

91



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DEL PUENTE VEHICULAR:
DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA. D. F.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

JUAN MIRANDA PORTILLO

ASESOR: ING. OSCAR E. MARTINEZ JURADO



289218

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/014/01

Señor
JUAN MIRANDA PORTILLO
Presente

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

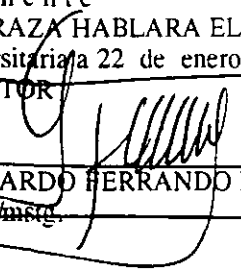
"PROYECTO DEL PUENTE VEHICULAR: DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA, D.F."

- INTRODUCCION**
- I. PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 1995-2000**
 - II. PROYECTO DEL PUENTE VEHICULAR "DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA"**
 - III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**
 - IV. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES**
 - V. BIBLIOGRAFIA**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 22 de enero de 2001.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GER/GMP/msc.

Dedico el presente trabajo y agradezco profundamente...

A mis padres, Crescencio Miranda R. Y Sofia Portillo P., quienes supieron guiarme en su momento, formando en mi las bases que ahora me llevan a obtener este logro.

A mi esposa Minerva, quien a apoyado incondicionalmente los proyectos que he emprendido, y que junto con mis hijas Laura y Andrea, son el motor que me impulsa a seguirme superando.

A mis hermanos, Micaela, Gabriel, Benjamin, Patricia y Alejandro, que sirva como ejemplo para seguir adelante y juntos dar las satisfacciones que merecen nuestros padres.

A mis compañeros y amigos, Juan Carlos, Luis Angel, Hugo, Rafael, Felipe, Olivia, Alejandro, Sara, Norma, Arturo, Roberto, Antonieta.... Con quienes he convivido desde la época escolar; convivencia que ha promovido la superación de todos y cada uno.

A quienes desinteresadamente apoyaron este proyecto, facilitando datos e información, sin la cual no hubiera sido posible su desarrollo.

Un especial agradecimiento al ing. Oscar E. Martinez Jurado, quien tuvo la paciencia para poder darle la continuidad a este trabajo gracias a lo cual ha sido finalmente concluido.

A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México...gracias.

PROYECTO DEL

PUENTE VEHICULAR:

DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA, D.F.

INDICE

Introducción.....	2
1.- Programa Integral de transporte y vialidad 1995-2000 (Actualización 1996)....	4
1.1.- Atribuciones.....	5
1.2.- Objetivos.....	6
1.3.- Movilidad dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México..	9
1.4.- Infraestructura (Programas).....	14
2.- Proyecto del puente vehicular "Distribuidor Zaragoza-Oceanía".....	21
2.1.- Justificación.....	21
2.2.- Estudios preliminares.....	23
a) Situación actual (vialidad y transporte).....	23
b) Estudios de topografía.....	26
c) Estudios del subsuelo.....	34
2.3.- Proyecto ejecutivo.....	42
a) Propuesta arquitectónica.....	42
b) Cimentación.....	58
c) Superestructura.....	69
3.- Procedimiento constructivo.....	87
3.1.- Especificaciones.....	97
3.2.- Obras inducidas.....	100
3.3.- Obra civil en sitio.....	101
3.4.- Prefabricados.....	114
3.5.- Obras complementarias.....	116
4.- Recomendaciones y conclusiones.....	128
Bibliografía.....	143

Introducción

La expansión de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que se inició explosivamente en los años 60s, con la integración de los municipios del Estado de México aledaños al Distrito Federal, ha provocado múltiples problemas a los habitantes de ésta. Los que se mencionan a continuación son sólo algunos:

- Dotación de agua
- Drenaje
- Deshechos sólidos
- Contaminación atmosférica
- Imagen urbana
- Seguridad pública
- Vialidad y transporte
- Etc.

De todos ellos, sería muy difícil determinar cual o cuales son los más importantes, ya que cada uno es de vital importancia de manera individual, y de igual manera si los consideramos de manera integral, como parte del gran sistema que es esta gran metrópoli.

El presente trabajo pretende dar un ejemplo de una de las múltiples acciones que el Gobierno del Distrito Federal emprende para dar solución en éste caso a problemas de vialidad y transporte, y que por su naturaleza, es una obra en la que interviene la ingeniería civil en sus diversas áreas.

En primer lugar se dará una breve descripción de los programas gubernamentales que se han desarrollado para dar solución a los problemas de vialidad y transporte, y enseguida se dará como ejemplo la descripción del proyecto del puente "Distribuidor Zaragoza-Oceania.

En ésta descripción se resaltarán los principales trabajos de ingeniería, tendientes a desarrollar un proyecto de ésta magnitud, abarcando trabajos como los estudios preliminares del lugar y del subsuelo, (trabajos de topografía y de mecánica de suelos), una descripción de los proyectos arquitectónico y estructural, incluyendo el procedimiento constructivo y las especificaciones correspondientes.

Cabe aclarar que el tratamiento que se da a cada uno de los temas y subtemas comprendidos en este trabajo, pretende dar una idea general del proceso que implica el diseño de una obra de ésta magnitud, en algunos casos dando algunos datos de los estudios realizados, en otros, algunos fundamentos teóricos para los cálculos correspondientes, ó mostrando algunos fragmentos de planos del proyecto ejecutivo.

El profundizar o detallar cada uno de los aspectos mencionados en el proyecto, implicaría cada uno por si mismo, un trabajo bastante amplio, lo que saldría de los alcances y objetivos del presente trabajo.

1.- Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000 (Versión actualizada en 1996)

El "Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000", es un instrumento normativo básico de planeación, elaborado por la Secretaría de Transportes y Vialidad, diseñado para cumplir con su responsabilidad de orientar el proceso de desarrollo y fijar las políticas y estrategias en materia de transporte y vialidad para el bienestar común de los habitantes del Distrito Federal y su área metropolitana.

El programa contiene estrategias y líneas de acción para afrontar y reducir los conflictos, atacar los problemas de raíz y encontrar fórmulas de solución para el sector transporte y vialidad del área metropolitana en su conjunto.

Así mismo, la versión actualizada de 1996, cumple con la premisa de evaluar permanentemente los objetivos, metas y acciones que originalmente se plantearon, y en el que además se promueven nuevas formulas para que el sector privado realice inversiones directas o financiamientos a la inversión para el transporte y su infraestructura.

El programa ha tenido diversas acciones a partir de 1996, todas ellas dentro del marco del Programa de 100 Ciudades, cuyo objetivo principal es propiciar el desarrollo urbano ordenado de un conjunto de 116 ciudades medias y pequeñas, consideradas estratégicas dentro del contexto nacional.

Hasta el primer semestre del año 2000, las metas consistieron en dar continuidad al programa actualizado en 1996, mediante acciones como: elaboración de estudios integrales y proyectos ejecutivos; capacitación de técnicos, operadores y administradores; fortalecimiento de instituciones y organismos operadores de transporte urbano; asistencia técnica; convenio Sedesol-UNAM, para realizar cursos regionales de vialidad y transporte

urbano; llevando a cabo seguimiento de obras y acciones de los programas; actualizando normas y manuales de equipamiento urbano, etc.

1.1.- Atribuciones

La Secretaría de Transportes y Vialidad del Gobierno del Distrito Federal (GDF), se divide en cuatro áreas: Dirección General de Planeación y Proyectos, Dirección General de Normatividad y Evaluación, Dirección General de Servicios al Transporte y la Dirección General de Apoyo de Sistemas; mismas que cubren la planeación, ejecución, coordinación, emisión y supervisión de normas, evaluando todo lo relacionado con la operación y funcionamiento del transporte y la vialidad en el Distrito Federal.

Según la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, dicha dependencia tiene las siguientes atribuciones:

- Formular, conducir y actualizar los programas que emite.
- Realizar estudios sobre tránsito vehicular para lograr una mejor utilización de las vías y los medios de transporte.
- Determinar medidas técnicas y operacionales para los medios de transporte urbano, para lograr que se complementen entre sí y con las obras de infraestructura vial.
- Establecer normas y tarifas que deban aplicarse para la ubicación, construcción y funcionamiento de los estacionamientos públicos.
- Estudiar las tarifas para los transportes de carga y pasajeros, urbano y suburbano.
- Autorizar cambio de unidades y fijar frecuencias y horarios para el transporte de carga y pasajeros.
- Establecer normas para la determinación de sitios de transporte público.
- Determinar rutas y horarios de penetración a la ciudad, del transporte suburbano y foráneo.
- Representar al jefe del Distrito Federal cuando se requiera tratar asuntos relacionados al transporte urbano.
- Vigilar e inspeccionar las tarifas en estacionamientos públicos así como aplicar las sanciones correspondientes.
- Expedir la documentación para que los vehículos y sus conductores circulen conforme a las leyes y reglamentos vigentes.

- Planear las obras de transporte y vialidad, formular los proyectos y la programación correspondiente y dar seguimiento al programa de ejecución de las mismas.
- Elaborar y actualizar la **normatividad** del señalamiento de la red vial.

En general, todo lo concerniente con el reordenamiento del transporte y las vialidades en la Ciudad de México, a fin de dar mejores servicios a la ciudadanía para elevar su calidad de vida, aprovechando la organización social y la infraestructura existente; dotando a la población con un servicio de transporte eficaz, seguro y de calidad, así como con vialidades que permitan el mayor ahorro posible de horas-hombre durante los traslados en la ciudad.

Esto tomando en cuenta que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), está en constante y acelerado crecimiento, hace que la planeación y los programas de transporte y vialidad, estén inmersos en un proceso permanente de cambio, en el que se contempla desalentar el uso del automóvil para transporte individual, e impulse el transporte masivo y colectivo, procurando altos niveles de seguridad, comodidad y menores costos operativos, con niveles de contaminación moderados, y además reduciendo gradualmente los niveles de subsidio al costo del transporte.

Seguirá el programa de modernización y construcción de obras viales que descongestionen y agilicen el tránsito, pero siempre en un esquema de reordenamiento del transporte público; para lo cual se continuará con inversiones muy importantes en los programas de desarrollo del Sistema de Transporte Colectivo Metro, y del Servicio de Transportes Eléctricos.

En la figura 1, se ubica el área de estudio dentro del entorno nacional.

1.2.- Objetivos

El programa contempla cuatro grandes objetivos:

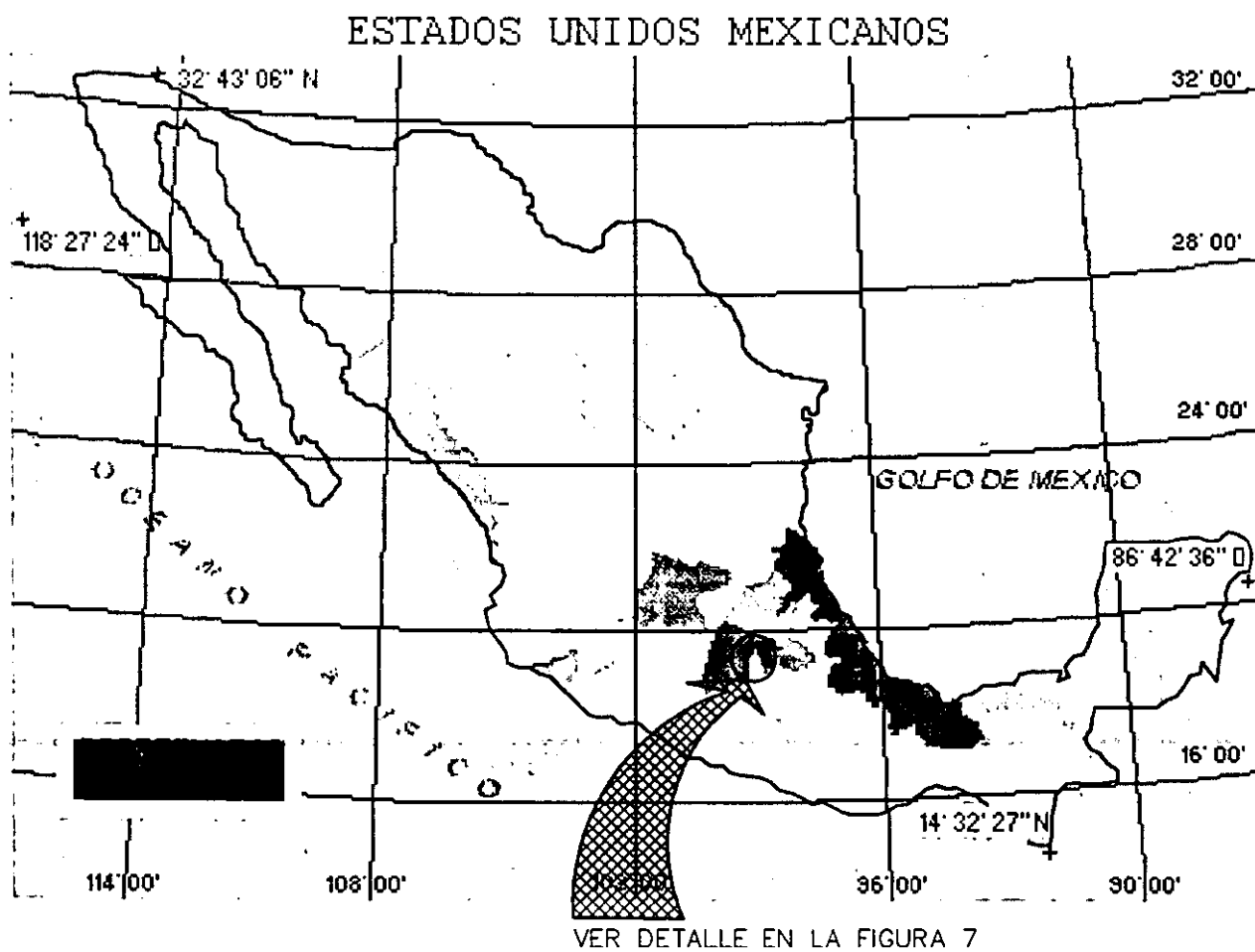
El primero consiste en establecer una normatividad moderna para el funcionamiento del transporte y la vialidad en el Distrito Federal; determinar procesos de simplificación y desregulación administrativa y, desarrollar sistemas de capacitación administrativa en cuanto a sanciones y quejas.

Como segundo objetivo es garantizar la disponibilidad de un sistema de transporte público eficiente, que resulte productivo, rentable, de calidad y seguro.



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 1



El tercer objetivo busca dotar al Distrito Federal de vialidad suficiente y adecuada para soportar las necesidades de transporte urbano, esto mediante el mejoramiento de: infraestructura vial, señalización, estacionamientos, autofinanciamiento y modernización de los paraderos, auxilio y educación vial, sistemas de telecomunicación.

El cuarto objetivo es el de coordinar estrategias entre el Distrito Federal y el Estado de México, así como con asociaciones y agrupaciones de los sectores privado y social.

Para lograr estos objetivos, se han definido líneas de acción que, de manera coordinada con el gobierno y los sectores social y privado, pretenden dar atención a la población. Dichas líneas de acción se resumen en los siguientes puntos:

- Regulación del uso del suelo y administración urbana.- para fortalecer la capacidad financiera del municipio y mejorar la estructura técnica administrativa municipal.
- Incorporación de suelo al desarrollo urbano.- se pretende promover la oferta suficiente y oportuna de suelo para el desarrollo urbano, atender y abatir la irregularidad de los asentamientos humanos y aportar lotes con trazo urbano y con servicios para población de bajos ingresos.
- Vialidad y transporte.- Promover la construcción de infraestructura vial, mejorar accesos a zonas marginadas y administrar de manera eficiente el transporte urbano; promover estudios integrales de vialidad y transporte y proyectos ejecutivos; otorgar asistencia técnica y capacitación a administradores y operadores de los sistemas viales y de transporte.
- Aspectos ambientales.- Se busca atender las necesidades de recolección y disposición de residuos sólidos y conservar o regular las condiciones naturales de los cauces urbanos.
- Reactivación económica y social de los centros de las ciudades.- Para revitalizar los principales centros de actividad de las ciudades a través de proyectos integrales y aprovechar su patrimonio histórico monumental y modernizar la infraestructura y el equipamiento urbano.

1.3.- Movilidad dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Con el fin de establecer un diagnóstico del problema de transporte y vialidad en la ciudad de México, se han hecho estudios de movilidad, de los cuales se obtienen las siguientes observaciones:

Del total de viajes realizados por los residentes de la ZMCM, el 82% se realiza en transporte público, y el 18% en transporte privado. Siendo el automóvil privado el predominante.

Dentro de la modalidad de transporte público, el de mayor demanda es el de "colectivos", con el 60% de viajes de estos, el Sistema de Transporte Colectivo Metro participa con 18%, la sindicatura AUPR-100 el 8%, los autobuses suburbanos con el 7%, el servicio de transportes eléctricos con el 2% y los taxis libres y de sitio, cubren el 5% restante.

En contraste, observando la cantidad de unidades que componen el parque vehicular de cada categoría, el mayor número corresponde a los vehículos particulares: 2,451,181 unidades; seguido por el transporte colectivo con 46,805 unidades; taxis 69,519 unidades; Metro con 2,541 unidades; autobuses AUPR-100 1,744 unidades; autobuses suburbanos 3,547 unidades; trolebuses con 330 unidades; y tren ligero con 16 trenes.

Por otra parte, del estudio de líneas de deseo realizado, se asume que cada vez más residentes de la ZMCM pueden evitar largos recorridos para satisfacer sus necesidades cotidianas, ya que las resuelven en su localidad o en áreas circunvecinas; siendo las delegaciones Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero e Iztapalapa, las que registran mayores viajes producidos, y mayores viajes atraídos.

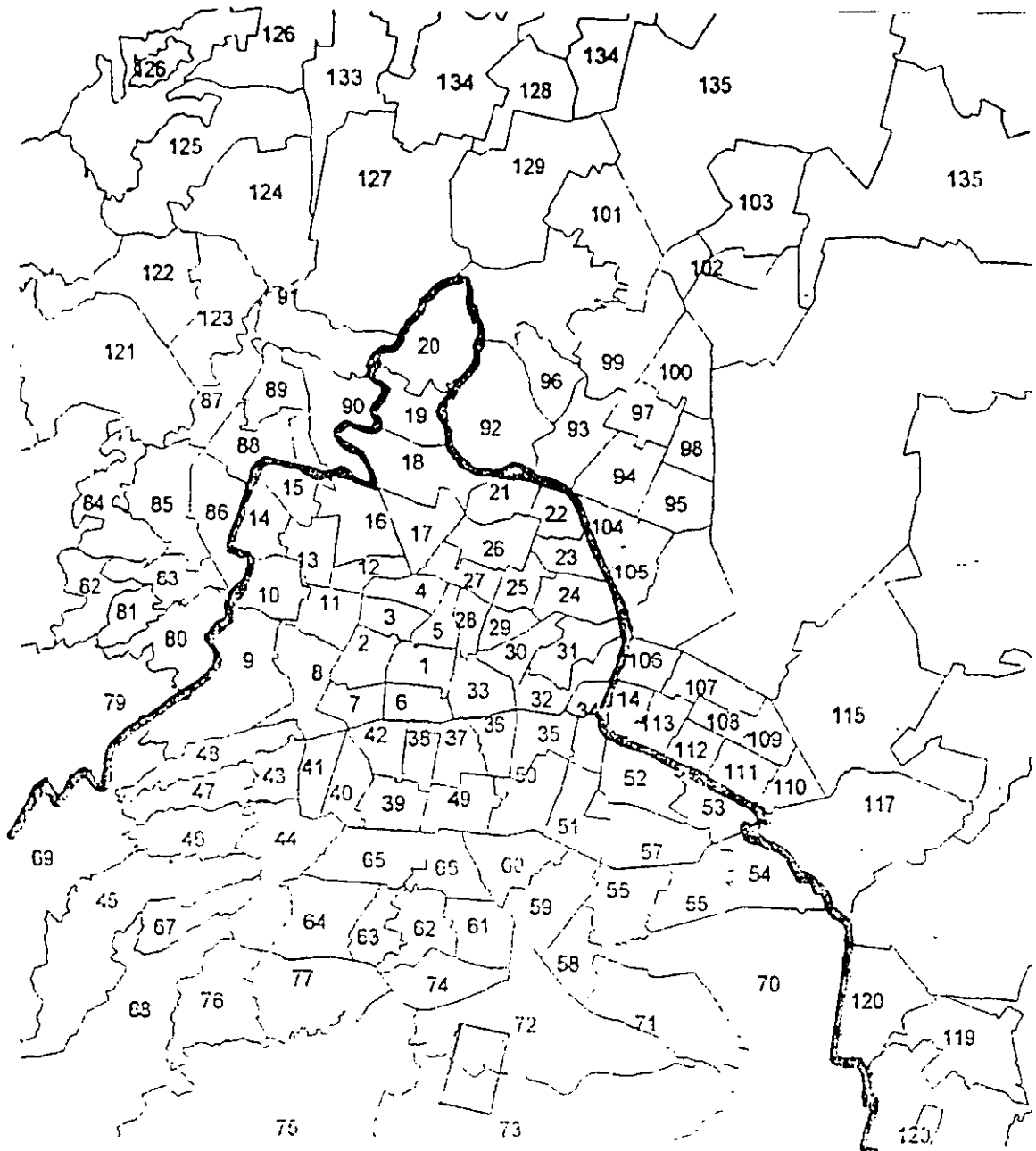
Los municipios conurbados más sobresalientes en viajes producidos son: Ecatepec, Naucalpan y Nezahualcóyotl. En la figura 2 se muestran los principales destinos.

Otro dato importante de la movilidad dentro de la ZMCM, son los horarios en que se realizan los tramos de viaje; concentrándose el mayor flujo entre las 6:00 y las 8:00 hrs. (el máximo del día), después hay otro pico entre las 13:00 y las 15:00 hrs., y luego entre las 17:00 y las 19:00 hrs. un tercero. Debido a esto, el GDF ha propuesto que se analice y se realicen proyectos piloto, que induzcan el cambio a horarios escalonados y continuos.



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 2



ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
PRINCIPALES DESTINOS DE VIAJES REALIZADOS

Fig. 2 Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Principales Destinos de viajes realizados

LUGARES DEL DISTRITO FEDERAL:

01	Zócalo	040	Del Valle
002	Zona Rosa	041	Ciudad de los Deportes
003	Buena Vista	042	Vértiz Narvarte
004	Tlatelolco	043	Plateros
005	Morelos	044	San Angelín
006	Col. Obrera	045	Olivar de los Padres
007	Condesa	046	Santa Lucía
008	Chapultepec	047	Olivar del Conde
009	Las Lomas	048	Santa Fé
010	Panteones	049	San Andrés Tetepilco
011	Anáhuac	050	Central de Abastos
012	La Raza	051	UAM
013	Clavería	052	Ejercito Constitucionalista
014	Tezozómoc	053	Santa Martha Acatitla
015	El Rosario	054	San Miguel Teotongo
016	Vallejo	055	Santa María Xalpa
017	Lindavista	056	Santa Cruz Meyehualco
018	Politécnico	057	Jacarandas
019	Reclusorio Norte	058	El Molino Tezonco
020	Cuauhtepc	059	Lomas Estrella
021	Tepeyac	060	Pueblo de Culhuacán

022	San Felipe de Jesús	061	CTM Culhuacán
023	Deportivo los Galeana	062	Xotepingo
024	Bosque de Aragón	063	Pedregal
025	La Malinche	064	Cd. Universitaria
026	La Villa	065	Viveros
027	Bondojito	066	Campestre Churubusco
028	Eduardo Molina	067	Cerro del Judío
029	Romero Rubio	068	Magdalena Contreras
030	Moctezuma	069	Cuajimalpa
031	Aeropuerto	070	Mixquic
032	Pantitlán	071	La Turba
033	Balbuena	072	La Noria
034	Arenal	073	Nativitas
035	UPIICSA	074	Coapa
036	Palacio de los Deportes	075	San Pedro Mártir
037	Reforma Iztaccihuatl	076	Padierna
038	Villa de Cortés	077	Villa Olímpica
039	Portales	078	Milpa Alta

LUGARES DEL ESTADO DE MEXICO:

079	Huixquilucan	109	Esperanza
080	Campo Militar #1	110	La Reforma
081	Altamira	111	La Perla
082	El Molinito	112	Evolución
083	Industrial Naucalpan	113	Metropolitana
084	San Mateo	114	Maravillas

085	Satélite	115	Chimalhuacán
086	Echegaray	116	Chicoloapan
087	Santa Mónica	117	La Paz
088	Puente de Vigas	118	Ixtapaluca
089	Centro Industrial	119	Valle de Chalco
090	Santa Cecilia	120	Xico
091	Jardines del Recuerdo	121	Calacoaya
092	San Juan Ixhuatepec	122	A. López Mateos
093	Xalostoc	123	Maza de Juárez
094	El Chamizal	124	Lechería
095	Solidaridad 90	125	La Piedad
096	El Mirador	126	Infonavit Izcalli
097	Campaña de Aragón	127	Cd. Labor
098	Plaza Aragón	128	Unidad Alborada
099	Jajalpa	129	Coacalco
100	Cd. Azteca	130	Texcoco
101	San Cristobal	131	Area MC IV
102	Jardines de Morelos	132	Nicolás Romero
103	Venta de Carpio	133	Área MC I
104	Campestre Guadalupana	134	Area MC II
105	ENEP Aragón	135	Area MCIII
106	El Sol		
107	Virgencitas		
108	Palacio Municipal		

1.4.- Infraestructura (Programas)

El programa de infraestructura vial de la Ciudad de México, ante la imposibilidad financiera de cubrir todas las necesidades actuales mediante grandes obras de infraestructura, ha debido priorizar las tareas detectadas, avanzando en un corto plazo, construyendo tramos adicionales a vialidades que ya existen y que las completan, y, contemplando un horizonte al año 2006 en que se pretende la construcción de nuevos tramos de vialidades, tramos de ejes viales, pasos a desnivel en el anillo periférico, pasos a desnivel en el circuito interior y pasos a desnivel en vialidades principales. Sin embargo, la ejecución de la obra está condicionada a la suficiencia presupuestal respectiva y a la disponibilidad de recursos por parte de la iniciativa privada, en las obras que pudieran efectuarse mediante el esquema de concesión.

Tal es el caso del tercer anillo vial con carácter metropolitano (figura 3), el cual a través del programa de autopistas urbanas de cuota, se encuentra en diferentes etapas: operación, construcción y proyecto, en cada uno de sus diferentes tramos.

Otro proyecto igualmente ambicioso es la vía "autoexpres" (figura 4): el concepto autoexpres de cuota para automóviles en un segundo nivel elevado ó en túnel, donde se considera integralmente el proyecto, la construcción, la operación, la administración y el mantenimiento de la nueva vialidad. La inversión sería recuperable mediante el cobro de una tarifa a los usuarios, durante el plazo vigente de la concesión.

El propósito fundamental de éstas vías es el de ofrecer alternativas que independientemente de la red vial, permitan el traslado con rapidez a través de viaductos, es decir, de sistemas viales de acceso controlado, más eficientes para la movilidad y que constituyan nuevas opciones de traslado en la ciudad. Este tipo de vías están diseñadas para una comunicación rápida entre puntos estratégicos dentro de la ciudad, a los cuales en la actualidad no se puede llegar en poco tiempo. Permite, a su vez, liberar carriles centrales de las vialidades centrales, para que sean utilizadas exclusivamente por transporte urbano colectivo de pasajeros o de carga.

Otro caso es el cuarto anillo vial, con carácter transmetropolitano (figura 5), para el cual se pretendía que en este año 2000, se hubiera concluido el análisis y estudio que definiera la viabilidad de su construcción; la cual permitirá que los vehículos que vayan de paso por la ZMCM no ingresen a ella, para evitar los consecuentes problemas de vialidad, contaminación y deterioro de los pavimentos que trae consigo el tránsito de los vehículos

"de paso". Este libramiento considera la ruta Santa Ana Atzacapozaltongo- Texmelucan- Puebla-Atlixco-Alpuyeca-Toluca-intersección con la vía corta a Guadalajara.

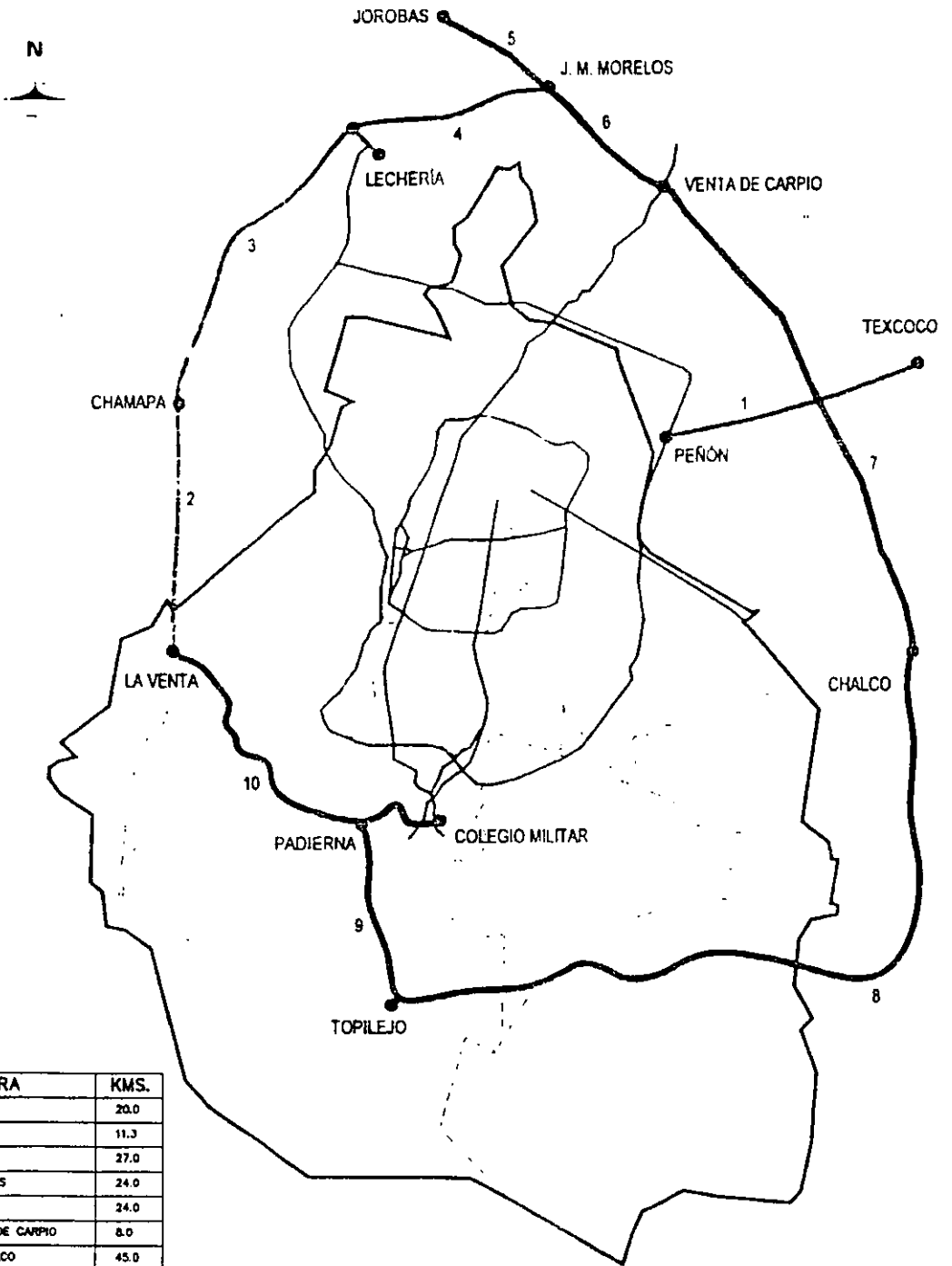
Por último, se consideran diversos "Accesos Carreteros" (figura 6), ya que un aspecto fundamental de la infraestructura urbana son los puntos de llegada y salida de la ciudad que, en varios casos, se han convertido en áreas de extremo congestionamiento por la importante afluencia de vehículos de todo tipo. Por ello es indispensable continuar con las obras que sean necesarias para que el acceso a la ciudad deje de ser un "cuello de botella" con implicaciones no sólo en la calidad de vida, sino en la productividad integral.

En el presente capítulo se ha mencionado repetidamente la ZMCM, por lo cual conviene definirla: comprende las 16 delegaciones del Distrito Federal, 53 municipios del Estado de México y uno del Estado de Hidalgo, todo lo cual abarca una superficie de 7,751 km² con 16.6 millones de habitantes (figura 7).



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 3



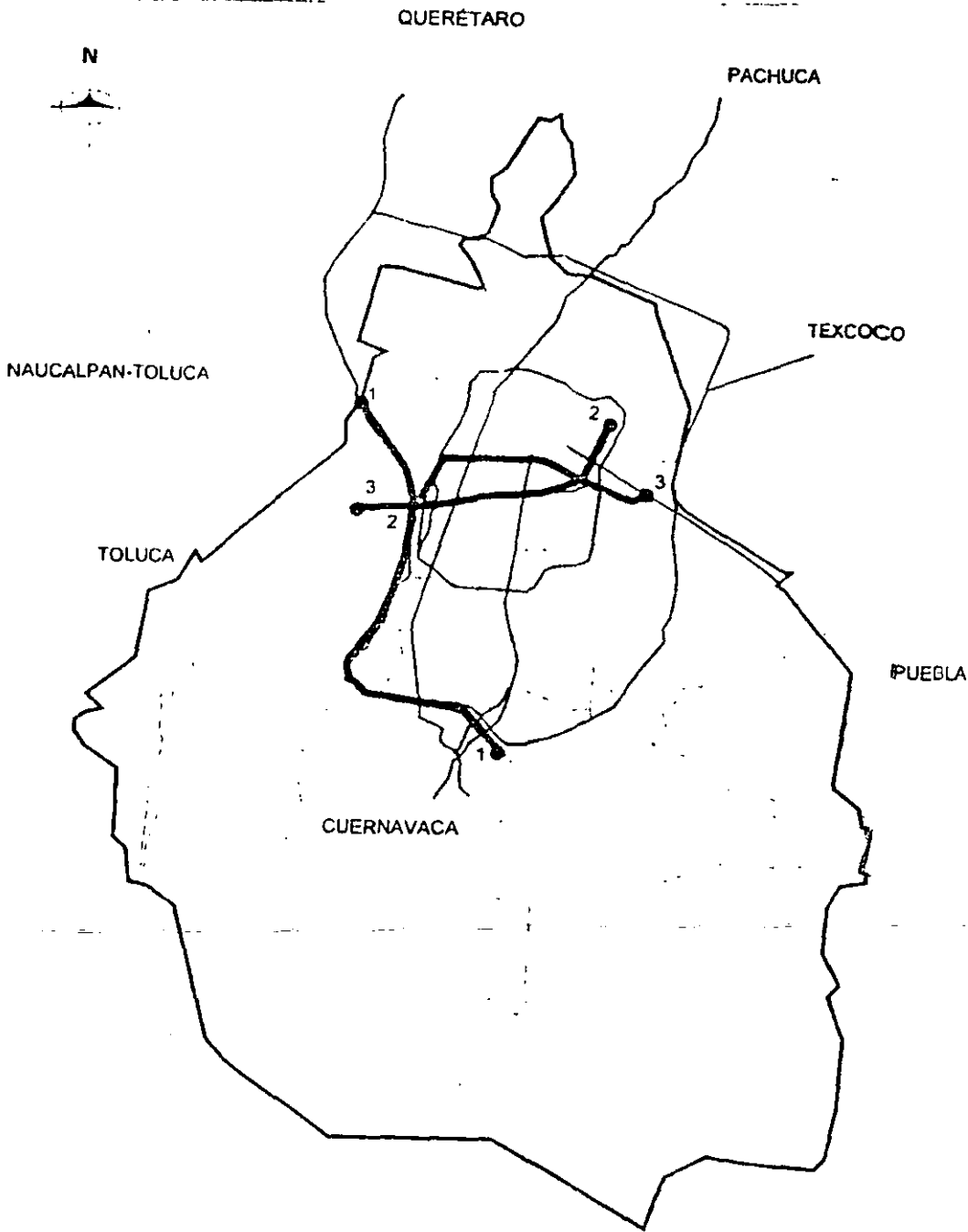
No.	CARRETERA	KMS.
1	PERON - TEXCOCO	20.0
2	LA VENTA - CHAMAPA	11.3
3	CHAMAPA - LECHERIA	27.0
4	LECHERIA - J. M. MORELOS	24.0
5	J.M. MORELOS - JOROBAS	24.0
6	J. M. MORELOS - VENTA DE CARPIO	8.0
7	VENTA DE CARPIO - CHALCO	45.0
8	CHALCO - TOPILEJO	47.0
9	TOPILEJO - PADIERNA	13.0
10	LA VENTA - PADIERNA - COLEGIO MILITAR	24.0

AUTOPISTAS URBANAS DE CUOTA
TERCER ANILLO VIAL CON CARACTER METROPOLITANO



**PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA—OCEANIA**

FIGURA 4

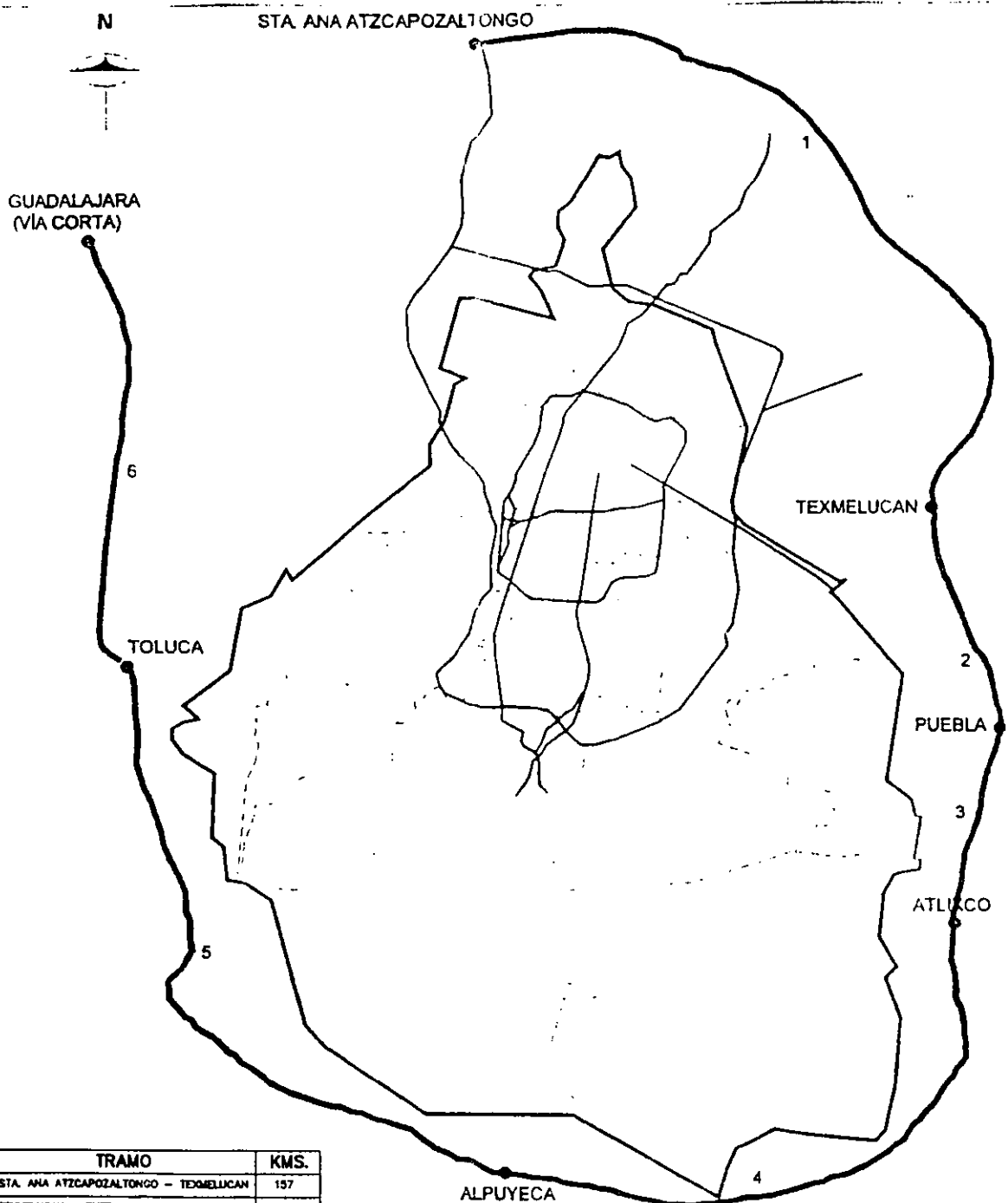


No.	VIALIDAD	TRAMO	KMS.
1	ANILLO PERIFÉRICO	AV. CONSCRIPTO - GLORIETA VAQUERITOS	30.0
2	VADUCTO MIGUEL ALEMÁN	AV. CONSTITUYENTES - AEROPUERTO INTERNACIONAL	27.8
3	AV. CHAPULTEPEC - FRAY SERVANDO TERESA DE MIER	CIRCUITO INTERIOR (TACUBAYA) - CALZ. IGNACIO ZARAGOZA	13.2



PUENTE DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 5

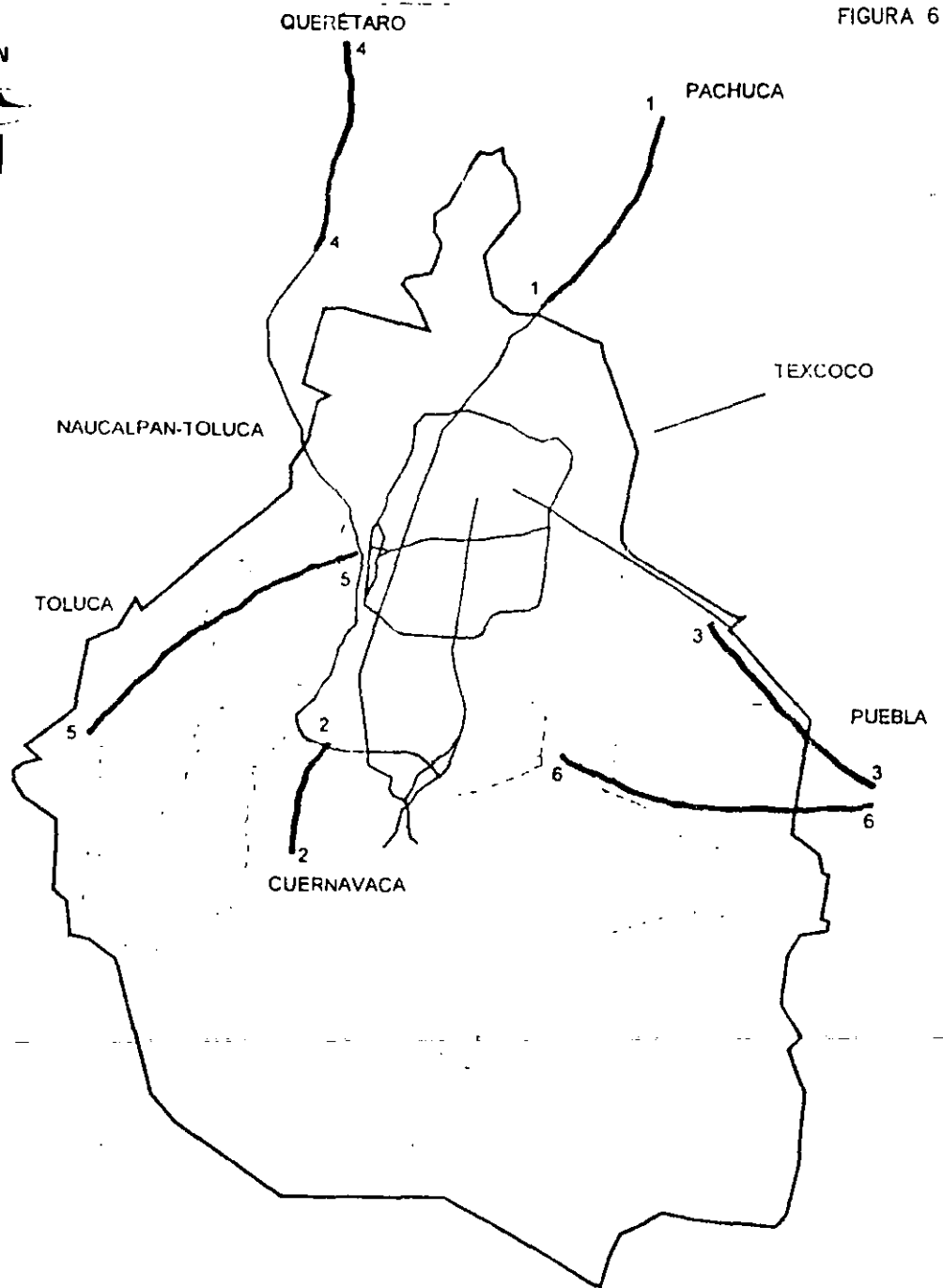


No.	TRAMO	KMS.
1	STA. ANA ATZCAPOZALTONGO - TEXMELUCAN	157
2	TEXMELUCAN - PUEBLA	42
3	PUEBLA - ATLIACO	28
4	ATLIACO - ALPUYECA	105
5	ALPUYECA - TOLUCA	110
6	TOLUCA - GUADALAJARA (VIA CORTA)	70



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 6

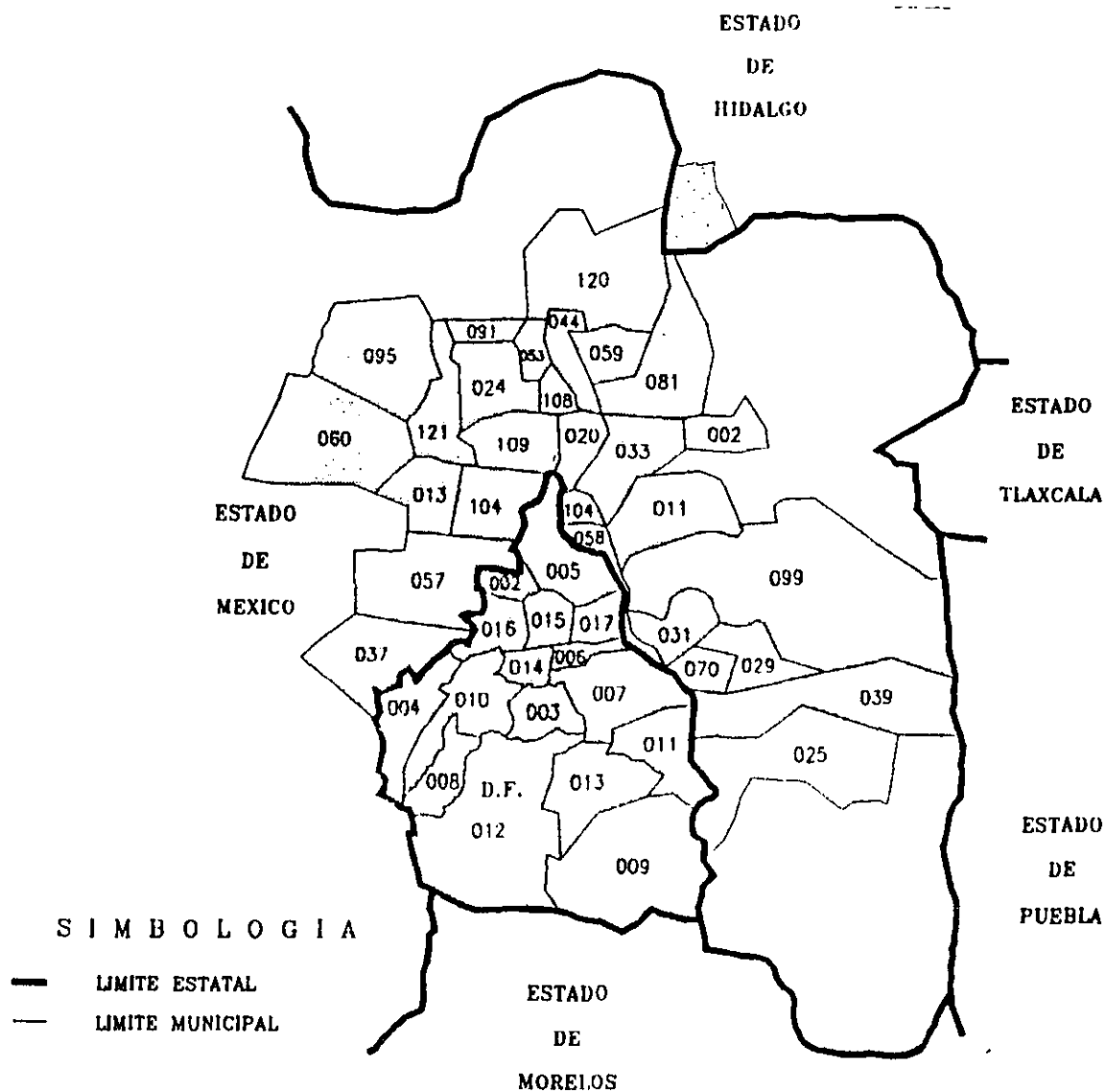


No.	ACCESOS CARRETEROS	KMS.
1	MEXICO - PACHUCA	3.0
2	PICACHO - AJUSCO	6.0
3	MEXICO - PUEBLA (DISTRIBUIDOR SANTA MARTHA)	9.8
4	MEXICO - QUERETARO	11.0
5	MEXICO - TOLUCA (BOULEVAR)	14.0
6	CUERNAVACA - CHALCO	23.0



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 7



2.- Puente vehicular: “Distribuidor Zaragoza - Oceanía”

Como parte del Programa Integral de Transporte y Vialidad que tiene pendiente el GDF, se encuentra el puente ubicado en el cruce de las avenidas: calz. Ignacio Zaragoza y eje 3 oriente, Fco. del Paso y Troncoso. El cual viene a cubrir necesidades de la zona en lo que a transporte y vialidad se refiere, iniciando su construcción en el mes de noviembre de 1997 y encontrándose, a la fecha, suspendido en su ejecución.

2.1.- Justificación

Como ya se mencionó anteriormente, el crecimiento desmesurado de la ciudad de México y su área metropolitana, propician incrementos en los volúmenes de tránsito vehicular tanto de tipo particular como de transporte público; como consecuencia de las necesidades de desplazamiento registradas, la vialidad primaria que comprende al eje 3 oriente y la Av. Oceanía en su cruce con la Calz. Ignacio Zaragoza, está considerada en el Programa Integral de Transporte y Vialidad, con una prioridad de acción a corto plazo.

La intersección en estudio, muestra una serie de interferencias en todas sus vías de acceso, como: congestionamientos, accidentes, inmobilizaciones y demoras, etc. que son parte de los problemas cotidianos del tránsito, debido a los altos volúmenes vehiculares que diariamente circulan y que principalmente afectan a las intersecciones a nivel controladas por dispositivos (semáforos), y que propician que la vialidad resulte reducida o insuficiente.

Para obtener un mayor rendimiento de la red vial existente, se propone su ampliación e integración a través de obras estructurales de tipo puntual (elevada, deprimida y/o mixta).

Esto debido a que la construcción de nuevas vías, así como la ampliación de la red de transporte colectivo, no siempre constituye la mejor alternativa, es decir, aún cuando coadyuvan a la movilidad vehicular y de viajes/persona/día, estas requieren de un apoyo a través de acciones como lo es una infraestructura puntual, orientada a la movilidad del parque vehicular, logrando una integración más directa no solo a nivel local o zonal. Esta continuidad de la red vial amplía la comunicación logrando la intercomunicación a nivel regional, obteniendo una eficiencia acorde a las necesidades de movilidad de la ciudad.

El proyecto que estamos considerando, cumple ampliamente estas condiciones, ya que viene a complementar el proyecto del Metropolitano Línea B, el cual requiere de una infraestructura de apoyo tanto en el Estado de México, como en el Distrito Federal; logrando una integración de la red vial casi en su totalidad.

El hecho anterior es parte de la justificación del puente en cuestión, sin embargo una justificación debe considerar una serie de aspectos que por su amplitud solamente se mencionarán:

Inventario de usos de suelo de la zona-región.

Datos operacionales.

Análisis de la sección transversal actual y futura.

Evaluación funcional.

Evaluación socioeconómica.

Cálculo de los costos económicos de inversión.

Cálculo de los costos de mantenimiento.

Cálculo de los costos de operación.

Cálculo del costo horario de los usuarios.

Beneficio total por vehículo-tipo.

Cálculo de los indicadores de factibilidad.

Análisis de sensibilidad.

Estudio de impacto ambiental.

2.2.- Estudios Preliminares

Dentro de los estudios preliminares que es necesario efectuar para tener una idea clara de las condiciones donde pretendemos ubicar una obra puntual, se encuentran los estudios de campo siguientes:

Aforos vehiculares.

Aforos direccionales.

Aforos peatonales.

Movilidad.

Inventario de señalización.

Accidentes de tránsito.

Cada uno de ellos aplicado con sus características propias, para obtener datos veraces y confiables, de los cuales se partirá para determinar un análisis de operación acertado, que a su vez contribuya a un proyecto más eficiente y económico.

2.2.a) Situación actual (vialidad y transporte)

Mediante la aplicación de métodos de investigación en campo, correspondientes al conocimiento de la red vial primaria y secundaria que integran el área de análisis, se obtienen características propias de operación, tanto del movimiento de vehículos, como de pasajeros por los diferentes medios de transporte.

La vialidad con sus intersecciones que nos ocupa en este caso, funcionan con las características de operación típicas, que muestran las vías principales de tipo primario, siendo estas los altos volúmenes vehiculares, sus entronques semaforizados y de escasa sección, los cuales limitan la fluidez del tránsito.

El esquema vial de la zona de estudio presenta las características de operación y niveles de servicio durante la hora de máxima demanda matutina, que se muestran en la Tabla 1.

Nombre de la vía	Sentido de circulación	No. de carriles	Volúmen (VxH)	Nivel de servicio	Tipo de vía
Av. Fco. del paso y Troncoso	Acceso Nte-Sur	4 Carriles por sentido	2158	D	Primaria
Av. Fco. del paso y Troncoso	Acceso Sur-Nte	4 Carriles por sentido	1414	C	Primaria
Calz. Ignacio Zaragoza	Acceso Pte-Ote	4 Carriles por sentido	1895	C	Primaria
Calz. Ignacio Zaragoza	Acceso Ote-Pte	4 Carriles por sentido	2019	D	Primaria

Tabla 1.

En la tabla 1 se observa que las vialidades en análisis se encuentran operando durante la hora de mayor demanda a un nivel de servicio C y D, generándose por lo tanto en sus intersecciones congestionamientos y grandes colas vehiculares, incluso por ello, se opera la semaforización en el entronque de manera manual.

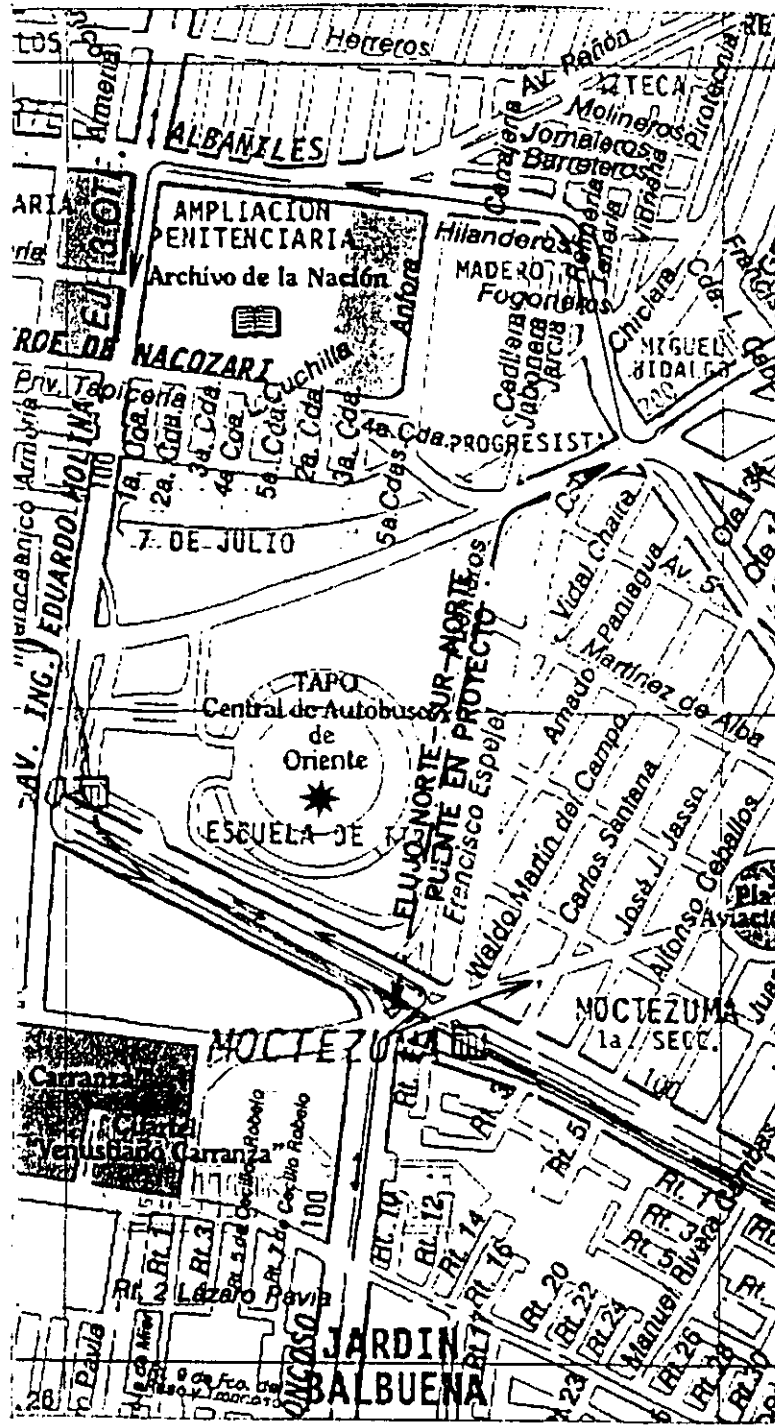
Esto es comprensible si consideramos que la zona es de alta movilidad y solo existen dos vías principales de acceso al área urbana de la zona de intercambio modal Metropolitano línea 1 (Pantitlán-Tacubaya), así como la central de autobuses foráneos del oriente, (un 70% del volumen de usuarios que arriba o cruza la zona, tiene como destino intermedio estos centros de intercambio). Más los equipamientos de comercio ambulante, estacionamientos y zonas administrativas del propio conjunto.

Por otra parte, la obra puntual se hace necesaria para dar paso continuo de norte a sur así como al centro y oriente de la ciudad, apoyando otra obra realizada recientemente que es el puente vehicular en el cruce de Fco. del Paso y Troncoso, con el Viaducto Miguel Alemán; cerrando así un corredor vial sur-norte, norte-sur, que corre paralelo a la línea B del Metropolitano (hacia el norte) y paralelo a la línea 8 (hacia el sur), uniendo la zona de Ecatepec, hasta las delegaciones Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac, etc. en el sur. En la figura 8 se muestra un plano de la zona en estudio, mostrando el funcionamiento antes del inicio de la obra y por consiguiente la problemática mencionada.



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 8



PLANO DE LOCALIZACION
FUNCIONAMIENTO ANTES DE LA OBRA

2.2.b) Estudios de topografía

Una vez seleccionado el lugar donde se ubicará un puente vehicular, se procede a realizar el "Proyecto Geométrico", que es el estudio base para la elaboración del proyecto en su conjunto.

El proyecto geométrico es el dimensionamiento de espacios longitudinales y transversales para el libre paso de vehículos, y está constituido esencialmente por los siguientes proyectos:

Proyecto de trazo.

Proyecto de perfil.

Proyecto de dimensionamiento de elementos estructurales.

Estos proyectos deberán estar relacionados entre sí, para poder llegar a una solución en conjunto y dependerán del tipo de solución estructural a utilizar.

Proyecto de trazo.- Antes de iniciar el proyecto geométrico, es necesario realizar una serie de trabajos de topografía en campo, para detectar y ubicar de manera precisa todas las instalaciones municipales que existan en el área de proyecto.

Para el caso del puente vehicular en estudio, dentro de las principales instalaciones que se localizaron están las siguientes:

- Proyecto de interceptor, el cual corre paralelo al puente, sobre avenida Francisco del Paso y Troncoso, cruzando la calzada Ignacio Zaragoza, donde se une al interceptor oriente-sur, que sigue esta avenida, continuando por la av. Puenteros.

Del mismo proyecto, se localiza la zona de campamento para la lumbrera No. 5 en el anterior cruce.

- Tubería de PEMEX, que sigue paralela al trazo del puente.

- Túnel del Metropolitano Línea 1, en el cruce antes mencionado.

- Vías de Ferrocarril que corren paralelas al trazo del puente, e inclusive lo cruzan.

- Colector Churubusco, al que se unen ramales como el colector Oceanía y el colector Norte 17, esto en el cruce de av. Oceanía y Eje 1 norte.
- Instalaciones de agua potable en diferentes diámetros, y cajas de diferentes secciones para operación de válvulas.
- Instalaciones de teléfono.
- Tuberías de agua tratada.
- Ductos de cables de alta tensión.
- Equipamiento urbano en general: postes de luz, postes de TELMEX, postes con arbotante, postes con transformador, arbotantes sencillos y dobles, semáforos, señales de tránsito, señales de PEMEX, casetas telefónicas, registros de las diferentes instalaciones, coladeras, pozos de visita, árboles, etc.

Cabe mencionar que de todas las instalaciones anteriores, las que condicionan propiamente el trazo y distribución de apoyos del puente, son las siguientes: la línea existente de metro, el proyecto de interceptor, las tuberías de PEMEX y las vías de ferrocarril, ya que su reubicación es muy problemática o materialmente imposible.

De lo anterior concluimos que el trazo definitivo de un puente, deberá ser el resultado de los análisis y estudios de cada uno de los elementos implicados en la solución que generará la ruta a seguir:

- Instalaciones municipales (a tras mencionadas).
- Asentamientos humanos.
- Tránsito vehicular.
- Condiciones del subsuelo.
- Afectaciones.
- Topografía del terreno.

-Así como los problemas que plantean las condiciones de operación de la propia estructura (velocidad, seguridad, capacidad, etc.).

Deberán cumplirse una serie de especificaciones para el trazo de: curvas (restricciones de curvatura), alineamiento, cadenamientos, etc., teniendo como un punto importante, la referenciación del trazo, ya que este tiene por objeto determinar la posición de los puntos principales del trazo, para una posterior reubicación del mismo y para estudios posteriores del comportamiento del proyecto.

Los fragmentos de planos de las figuras 9 a 13, muestran parte de los levantamientos topográficos de la zona en estudio, resaltando puntos críticos de las instalaciones y condiciones existentes de la misma.

Proyecto de perfil.- El proyecto vertical, parte integrante del análisis geométrico en un puente, es el que define la posición que deberá tener el perfil para librar las diferentes interferencias existentes.

Para estudiar y definir el perfil de manera óptima, se requiere de la información obtenida de los estudios topográficos mencionados anteriormente, para que con la intervención de las diferentes especialidades (vialidades, arquitectura, estructuras, mecánica de suelos, etc.) se determinen las soluciones más convenientes.

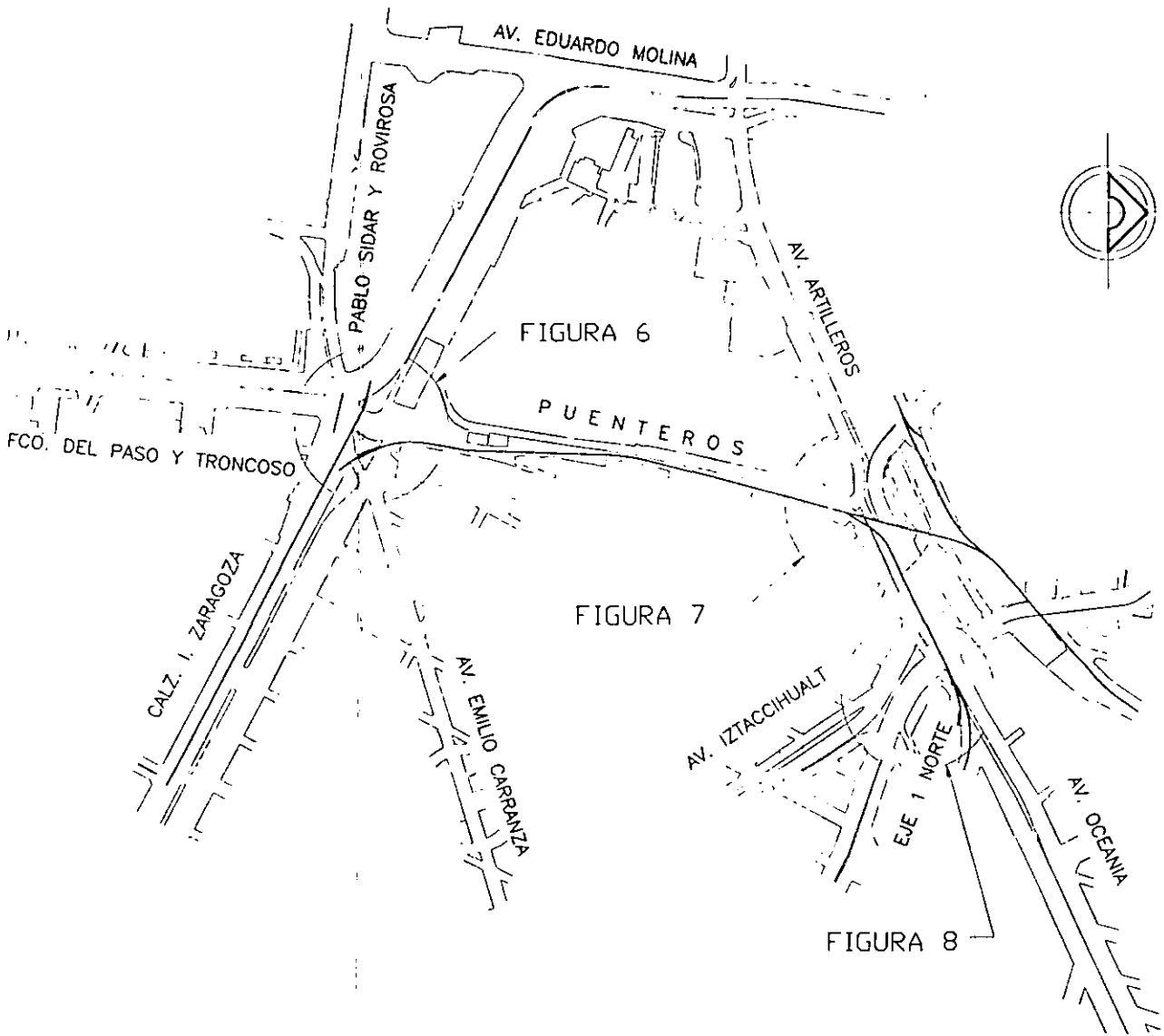
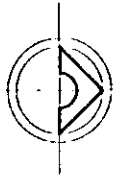
En el proyecto de perfil, deberán tomarse en cuenta las pendientes mínimas y máximas posibles para los diferentes tramos, así como las especificaciones de gálibos, es decir, el espacio libre que se requiere en los diferentes tramos de puente, tanto vertical como horizontalmente; esto tomando en cuenta si habrá pasos peatonales adosados al puente, instalaciones especiales, etc. o en el vertical, si existen pasos de ferrocarril, de metropolitano, vehículos, instalaciones especiales, etc.

Proyecto de dimensionamiento de elementos estructurales.- Una vez definido el trazo y el perfil del puente, etapa en que ya se tienen concebidos el sistema estructural, y posición posible de los apoyos, así como la capacidad requerida, se procede al dimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales que componen la estructura, sobre todo si se trata de una estructura con elementos prefabricados, como en el caso del puente en estudio.



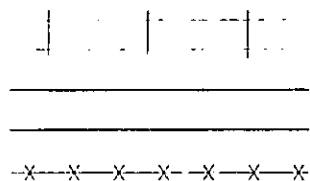
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 9





SIMBOLOGIA:



	VIA DE FERROCARRIL		ASTA BANDERA.
	PARAMENTO.		SEÑALIZACION.
	GUARNICION.		SEÑAL DE PEMEX
	CERCA DE ALAMBRE.		CASETA DE TELEFONO.
	POSTE DE LUZ.		REGISTRO DE ALUMBRADO.
	POSTE DE ALTA TENSION.		REGISTRO DE C. F. E.
	POSTE DE TELEFONOS.		REGISTRO DE TELEFONOS
	POSTE DE LUZ Y TELEFONO.		REGISTRO DE SEMAFORO.
	POSTE DE RETENIDA.		CAJA DE TELEFONOS.
	POSTE CON ARBOTANTE.		CAJA DE AGUA POTABLE.
	POSTE DE ALTA TENSION CON TRANSFORMADOR.		COLADERA PLUVIAL.
	POSTE CON TRANSFORMADOR.		POZO DE VISITA.
	POSTE DE ALTA TENSION CON ARBOTANTE.		COLADERA DE PISO.
	ARBOTANTE.		ARBOL Y DIAMETRO.
	ARBOTANTE DOBLE.		PALMERA.
	SEMAFORO.		PROTEC. CATODICA

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO E INSTALACIONES MUNICIPALES
(SIMBOLOGIA)

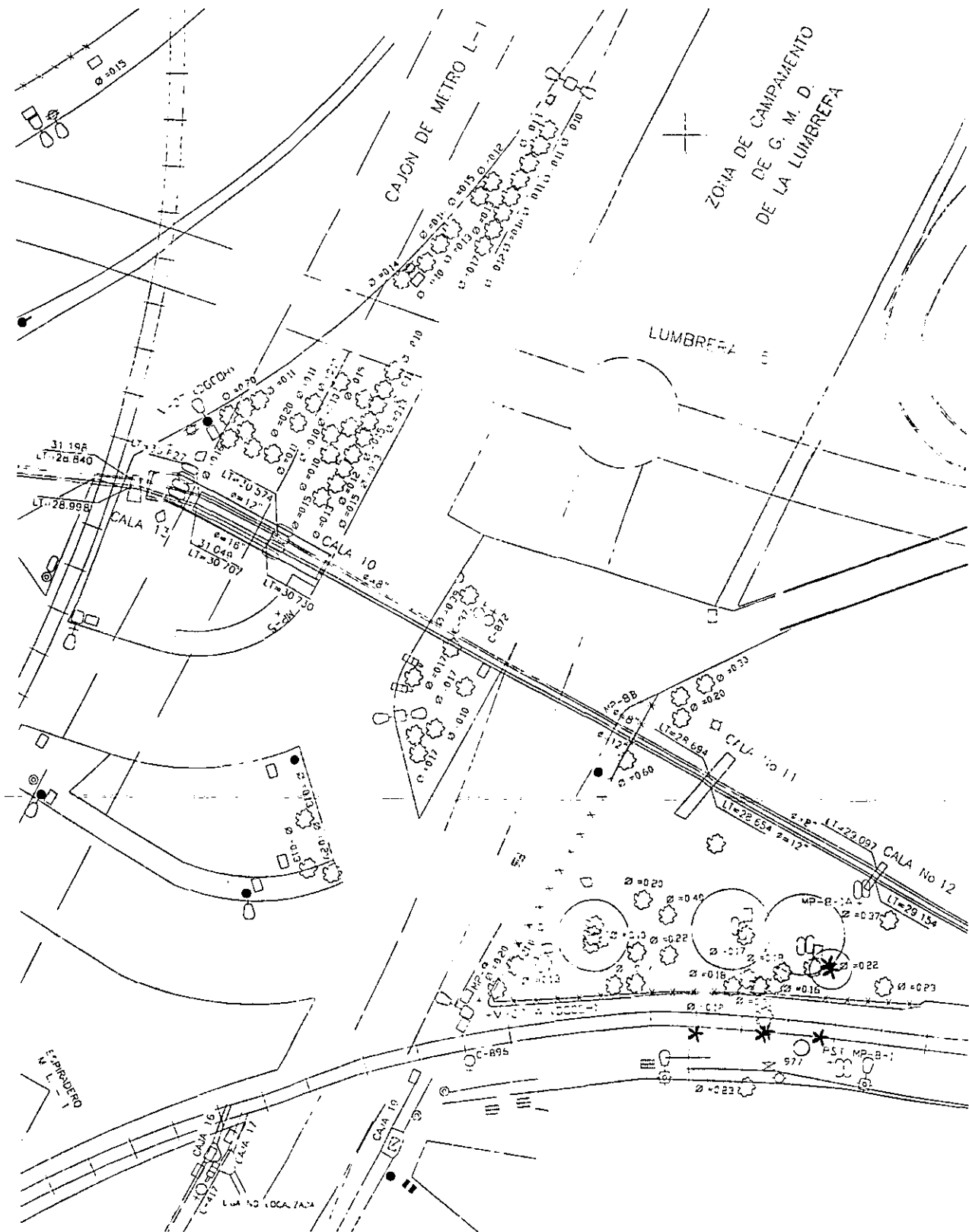
FIGURA 10

PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

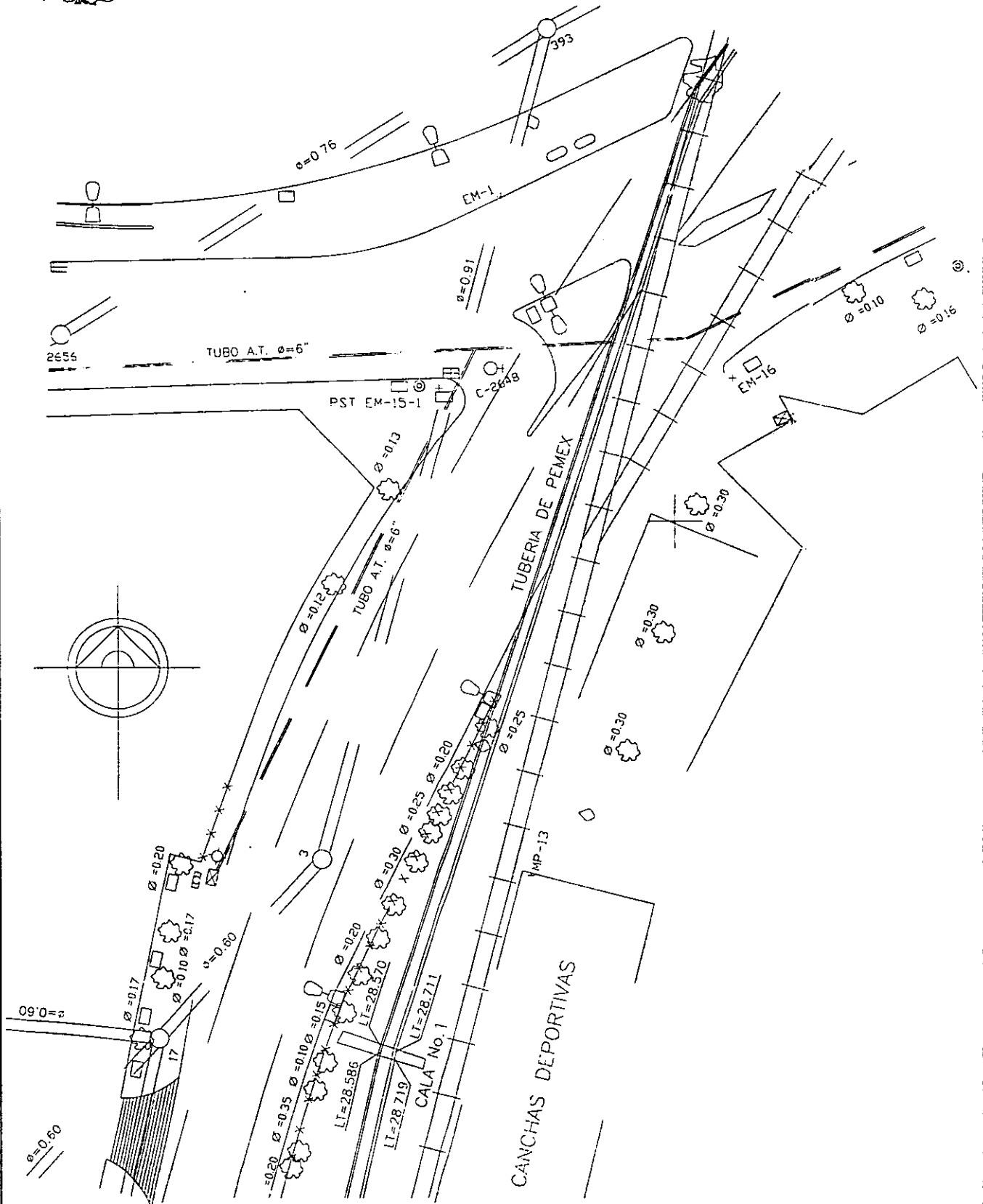
FIGURA 11





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

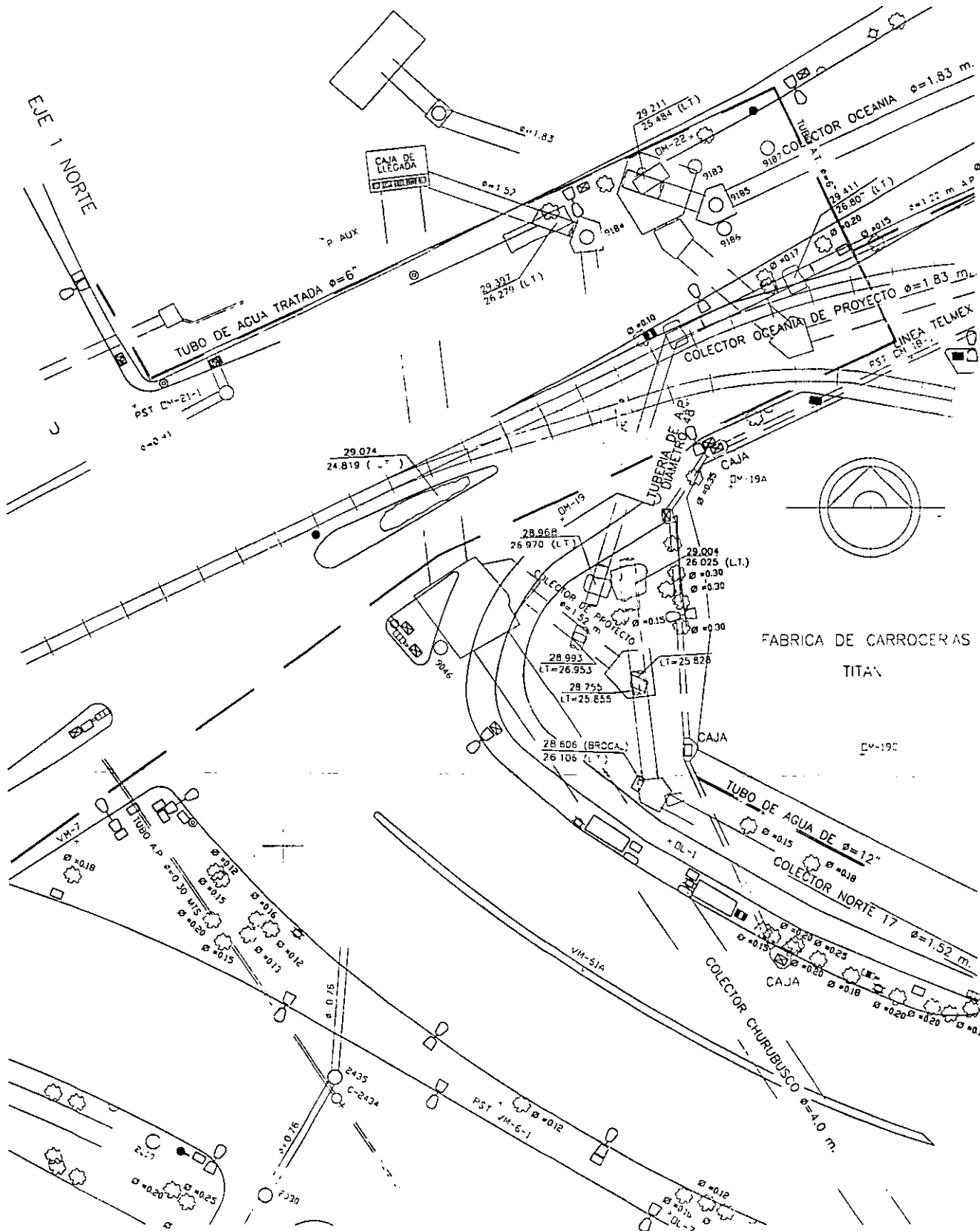
FIGURA 12





PUENTE DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 13



2.2.c) Estudios del subsuelo

Para hablar del subsuelo en el que se desplantará la estructura, es necesario ubicarnos en la zonificación que se ha dado al área urbana de la ciudad de México: lago, transición y lomas. En este caso se localiza en zona de lago, en la que se tienen las siguientes condiciones:

En general está compuesta por suelos constituidos de grandes espesores de arcilla lacustre de origen volcánico, muy compresibles, de baja resistencia al corte y de contenidos de agua altos. Sin embargo, éstas características presentan una constante evolución, principalmente: una disminución de la compresibilidad y un aumento de la resistencia al esfuerzo cortante; esto ocasionado por factores como: bombeo profundo para el abastecimiento de agua potable, sobrecarga de antiguos rellenos superficiales, peso de las estructuras, abatimiento del nivel freático superficial para construcción de cimentaciones y mantenimiento de sótanos, etc.

En forma descendente podría resumirse la siguiente estratigrafía a partir de la superficie:

a) Manto superficial.- Depósitos areno-arcillosos o limosos, con abundancia de restos arqueológicos o bien rellenos artificiales coloniales y recientes, que en la zona del centro llega hasta 10 m de profundidad; en otras zonas los suelos naturales han sido explotados para la fabricación de tabique y sustituidos por rellenos heterogéneos, generalmente alojados a volteo y, por lo tanto en estado suelto.

En ocasiones la capa o manto superficial es de mayor resistencia que la formación arcillosa superior, excepto cuando la primera está muy suelta.

b) Formación arcillosa superior. Compuesta por arcillas volcánicas extraordinariamente compresibles, de varios colores y consistencias, comprendidas entre blanda y media, intercaladas con pequeñas capas o lentes de arena negra y vidrio volcánico, su espesor es variable (alrededor de 15 a 32 m) creciendo de poniente a oriente. Su contenido de agua medio es de 270 % y en ocasiones llega a 400 % ó más.

c) Primera capa dura.- En la mayoría de los sondeos se observa que tiene un espesor de 2 a 3 m aproximadamente; constituida por suelos de los grupos SM, SC y ML, y en algunos casos GP, GW, SW y SP.

Ocasionalmente se forma por varias capas de suelos de diferente naturaleza, pero todos ellos de origen volcánico.

Su profundidad varía incrementándose hacia el oriente, a una media de 33 m aproximadamente.

Su contenido medio de agua varía de 20 a 100% con una media de 50 %, y su resistencia a la penetración estándar es alta. es decir, se encuentra en estado compacto a muy compacto y de consistencia dura.

d) Formación arcillosa inferior.- Constituida por arcillas volcánicas semejantes a las de la formación superior, solo que más comprimidas y resistentes.

e) Segunda capa dura.- Formada por depósitos de arena con grava, separados por estratos de limo ó arcilla arenosa.

f) En algunas zonas puede presentarse una tercera formación compresible con características similares a las anteriores.

Por otra parte, la estratigrafía y composición descritas pueden ocasionar problemas a las construcciones, tales como:

- Asentamientos importantes por consolidación cuando se aplican sobrecargas que exceden la carga de preconsolidación.

- Hundimientos regionales inducidos por el abatimiento de la presión piezométrica en los acuíferos, provocando desplazamientos horizontales y por lo tanto tensiones en el suelo; produciendo grietas que, podrían afectar las construcciones en la ciudad, así como sus instalaciones.

- Asentamientos diferenciales, si la construcción abarca una área grande y no se ha tomado en cuenta la posibilidad de que parte del suelo halla sido cargado anteriormente en otra época.








Una vez definidas las características del subsuelo de manera general, se planteará un programa de sondeos y pruebas de laboratorio, en tipos y cantidad a realizar.

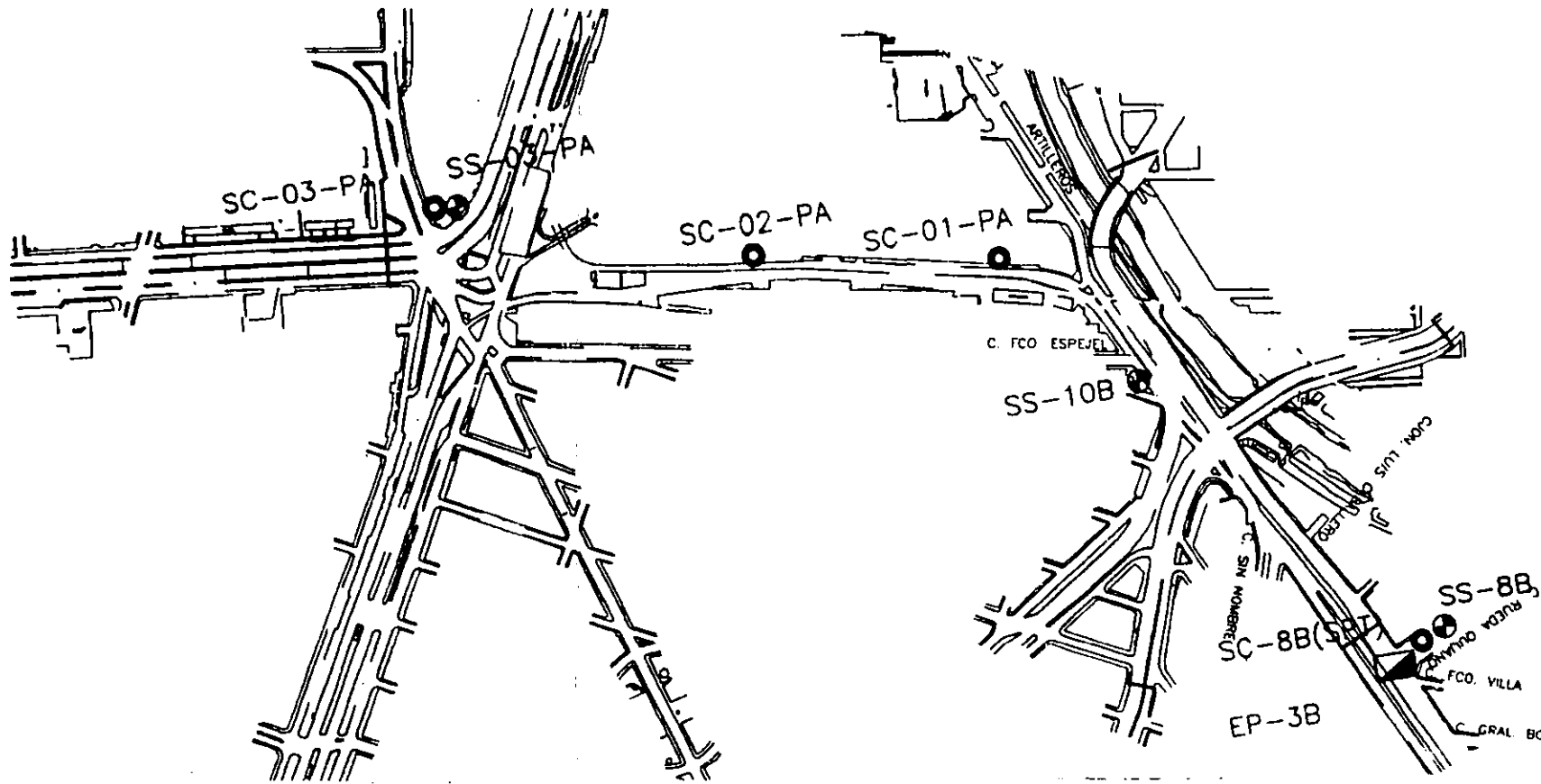
Para este caso se realizaron sondeos con cono eléctrico (propios para suelos blandos), pruebas de penetración estándar, obtención de muestras inalteradas con tubo shelby de pared delgada, para obtención de propiedades como cohesión, resistencia al esfuerzo cortante y compresibilidad.

En las figuras 14 a 18 se muestran la localización y algunos perfiles estratigráficos obtenidos de los sondeos hechos en diversos puntos a lo largo de la ubicación del puente en proyecto.

Ya obtenidas las características y propiedades mecánicas del subsuelo por un lado, y por otro las acciones que descargará la estructura a sus apoyos, se determina el tipo de cimentación apropiado. Para este puente se determinó una solución a base de cajones de cimentación con pilotes de fricción, ajustándose al procedimiento constructivo que se detalla en capítulos posteriores.

SIMBOLOGIA

	COSTRA SUPERFICIAL (RELLENO)		ARENA
	ARCILLA		SONDEO SELECTIVO
	LIMOS		SONDEO DE CONO
			ESTACION PIEZOMÉTRICA



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 14

LOCALIZACION DE SONDEOS



DESCRIPCION

COSTRA SUPERFICIAL

ARCILLA (CH): gris oscuro con material organica olorosa pocos fosiles

LIMO ARCILLOSO(MH): cafe oscuro

ARCILLA (CH): gris verdosa con poco limo

ARCILLA (CH) gris verdosa con pocos fosiles

ARCILLA (CH): gris verdoso con poco limo

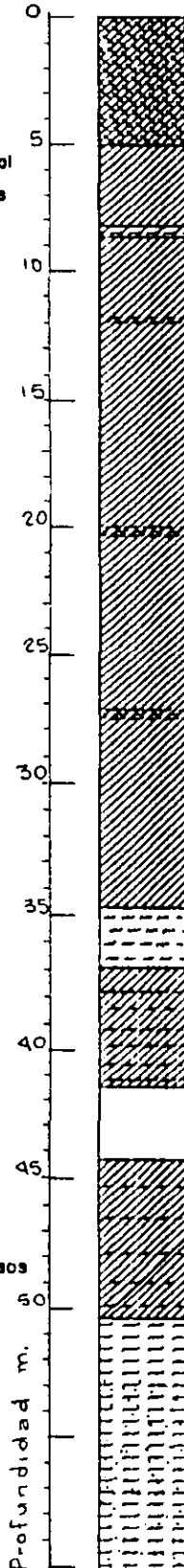
ARENA (S): fina gris poco limosa

ARCILLA (CH): gris verdoso con poco limo

ARENA (S): fina gris poco limosa

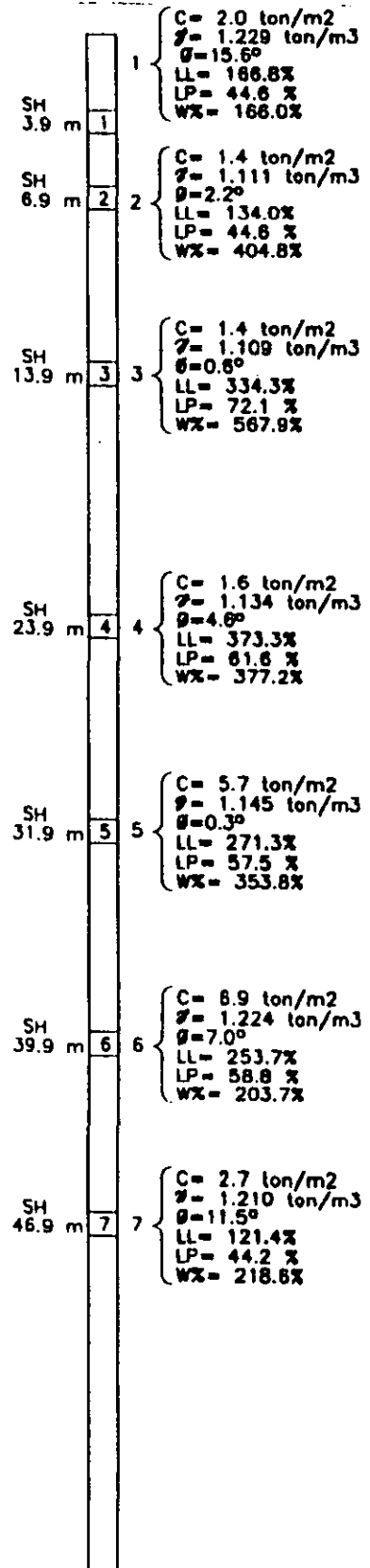
ARCILLA LIMOSA (CH): gris oscuro poco limoso con horizontes arenosos

LIMO ARENOSO (ML): gris oscuro



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

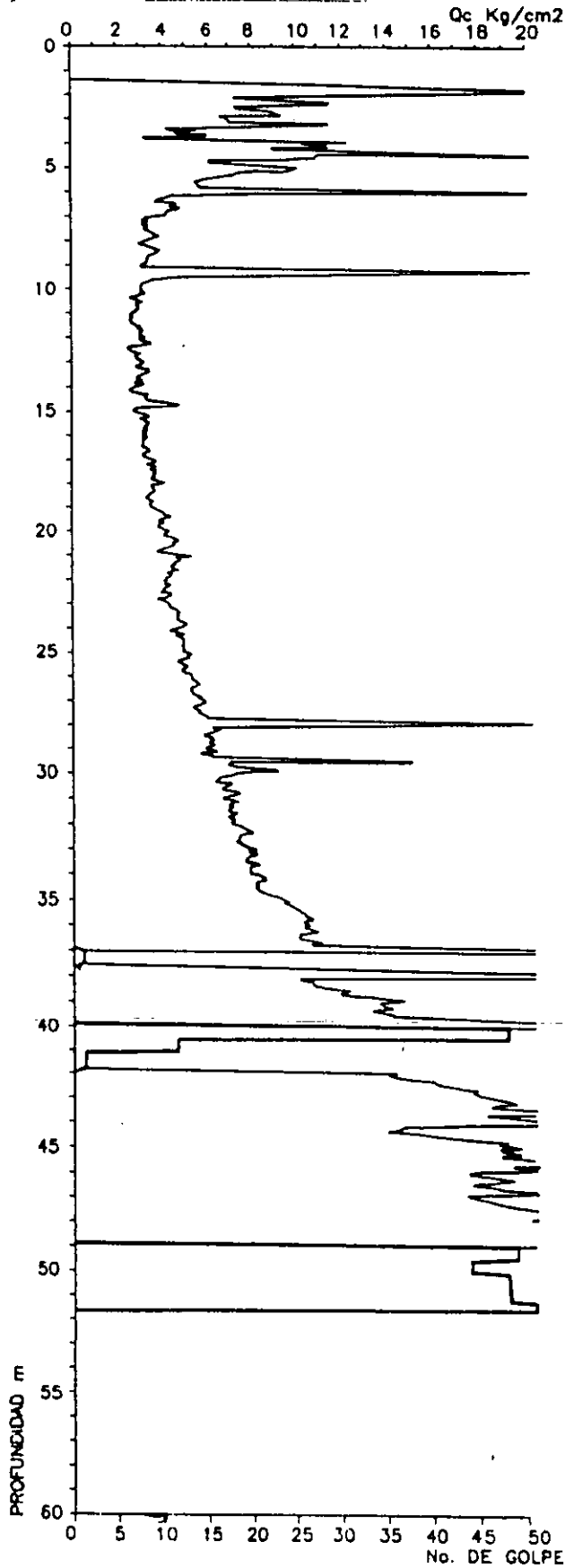
FIGURA 15





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

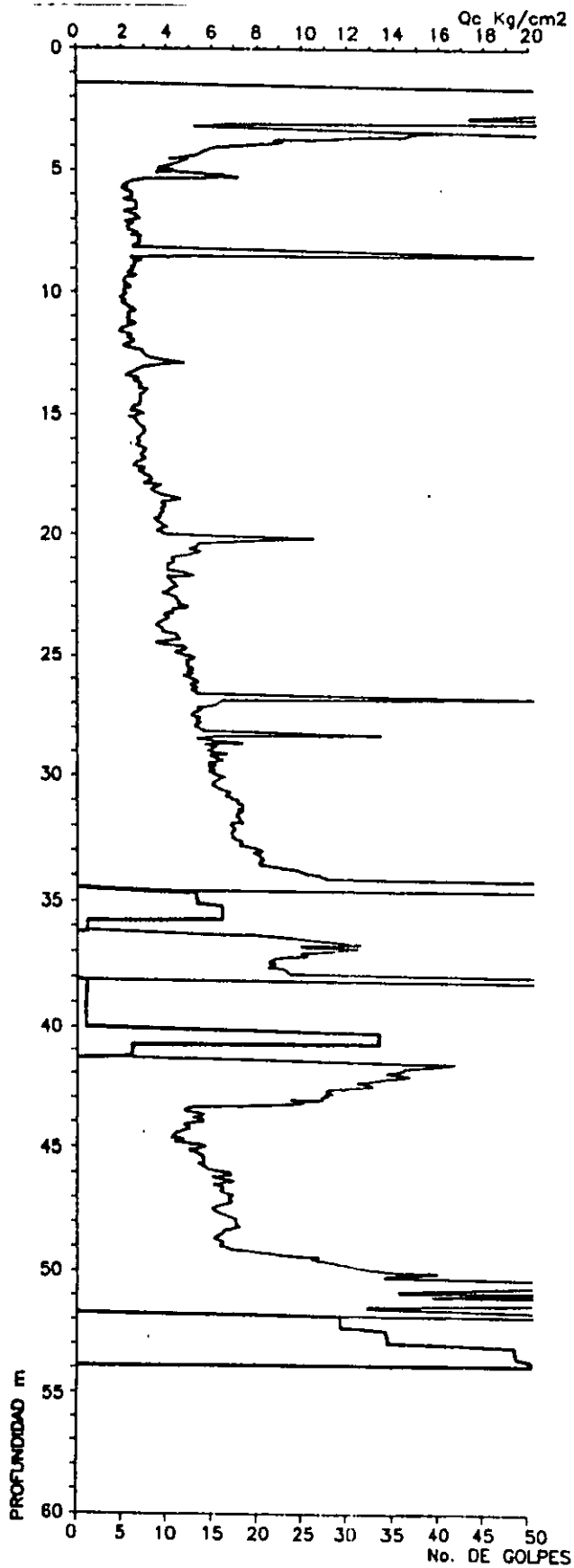
FIGURA 16





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

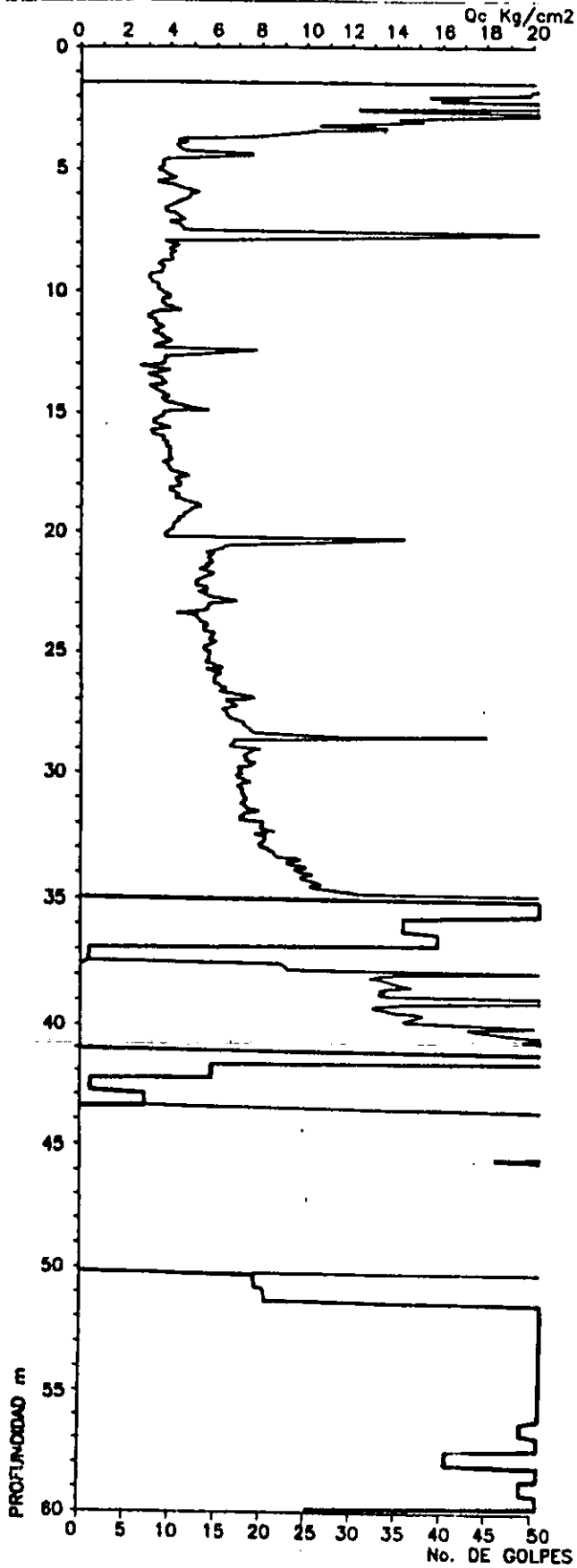
FIGURA 17





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 18



2.3.-Proyecto Ejecutivo

“Una red urbana cualquiera puede ser tratada en forma total o en partes, al considerar solamente una parte, o como una subred, el problema se simplifica, y en consecuencia es más factible obtener en un lapso breve una buena solución.

Sin embargo la adopción de una subred para obtener una solución óptima puede corresponder a una necesidad de otorgar preferencia en el flujo de ciertas corrientes direccionales que intentan alcanzar diferentes puntos e intersecciones de la red.

Se dice que hemos adoptado una estrategia de control cuando hemos seleccionado una subred para lograr en ella una solución óptima en detrimento posiblemente del resto de la red¹.

Tomamos esta cita para hacer notar que aún cuando se ha llegado a seleccionar una solución para un problema de vialidad, esta no siempre será una solución buena, ya que los problemas viales son muy complejos y al tratarse de soluciones puntuales, resuelven de igual manera los problemas, es decir, puntualmente. Y solo cuando se ha dado solución a varios puntos de la misma red vial, se estará resolviendo el problema de una manera más general, que aún así no resuelve el problema global, pues el sistema vial es muy complejo, como para resolverlo con éste tipo de soluciones, que solo vienen a amortiguar la problemática generada por el crecimiento descontrolado de la ciudad de México y su zona metropolitana.

Así, el puente objeto del presente trabajo puede describirse mediante los siguientes puntos a tratar:

2.3.a) Propuesta Arquitectónica

El proyecto arquitectónico de obras viales debe satisfacer determinados requisitos, sobre todo para su correcto funcionamiento más que su apariencia.

Para el caso de un puente será necesario dimensionar los espacios verticales y horizontales, esto tomando como base todos los estudios realizados con anterioridad, en los que ya se han detectado cantidades y tipos de vehículos, así como sus necesidades de circulación.

¹ Martínez Márquez Alejandro. Control de tránsito Urbano. Ed. Limusa.México. 1979

Para el diseño de un puente, habrá de tomarse en cuenta el efecto que tendrá hacia las construcciones y habitantes de las zonas aledañas al paso.

Lo anterior estará cubierto si para desarrollar el proyecto arquitectónico, se consideran los conceptos y normas mínimas:

- **Alineamiento.-** El trazo del proyecto debe seguir lo más cercano posible a una línea recta, y dependiendo de las condiciones particulares del caso, se tendrá que seguir una trayectoria diferente.

- **Velocidad.-** La velocidad es un parámetro que una vez estudiada, deberá ser regulada y controlada. De aquí, surge el concepto de la llamada "Velocidad de Proyecto" o "Velocidad Directriz", que no son otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de una vialidad en su aspecto operacional.

- **Volumen de Tránsito.-** El volumen de tránsito es una cierta cantidad de vehículos de motor que transitan por un camino en determinado tiempo y en el mismo sentido. Se llama tránsito promedio diario (TPD) al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan durante 24 hrs. En un cierto período de tiempo, que normalmente puede tomarse como un año.
Por otro lado, los volúmenes horarios son los que resultan de dividir el número de vehículos que pasan por un determinado punto en un período de tiempo, entre el valor de ese período de tiempo en horas. Los Volúmenes Horarios Máximos son los que se emplean para proyectar los aspectos geométricos de los caminos y se les denomina "Volumen Directriz". Este Volumen Directriz usualmente se usa como el 12% del TPD.

- **Tipo de Tránsito.-** El tipo de tránsito lo constituyen la clase de vehículos que transitarán por la vialidad. El tipo de tránsito influye de una manera decisiva en el proyecto de un puente, ya que afecta notablemente tanto a la parte geométrica como a la estructura del mismo, es necesario que dicho tránsito sea estimado de la mejor manera posible previendo cualquier aumento.

-Capacidad.- La capacidad práctica de trabajo de un puente es el volúmen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada. Esta se mide generalmente en vehículos por hora y por carril, o bien vehículos por hora por el numero de carriles.

Los parámetros que inciden directamente en la capacidad son: el ancho de sección, visibilidad, pendiente, ancho de acotamientos, porcentaje de vehículos pesados, etc.

- **Ancho de Carril.-** La capacidad afecta de manera directa a la capacidad de una vialidad, como se puede observar en la siguiente tabla:

EFFECTOS DEL ANCHO DEL CARRIL

Ancho del carril, (metros)	Vehículos por hora. (Por dos carriles)	Porcentaje de la capacidad con respecto a la sección óptima.
- 3.66 (óptima)	- 900	- 100
- 3.35	- 774	- 86
- 3.05	- 693	- 77
- 2.75	- 630	- 70
-	-	-

-Curvatura.- Se denomina *grado de curvatura* al ángulo en el centro correspondiente a un desarrollo de arco de 20 mts.

-Sobreelevación.- Cuando un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de una curva, al recorrer ésta aparece la fuerza centrífuga que origina dos peligros de estabilidad para el vehículo en movimiento: el peligro de deslizamiento transversal y el peligro de vuelco.

Para evitar los peligros mencionados es necesario sobreelevar las curvas.

Dependiendo del grado de la curva, será el valor recomendado de la sobreelevación:

Grado de la Curva	Sobreelevación (%)
2	2.0
2.5	4.0
3	6.0
3.5	7.4
4	8.5
4.5	9.3
5	10.0
5.5	10.6
6	11.0
6.5	11.4
7	11.7
8	12.3
9	12.6
10	12.8
En adelante	12.8

-Ampliación.- En virtud de que el eje de las ruedas traseras de un vehículo que transita por el lado interior de una curva horizontal se mantiene en coincidencia con el radio de la misma, y por ser rígida la base del vehículo, las ruedas delanteras tienen que seguir una ruta que las acerca al centro del camino; y por otro lado, los vehículos que transitan por la parte exterior tienen que mantener las ruedas delanteras dentro del pavimento, obligando a las traseras a recorrer una ruta que también las acerca más al centro de la vialidad, y como se necesita mantener entre los vehículos claros iguales a los que existen en las tangentes, se precisa, entonces, la ampliación del pavimento en las curvas.

Así, las curvas horizontales se deberán ampliar en una cantidad constante desde el PC hasta el PT disminuyendo gradualmente hasta el inicio de las transiciones.

-Transición.- Es la liga entre un tramo recto de una vialidad y una curva, de tal manera que si la transición es proyectada adecuadamente, el conductor de un vehículo siga una trayectoria con facilidad, aumentando y disminuyendo su

fuerza centrífuga gradualmente, conforme entre y salga respectivamente de una curva circular, disminuyendo con ello la tendencia a invadir el carril adyacente.

-Pendiente.- La pendiente deberá estar en función de la categoría de una vialidad, determinando las pendientes máximas, la potencia de los vehículos que tendrán que circular por ella.

-Visibilidad.- Tanto en planta como en perfil es necesario que en el puente exista una distancia de visibilidad adecuada, para que el conductor del vehículo pueda ver delante de él a una distancia tal que le permita tomar, con garantía, decisiones oportunas. Definiéndose dos tipos de visibilidades: la distancia de visibilidad para pasar, y la distancia de visibilidad para parar.

-Ancho de Sección.- Este es un punto muy importante en el diseño del puente, ya que influye grandemente tanto en el costo de la obra, como en su capacidad de tránsito. Debiendo llegar a un punto de equilibrio entre estos dos parámetros, logrando así un ancho de sección óptimo, y el más económico.

El ancho de cada vía dependerá así mismo de las dimensiones máximas de los vehículos que harán uso de ella, y de la velocidad de los mismos.

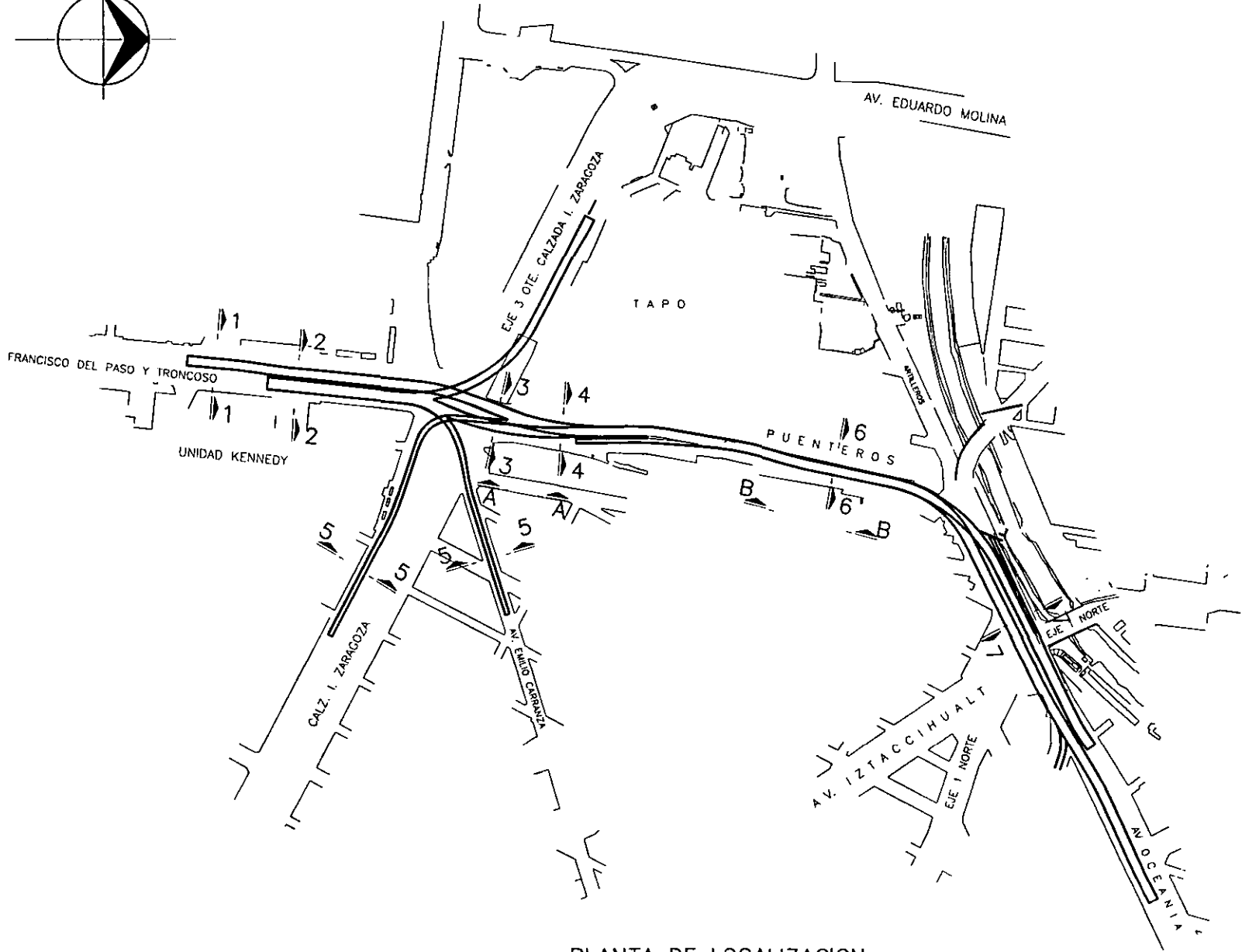
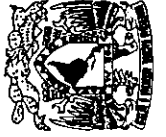
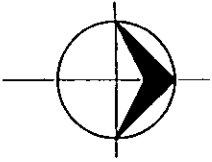
Las normas aconsejables para el ancho de vía, es: con menos de 200 vehículos por vía y por hora es de 3.35 m, y cuando se tengan más de 200 vehículos por vía y por hora, es aconsejable usar 3.66 m por vía pavimentada.

A los anchos totales anteriores es necesario agregarle los valores correspondientes a los acotamientos, para dar así el ancho total de la sección.

Para una carretera una condición perfecta sería una sección transversal de camino de 3.66 m por vía de circulación pavimentada y de 1.84 m por cada acotamiento, lo cual en un puente vehicular urbano, como lo es en nuestro caso, no es lo más económico, aunque con ello se reduzca la capacidad real de la vía.

-Derecho de vía.- Se conoce como derecho de vía, a la faja de terreno dentro de la cual se alojan una vía de comunicación y sus servicios auxiliares.

En la figura 19 siguiente, se muestra una planta general del puente, y en las figuras 20 a 28 posteriores, se muestran diferentes secciones a lo largo de todo el puente, cortes y elevaciones donde se podrá observar que no siempre se ha cumplido con los puntos tratados en este capítulo, pero ha sido por las condicionantes que el mismo proyecto impone, como lo son el área disponible para su trazo, las construcciones e instalaciones existentes, condicionantes económicas y políticas, etc.



PLANTA DE LOCALIZACION

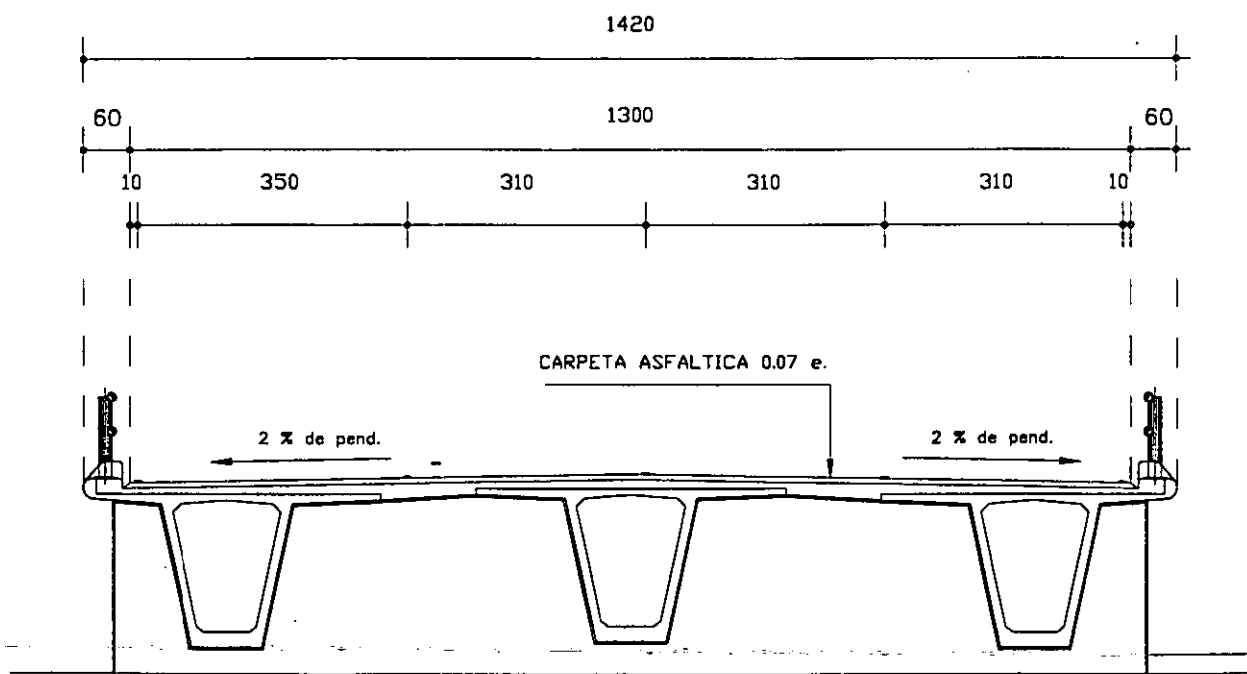
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA No. 19



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

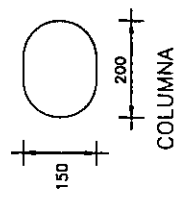
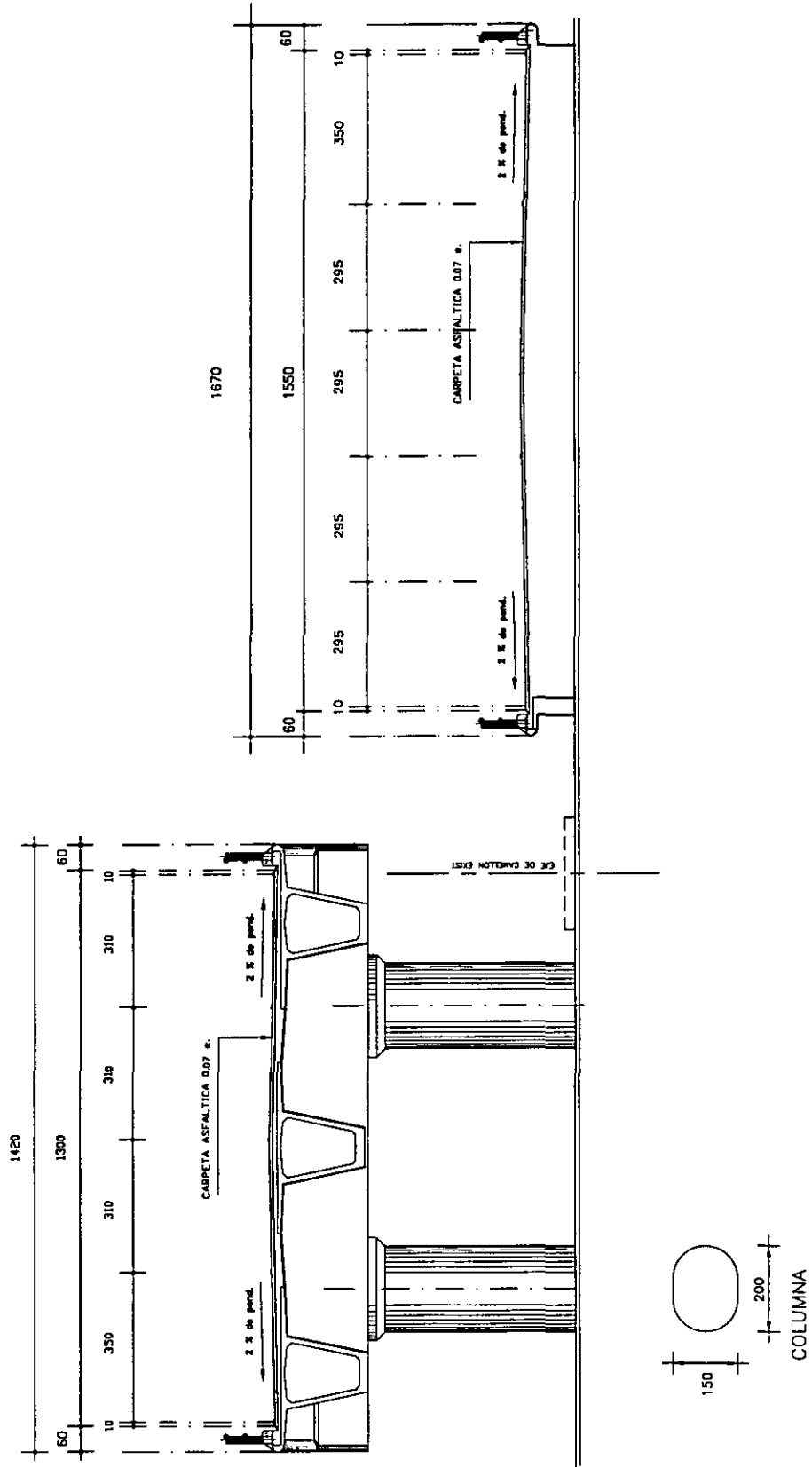
FIGURA 20





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 21

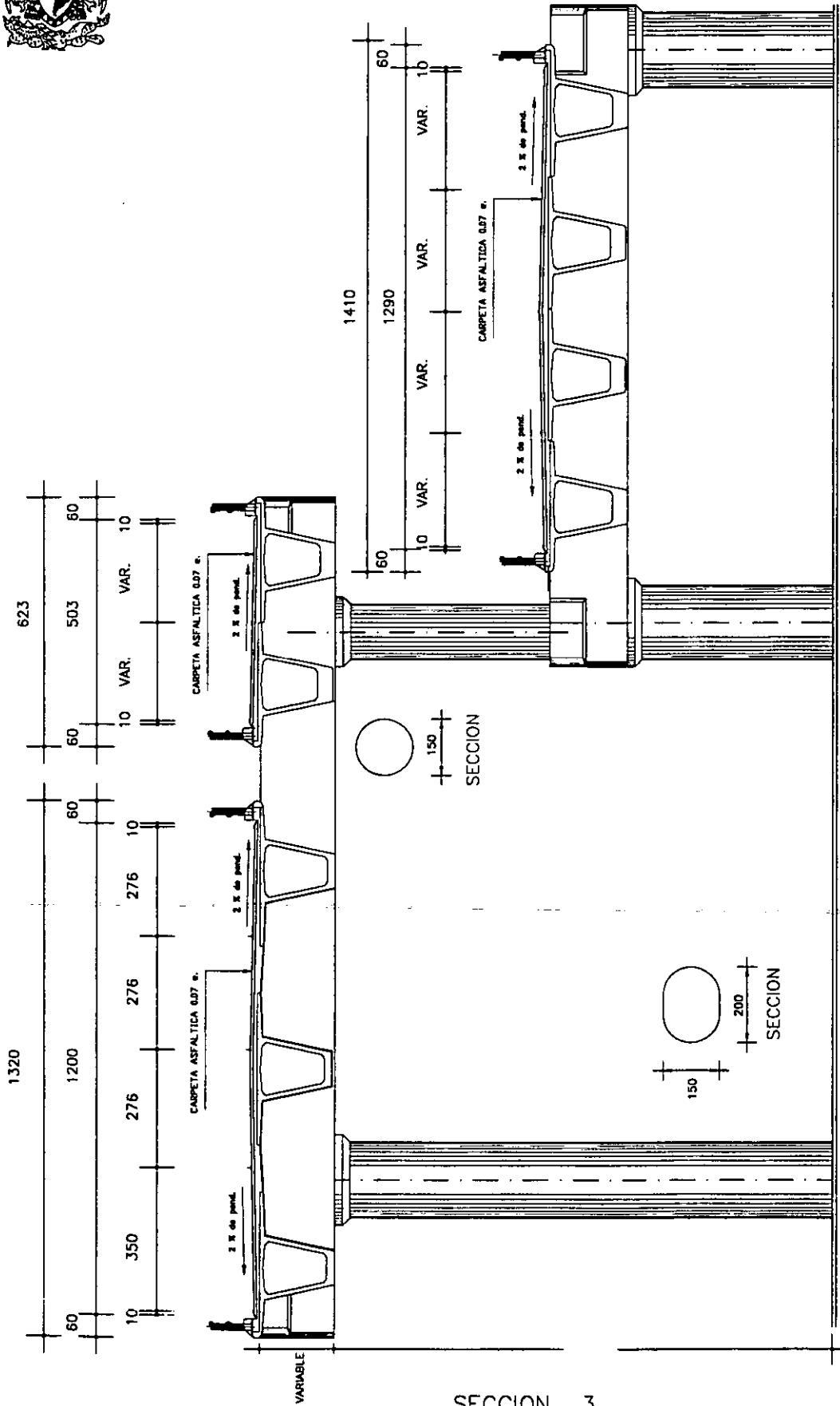


SECCION 2



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 22

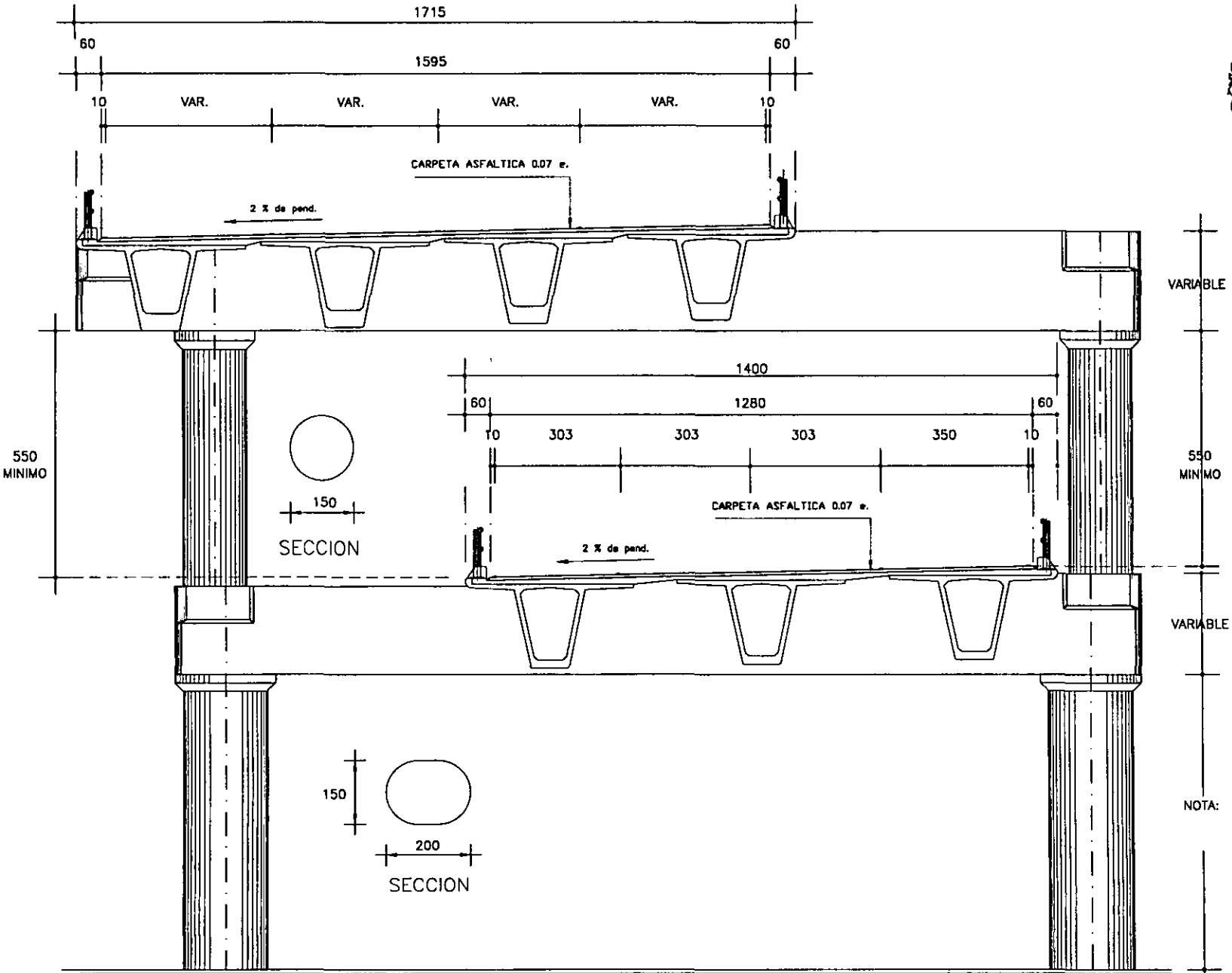


SECCION 3



52

SECCION 4

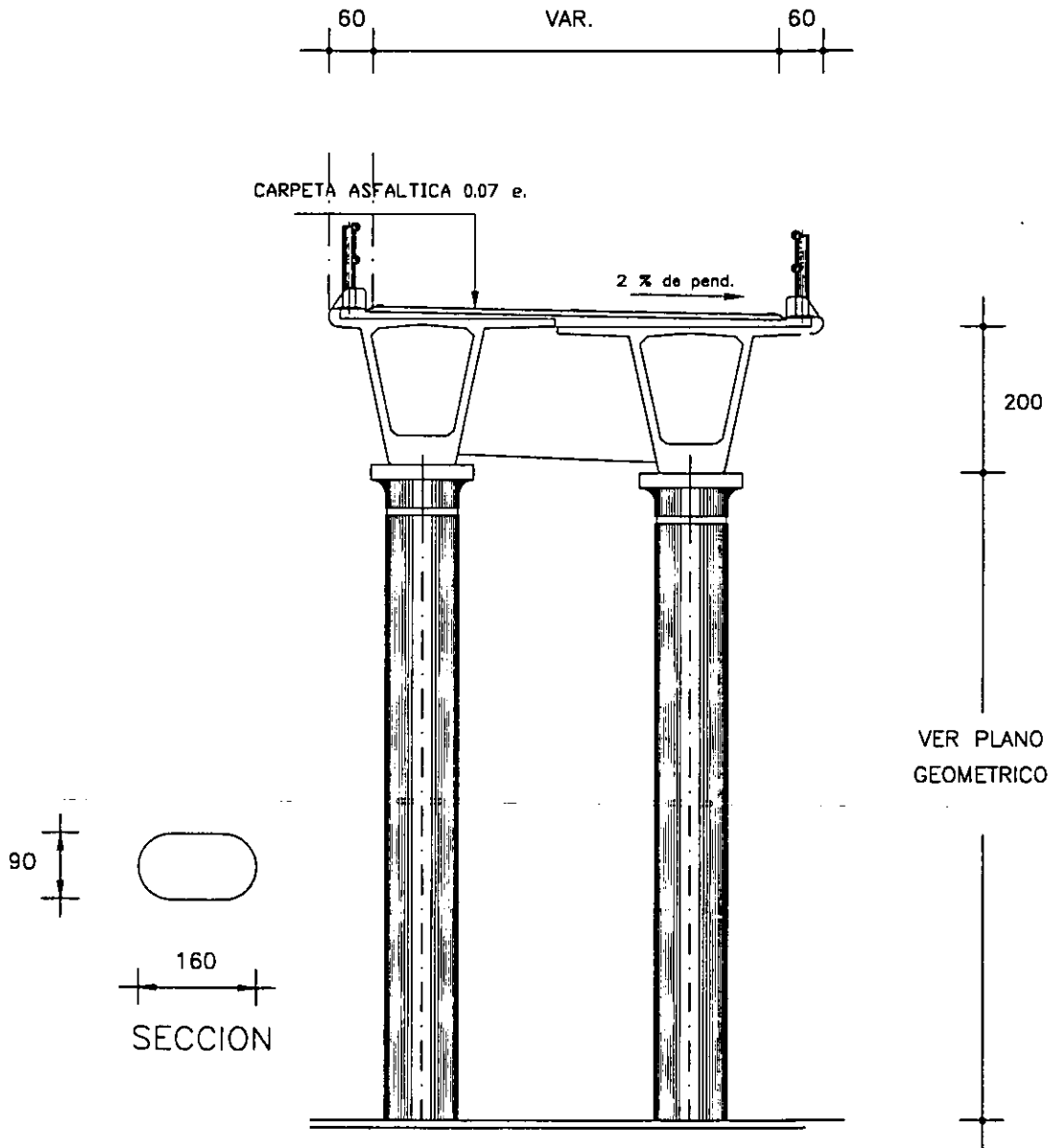


PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA
FIGURA 23



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

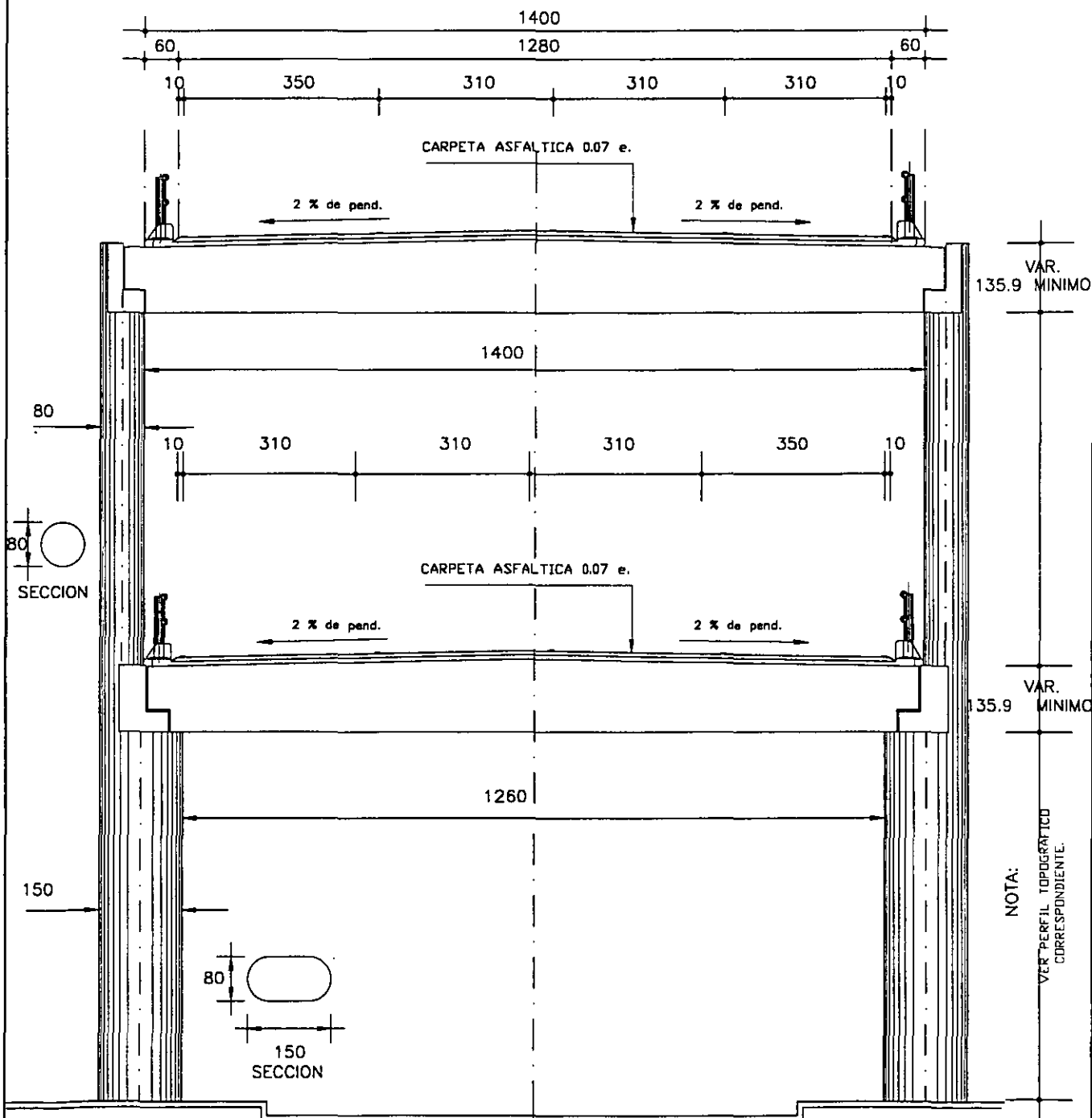
FIGURA 24





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 25



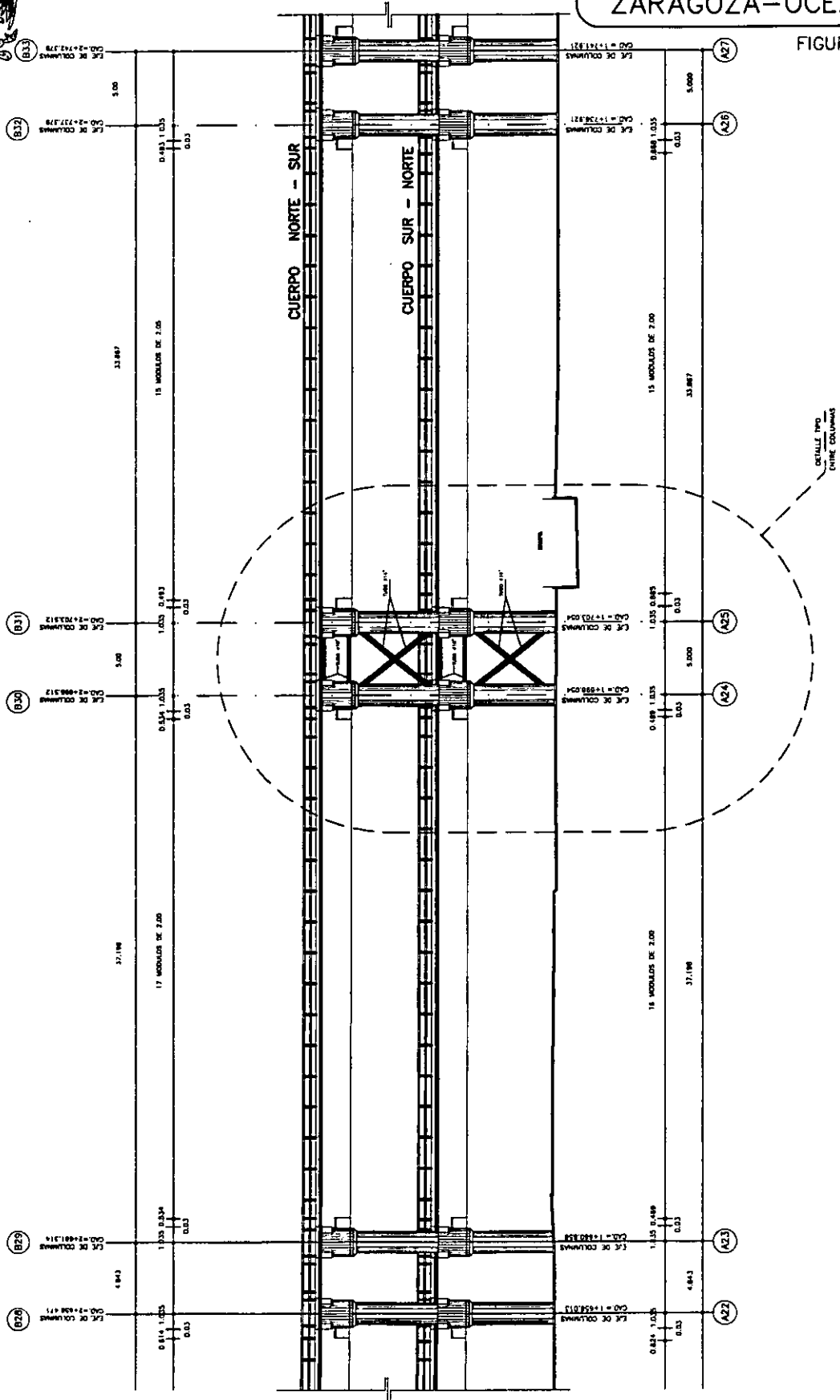
SECCION 6

(SECCION TIPO ENTRE EJES M1 AL M43)



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

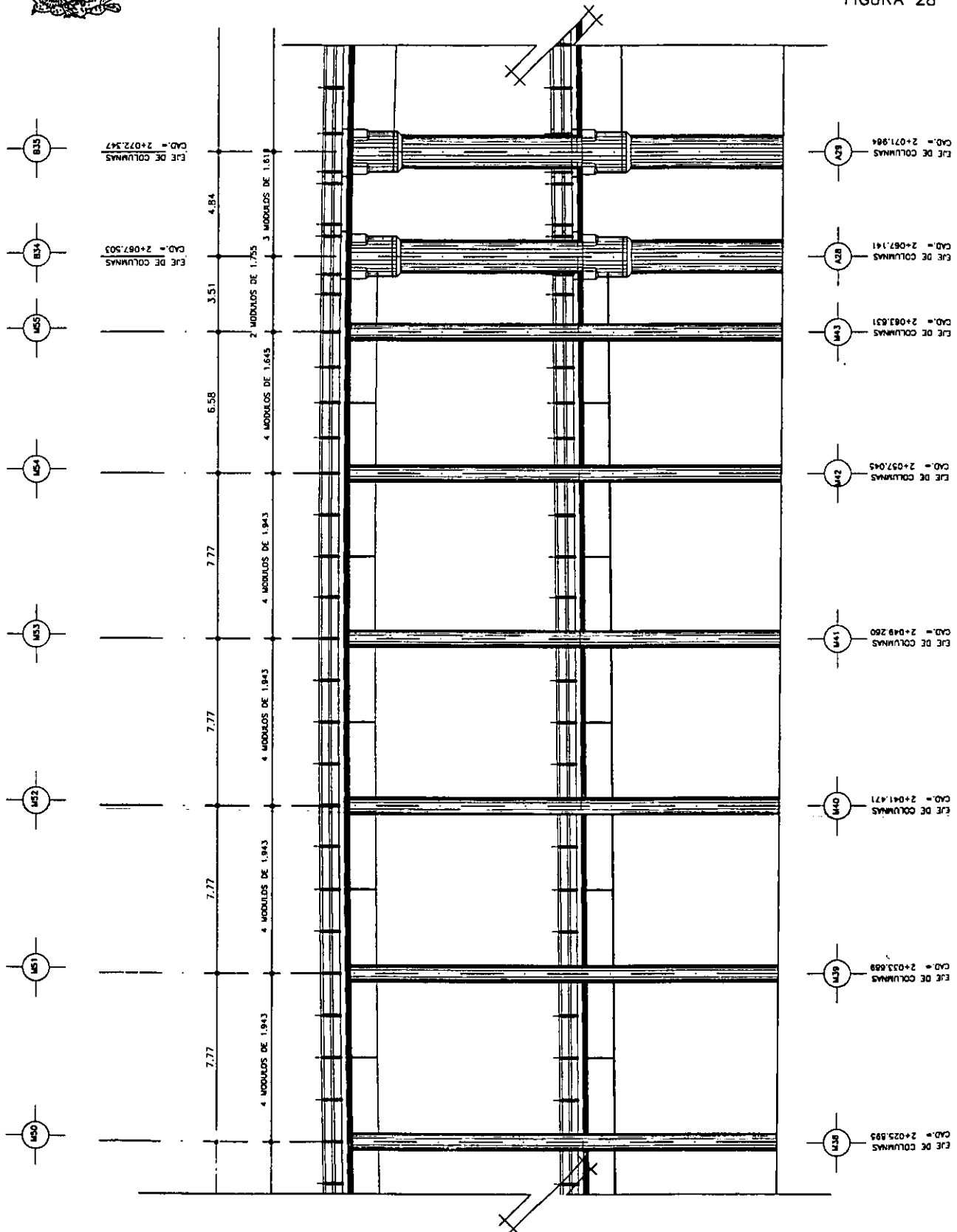
FIGURA 27





PUENTE DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 28



2.3.b Cimentación

El análisis de la cimentación debe involucrar una serie de investigaciones, estudios y análisis de datos, tendientes a determinar el tipo de cimentación mas adecuada a la estructura en estudio.

Así, el estudio debe iniciar con una introducción, en la que se planteen los antecedentes, los objetivos y una breve descripción general del proyecto y su localización.

Enseguida, deberán determinarse las propiedades de los suelos en sitio, mediante datos geológicos y geotécnicos existentes, así como con datos provenientes de los trabajos de campo y de laboratorio. De los cuales se obtendrán los perfiles estratigráficos y propiedades índice y mecánicas de los suelos correspondientes.

Hasta este punto, es lo que en el capítulo correspondiente a "estudios preliminares", se trató de manera general, pero que de algún modo forma parte del análisis y diseño de la cimentación, que es el tema en turno.

Complementando este capítulo, faltan por mencionarse los dos aspectos siguientes:

Análisis geotécnicos y el Procedimiento constructivo.

- **Análisis Geotécnicos:** Tipo de cimentación.

Debido a la gran magnitud de las cargas verticales y horizontales que la superestructura del puente transmite al suelo de cimentación, una opción de cimentación superficial fue descartada desde un principio, pasándose inmediatamente al análisis de una cimentación profunda, revisando para ello la capacidad de carga y los asentamientos generados por la solución adoptada.

Además, se tiene ya una amplia experiencia de los puentes del mismo tipo que se han construido en la Ciudad de México, los cuales se han cimentado de una manera similar, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a capacidad de carga y deformaciones se refiere; teniéndose con esto también una amplia experiencia en el procedimiento constructivo.

Debido a lo anterior, para este caso se analizó una solución de cimentación conformada con pilotes, con excavación parcial previa, desplantados sobre del estrato firme que representa la primera capa dura, característica del subsuelo de la Ciudad de México; ya que este material, por sus propiedades de resistencia evidenciadas en los resultados de la exploración y pruebas de laboratorio realizadas, ofrece el apoyo adecuado para soportar las cargas de la estructura en su conjunto.

-Capacidad de Carga

Tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo y el tipo de cimentación por analizar, los cálculos de capacidad de carga se realizaron a partir de la expresión general para estos casos, la cual es :

$$Q = Q_p + Q_f \quad (1)$$

donde:

- Q Capacidad de carga total del pilote
- Q_p Capacidad de carga por punta del pilote
- Q_f Capacidad de carga por fricción del pilote

Además

$$Q_p = \left(cN_c + \gamma_m D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \right) A_p \quad (2)$$

y, por otra parte

$$Q_f = \sum_{i=1}^n (f s_i A f_i) \quad (3)$$

donde:

- c Cohesión del material de apoyo
- γ_m Peso volumétrico del material por encima del desplante del pilote
- D_f Profundidad de desplante de la cimentación a partir de la superficie
- γ Peso volumétrico del suelo de apoyo
- B Ancho o diámetro del pilote

N_c, N_q, N_γ	Son los coeficientes de capacidad de carga (los cuales dependen del ángulo de fricción interna (ϕ) del material de apoyo)
A_p	Area transversal del pilote
f_{s_i}	Resistencia de fricción desarrollada en el área lateral del fuste del pilote, en cada estrato que aporta resistencia por este concepto
A_{f_i}	Area lateral del fuste del pilote involucrada en cada estrato que aporta resistencia por este concepto, y
n	Número de estratos que se considera que aportan resistencia por fricción en la capacidad de carga total del pilote.

Con respecto a la aplicación de estas expresiones se indican los siguientes comentarios:

- Para el caso de cimentaciones profundas, el término $\gamma_m \cdot D_f$ corresponde al esfuerzo efectivo obtenido a la profundidad de desplante de dicha cimentación, lo que implica que el peso volumétrico del material debe considerarse como sumergido en caso de existir agua freática.

-La expresión general para el cálculo de la capacidad de carga por punta, se aplica igual para todos los criterios desarrollados por los diferentes investigadores que han realizado pruebas en este tipo de cimentaciones, sin embargo, los factores de capacidad de carga N_c , N_q , y N_γ son los parámetros que varían en cada criterio, marcando éstos la diferencia en los valores de la capacidad obtenida.

-La resistencia por fricción f_{s_i} se obtiene también por medio de diferentes criterios, entre los cuales está el criterio de Tomlinson (1971), o método α , el cual se conforma como sigue:

$$f_s = \alpha c + \bar{q} K \tan \delta \quad (4)$$

donde:

- α Factor de adherencia correspondiente al estrato en cuestión, y depende del tipo de material y de la penetración del pilote en el suelo cohesivo
- \bar{q} Esfuerzo efectivo correspondiente a la profundidad del estrato en cuestión
- K Coeficiente de presión lateral del suelo en el nivel del estrato considerado
- δ Angulo de fricción efectiva entre el suelo y el material que constituye al pilote.

Es importante mencionar que a pesar de que las expresiones (2) y (3) son genéricas, existen otros criterios para el cálculo de la capacidad de carga por punta y por fricción de una cimentación profunda, los cuales básicamente se fundamentan en los resultados de la prueba de penetración estándar (SPT) del estrato donde se pretende apoyar el pilote y en la profundidad de desplante y esfuerzos efectivos a ese nivel, respectivamente. En estos casos se cuenta con el método AASHTO y con un método que se basa en el número de golpes N ($N = N^\circ$ de golpes / 30 cm) obtenidos a partir de la prueba de penetración estándar.

Además de los métodos anteriores, también se tienen los métodos de la AASHTO y un método semi-empírico (que se basa en los resultados de la prueba de penetración estándar), con la finalidad de revisar la capacidad de carga de la cimentación.

Del análisis teórico desarrollado, se llega a obtener una capacidad de carga de cada uno de los pilotes, y de su conjunto, cuyo número total por zapata estará determinado por las descargas obtenidas del análisis estructural.

Cabe aclarar que en los resultados de capacidad de carga están considerados los siguientes aspectos importantes:

- La profundidad de desplante de los pilotes es de 35.0 m respecto a la superficie.
- La capacidad de carga calculada incluye el peso propio del pilote.
- Los resultados obtenidos son válidos para condiciones estáticas, para condiciones dinámicas se les debe adicionar un 30%.

- Se utiliza un factor de seguridad de 3 para condiciones estáticas.
- La construcción de los pilotes debe estar sujeta a determinadas especificaciones.
- Los parámetros de diseño utilizados para el nivel de desplante corresponden al de un material cohesivo-friccionante, con un ángulo de fricción interna y una cohesión calculadas de estudios realizados en el lugar de la obra.

-Asentamientos

Considerando las características estratigráficas obtenidas con base en las exploraciones efectuadas, se puede asumir que los pilotes no sufrirán asentamientos adicionales a los generados por la componente elástica del suelo ante la aplicación de las cargas (asentamientos inmediatos), debido a que los esfuerzos transmitidos por la cimentación se distribuyen y disipan dentro de los estratos de apoyo que se conforman de arcillas con pequeños lentes de arena fina, además de que el estrato que subyace a aquellos se conforma de una arena fina gris poco limosa, de consistencia dura.

Para la determinación de dichos asentamientos se recurrió a la teoría de la elasticidad, cuya expresión se indica a continuación (AASHTO, 1996):

$$\delta_e = \frac{q_o (1 - \nu^2) r I_p}{E_s} \quad (5)$$

donde:

δ_e Deformación elástica del suelo al ser cargado (cm)

q_o Presión de contacto suelo-cimentación (kg/cm^2)

ν Módulo de Poisson del suelo de apoyo

r Radio de la sección transversal del pilote (cm)

$$I_p = \frac{\sqrt{\pi}}{B_z}$$

B_z Factor de influencia que depende de la geometría de la cimentación

E_s Módulo de elasticidad del suelo de apoyo (kg/cm^2)

Los módulos de elasticidad y Poisson que se consideraron fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración geotécnica efectuada y a partir de la extrapolación de propiedades de materiales similares indicados en las Normas AASHTO 1996.

De los resultados de los cálculos efectuados, se puede ver que los asentamientos obtenidos resultaron admisibles para la cimentación analizada tomando en cuenta que:

-Las presiones de contacto consideradas en el análisis de asentamientos fueron aquellas obtenidas en el análisis de capacidad de carga del suelo, por lo que los asentamientos que se generarán al considerar sólo las presiones de servicio serán menores a los aquí obtenidos.

-Debido a la naturaleza del suelo de apoyo, los asentamientos que se generen se presentarán casi en su totalidad durante la etapa de construcción de la estructura, sin afectar el comportamiento ulterior de la misma.

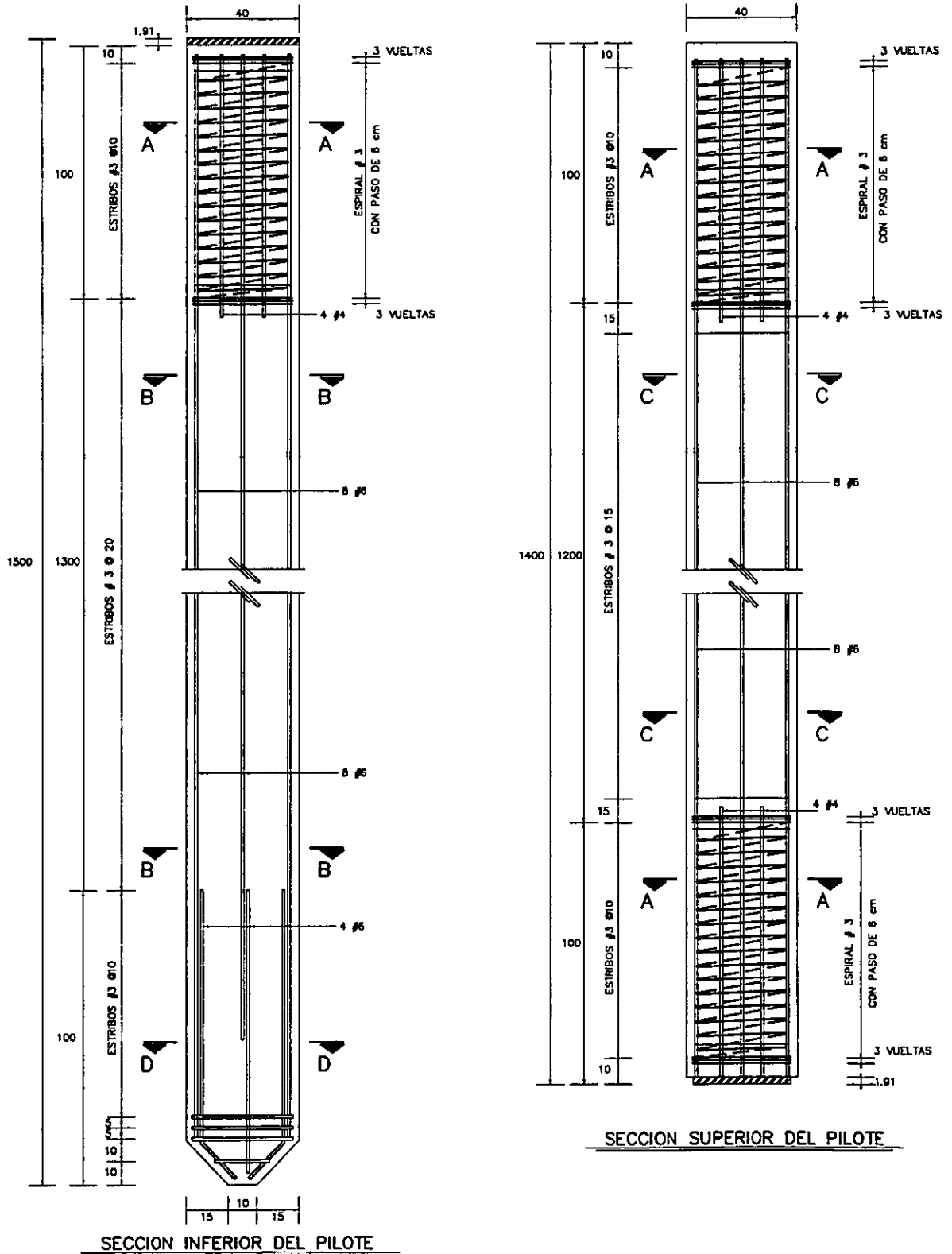
Del análisis y dimensionamiento de los elementos que conformarán la cimentación de la estructura, se pasa al diseño estructural de la misma, obteniéndose elementos como los que se ejemplifican en las figuras 29 y 30, en las que se muestran las secciones tipo de los pilotes, así como el manejo de los mismos, y en las figuras 31 a 33, en las que se muestran la planta y dos cortes de una zapata típica de uno de los apoyos.

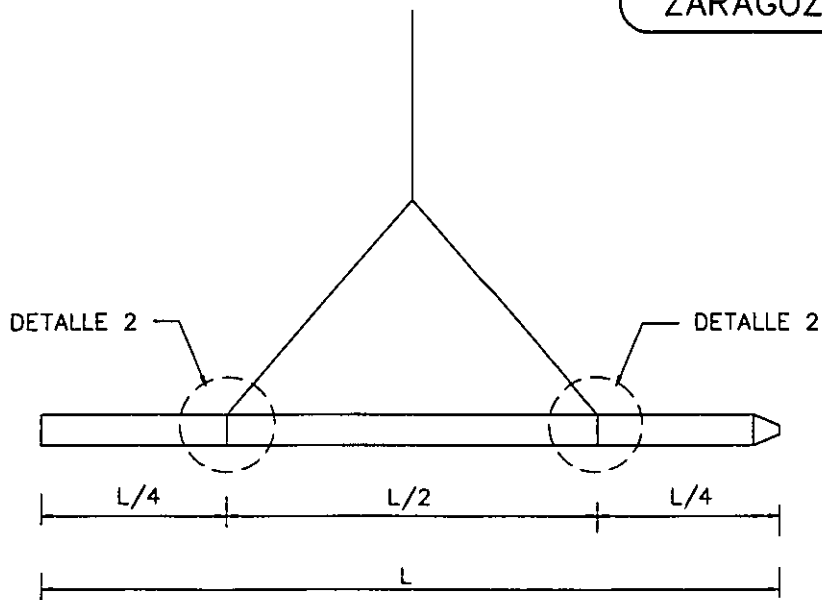
El aspecto referente al procedimiento constructivo de la cimentación, se tratará en el capítulo correspondiente, relativo a dicho tema.



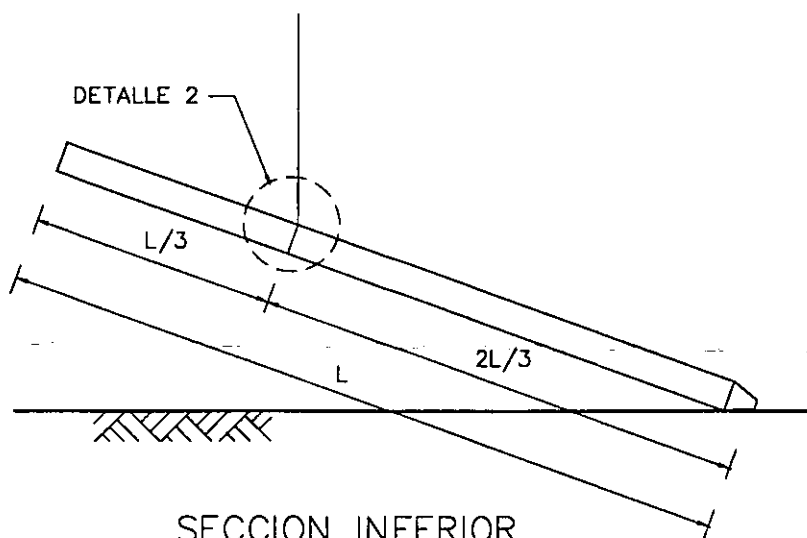
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 29

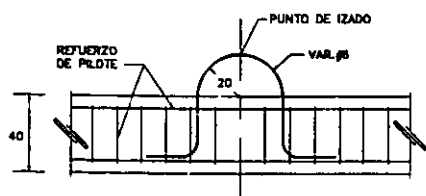




SECCION INFERIOR
(PARA ALMACENAJE)



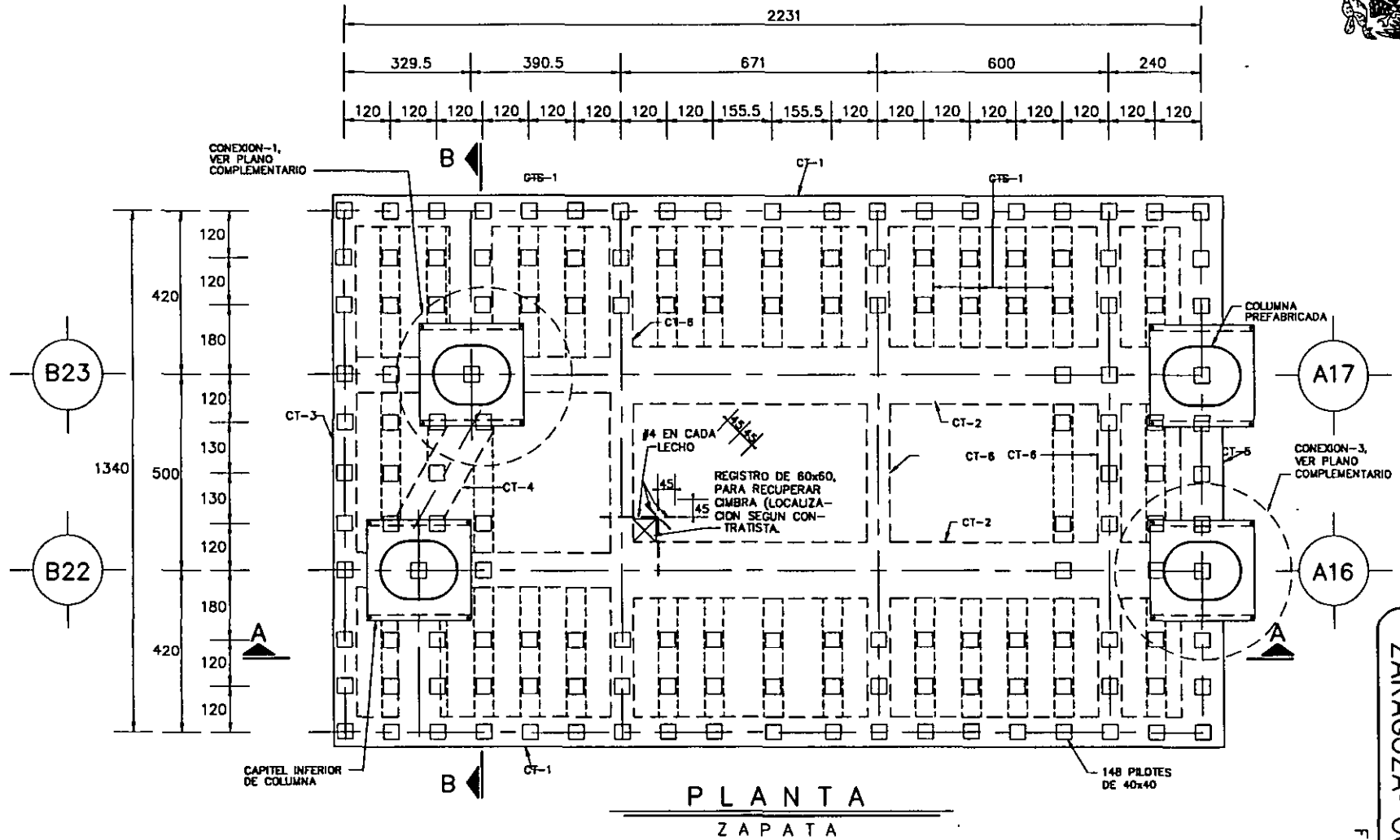
SECCION INFERIOR
(PARA HINCADO)



DETALLE - 2



PLANTA DE ZAPATA

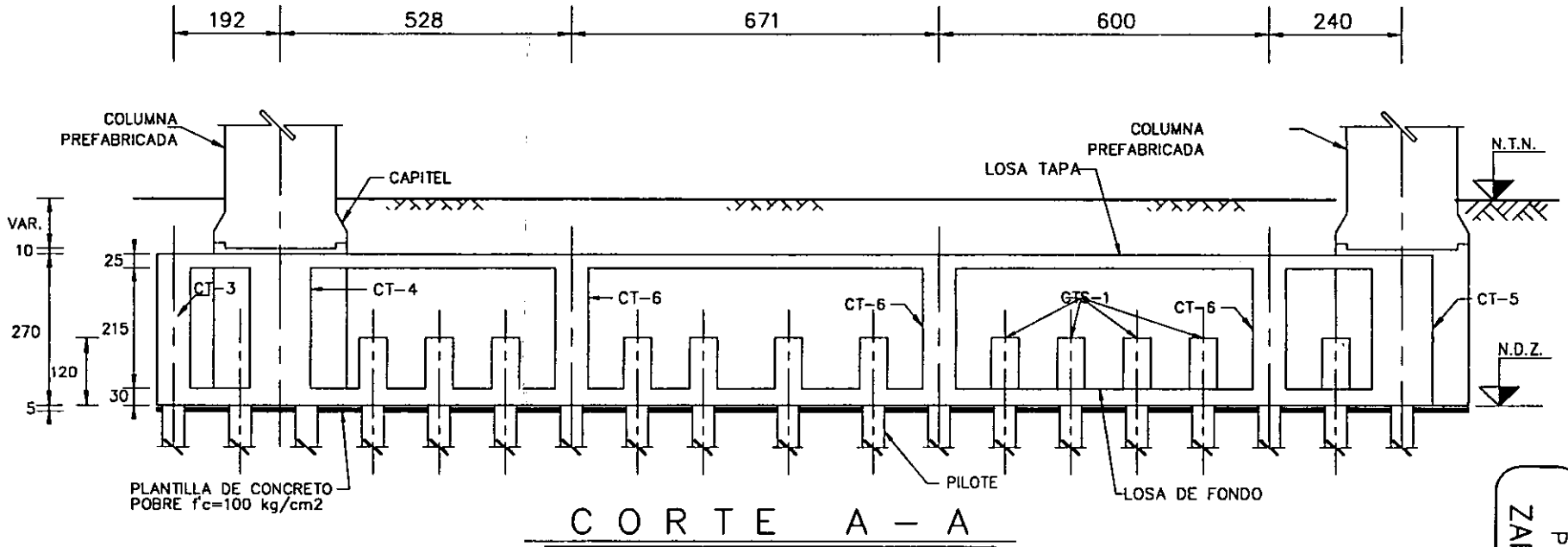


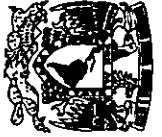
PUENTE DISTRIBUIDOR ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 31

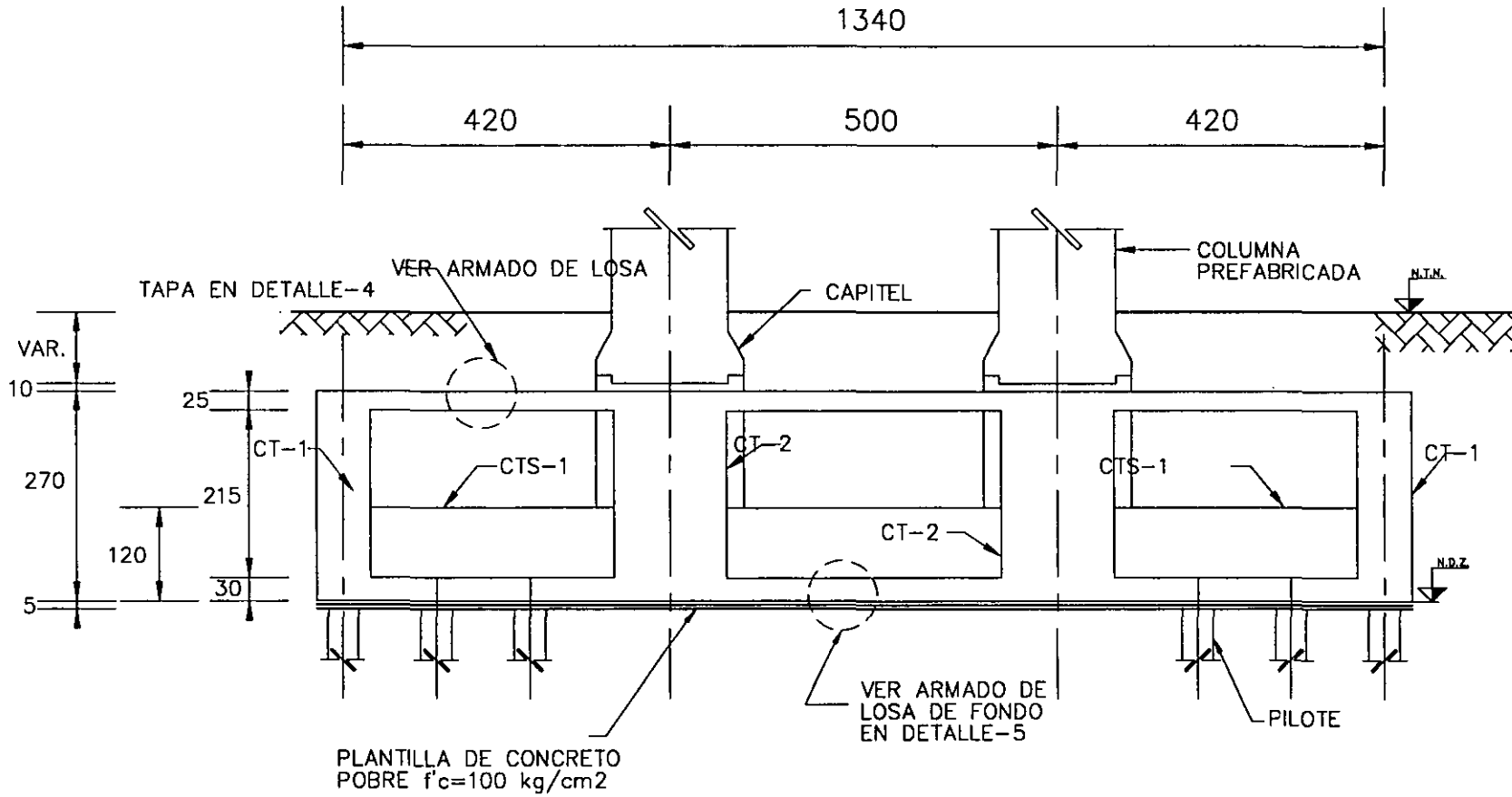


CORTE LONGITUDINAL DE ZAPATA





CORTE TRANSVERSAL DE ZAPATA



CORTE B - B

PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 33

2.3.c Superestructura

Un puente, como toda construcción de ingeniería, debe cumplir con una condición previa a su funcionalidad, que se debe cumplir ineludiblemente: su estabilidad; sin embargo esta no es la única, ya que además debe ir de la mano con otras condiciones, como es la economía, sobre todo en estas épocas de crisis, en que se busca obtener los mejores resultados con los menores recursos posibles.

Así, el diseño estructural debe tener un conocimiento lo más preciso y afinado del comportamiento real de una estructura, por lo cual es necesario aplicar una metodología bien definida, que se puede resumir en tres fases fundamentales: idealización, análisis e interpretación.

Para el caso de un puente, estas consideraciones son muy importantes, ya que por ejemplo, el análisis puede realizarse mediante diferentes idealizaciones a la vez, pues puede hacerse un análisis para obtener esfuerzos locales en un voladizo, o algo más complejo como lo es la obtención de la distribución transversal de esfuerzos longitudinales.

Estructuralmente un puente es un elemento que salva un claro, por lo tanto las cargas (generalmente de importancia) que actúan en el puente, son transmitidas a la cimentación.

Las cargas verticales aparte de las del peso propio y cargas permanentes, proceden del paso del tráfico superior que circula sobre el puente, y presentan su característica fundamental en el hecho de ser móviles.

Esto implica que en el cálculo de un puente, se tienen que determinar, en un conjunto de puntos o secciones los resultados máximos y mínimos que pueden producir, en dicho puente, la carga móvil o la sobrecarga.

Se suele considerar la estructura completa de un puente, compuesta por tres partes fundamentales:

- a) Tablero, que recibe directamente las cargas.
- b) Sistema estructural primario, que soporta al tablero y salva las cargas entre apoyos, y:
- c) Subestructura, formada principalmente por columnas, estribos, y sus correspondientes cimentaciones.

Además del conjunto de detalles del proyecto, fundamentales para un comportamiento adecuado del puente, de los cuales se mencionan: apoyos, conexiones, desagües, juntas, etc.

El diseño estructural presenta principalmente tres etapas:

- a) Determinación de acciones e idealización de la estructura.
- b) Análisis estructural para efectuar el cálculo de elementos mecánicos y deformaciones.
- c) Diseño de elementos estructurales.

a) Para la determinación de acciones es necesario referirse a los reglamentos correspondientes en los que se especifican las cargas posibles que pueden considerarse.

En el caso de un puente, las acciones pueden clasificarse como sigue:

1) Cargas permanentes:

- Peso propio.
- Cargas muertas.

2) Sobrecargas de uso:

- Tren de cargas
- Frenado
- Fuerza centrífuga
- Empuje sobre las barreras de protección
- Sobrecargas de uso específico.

3) Sobrecargas climáticas:

- Viento
- Nieve
- Granizo

4) Sobrecargas de agua

5) Sobrecargas del terreno

6) Sobrecargas accidentales

- Choques : Vehículos del tráfico superior
- Choques : Vehículos del tráfico inferior

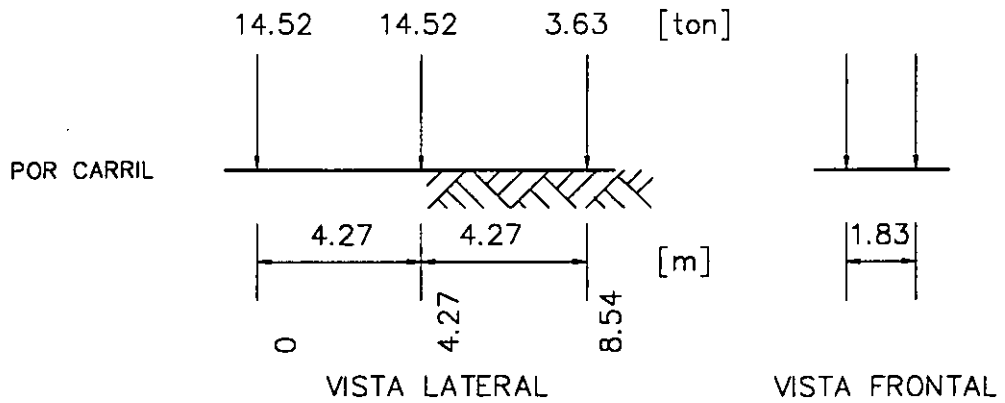
7) Acciones indirectas:

- Pretensado
- Fluencia del concreto
- Retracción del concreto
- Térmicas



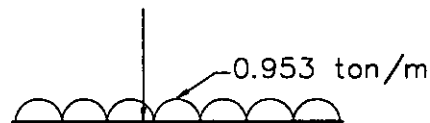
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 34



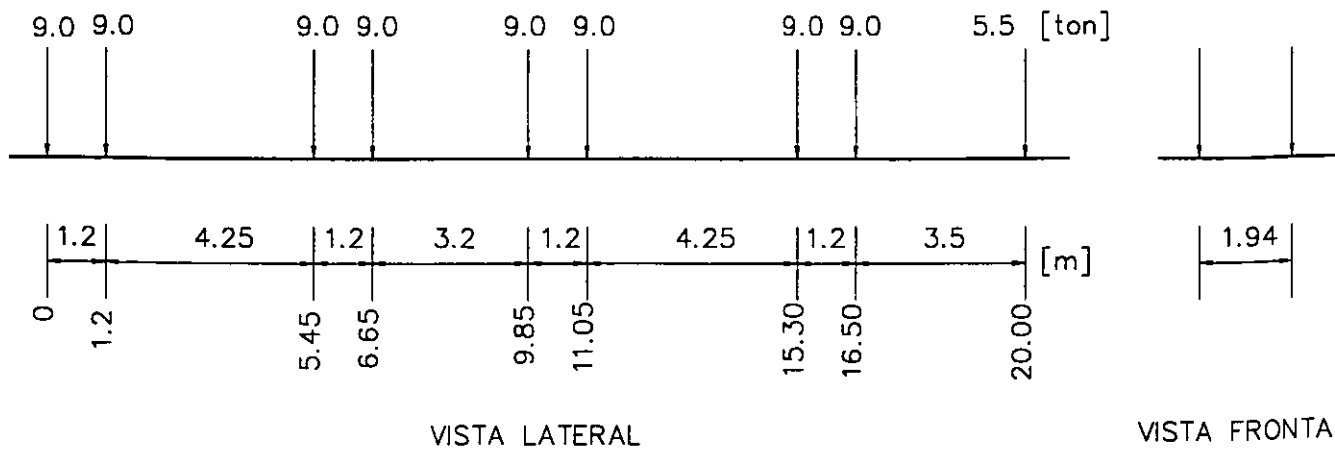
CAMION HS-20

11.80 ton, PARA CORTANTE
8.17 ton, PARA MOM. FLEX.

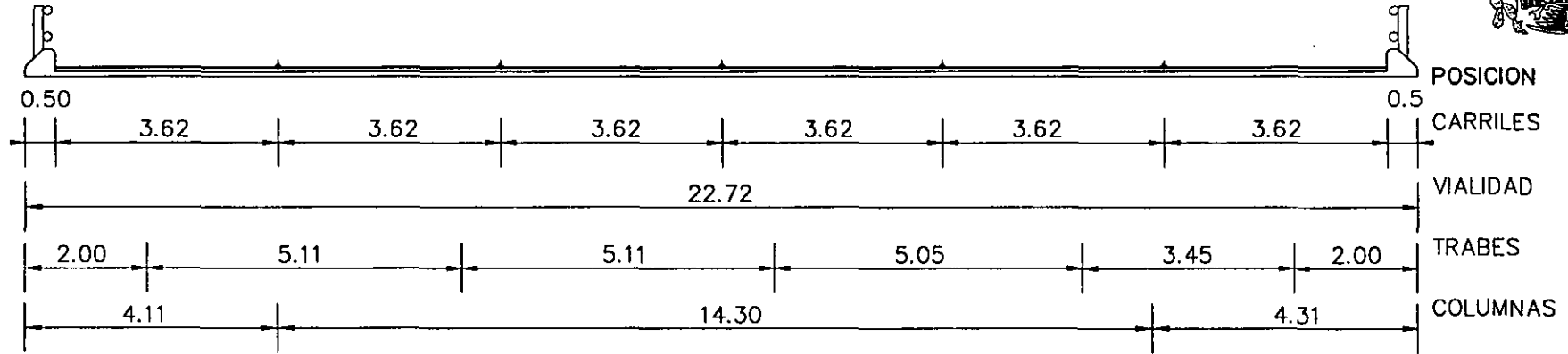


* POSICION MAS DESFAVORABLE
VISTA LATERAL

CARGA DE LINEA HS-20

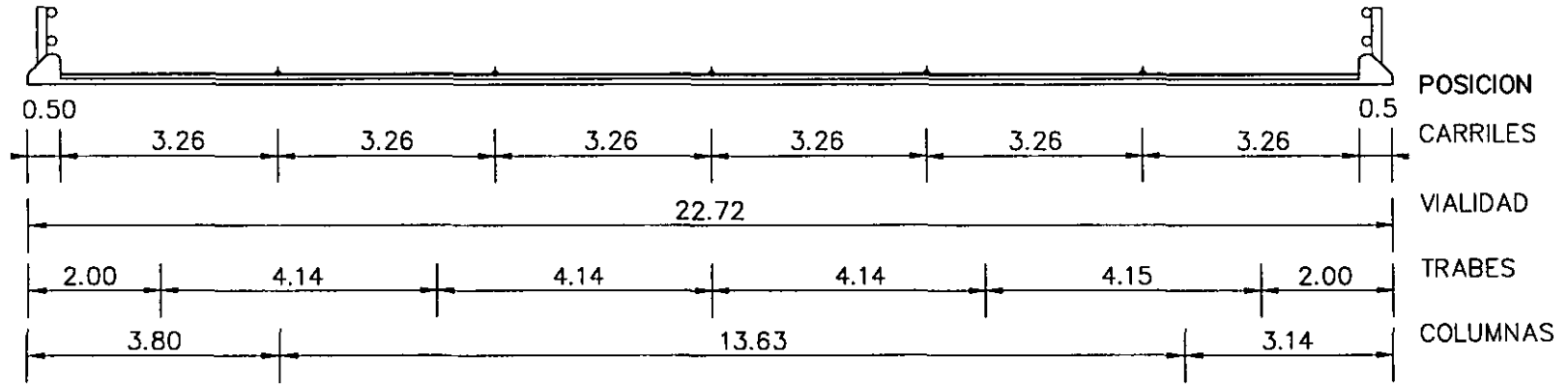


CAMION T3-S2-R4



CABEZAL CB-11B18

LOCALIZACION DE CARRILES



CABEZAL CB-11B19

LOCALIZACION DE CARRILES

PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 35

- Asentamientos
- Sismo
- Proceso constructivo

8) Otras acciones:

- Movimientos en los apoyos
- Vibraciones
- Etc.

En general estas acciones se pueden combinar, aplicándose factores de carga, que pueden ser desfavorables o favorables, dependiendo de la carga y su influencia sobre el comportamiento global de la estructura.

El procedimiento constructivo reviste una gran importancia en el capítulo de acciones, ya que deben tenerse en cuenta las fases constructivas y el comportamiento preliminar de los elementos que conforman la estructura, por ejemplo en las etapas del montaje.

Las figuras 34 y 35, como un ejemplo, muestran los tipos de vehículos para el caso de la carga viva que se utilizaron en el análisis de la estructura.

b) En la etapa del análisis reviste una fundamental importancia, la idealización lo más apegada al real comportamiento de la estructura, así como el uso correcto de los programas que para tal efecto existen en el medio, ya que de lo anterior y de la interpretación con un buen criterio, de los resultados, dependerá el buen diseño e incluso la estabilidad de la estructura.

c) En el caso del diseño, para el puente en estudio, por tratarse de una obra de la ciudad de México, las normas de la desaparecida COVITUR, ahora DGCOST, indican que para el diseño, deberán emplearse los diagramas envolventes de los elementos mecánicos obtenidos del análisis para las diferentes combinaciones de cargas: muertas, vivas y accidentales.

El diseño se realizará conforme el criterio de resistencia última establecida por las normas del RCDF y las de la SCT, rigiendo aquel que resulte más crítico.

En los casos no cubiertos por las normas mencionadas, se podrá recurrir a las especificaciones de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Para esquematizar este tema, se hará una breve descripción del proyecto estructural, abarcando los siguientes puntos a tratar:

- **Descripción.-** Ya en puntos anteriores se ha dado una descripción del entorno general del puente en cuestión, en este caso se trata de una descripción específica del proyecto ya visualizado, es decir, cuando ya existe un proyecto arquitectónico definido.

El puente "Distriibuidor Zaragoza-Oceanía", inicia en su lado sur, en la av. Francisco del Paso y Troncoso, cruzando la calz. Ignacio Zaragoza, continuando por la calle Puenteros y llegando a la av. Oceanía, paralelamente a la línea B del metropolitano; siendo este trayecto el de la vialidad principal. Las gazas de que se compone el puente, son las siguientes: gaza "C", hacia la calle Emilio Carranza; gaza "D", hacia la calzada Ignacio Zaragoza, lado poniente, acceso sur-poniente; gaza "E", hacia la calzada Ignacio Zaragoza, lado poniente, acceso poniente-norte; gaza "F", también hacia la calzada Ignacio Zaragoza, acceso norte-oriente, gaza "G", hacia la av. Oceanía.

En el recorrido de las vialidades principales "A" y "B", así como de las diferentes gazas en que se ramifica el puente, se presentan hasta tres diferentes tipos de estructuración, como se verá en el siguiente inciso.

La figura 36, identifica cada una de las gazas, así como las vialidades principales de la estructura.

- **Estructuración.-** Para definir los tres tipos de estructuración, habrá que referirse a la denominación que se le ha dado a cada una de las vialidades y gazas:
 - Vialidades principales A y B.- Estructuración tipo 1 en su inicio y final, con estructuración tipo 2 en el tramo medio.
 - Vialidades C, E y G.- Estructuración tipo 3.
 - Vialidades D y F.- Estructuración tipo 1.

Estructuración tipo 1.- Este caso está formado por parejas de marcos de 1 ó 2 niveles; cada marco formado por columnas y cabezales prefabricados, y unidos entre sí por medio de diagonales metálicas, formando así a lo que se le ha llamado "centro de rigidez".

Entre cabezales de un centro de rigidez, existe una distancia tipo de 5.0 m, que se cubren con tabletas prefabricadas y puntales para evitar torsiones, que pudieran provocar las traveses cajón que se apoyan en el lado opuesto, hacia el cual las distancias son variables entre centros de rigidez.

Para este tipo de estructuración, la cimentación se resolvió mediante un cajón formado por una retícula de contratraveses principales y secundarias, acotadas por losas de concreto como fondo y como tapa; apoyado sobre pilotes. Dejando preparaciones especiales para el montaje y anclaje de las columnas prefabricadas.

Estructuración tipo 2.- Se ubica principalmente en el tramo puenteros, y se forma igualmente a base de columnas y cabezales prefabricados, solo que en este caso existe una distancia tipo entre marco y marco, a lo largo de todo el tramo, y siempre de dos niveles; cubriendo los claros entre marcos, con traveses igualmente prefabricadas.

La cimentación para este tramo está formada por una retícula de contratraveses, apoyadas sobre pilotes.

Estructuración tipo 3.- Este tipo de estructuración, es el que tradicionalmente se ha empleado en otros puentes de la ciudad, y consiste en formar estructuras con doble voladizo, a base de columnas coladas en sitio y traveses cajón prefabricadas, formando marco longitudinalmente. Transversalmente se forman marcos con las columnas y diafragmas colados en sitio, una vez montadas las traveses.

Se forman estructuras de apoyo a lo largo del tramo, y entre cada una de estas, se cubren los claros con traveses prefabricadas tipo T-C, que también son tipo cajón.

En este caso, como en el primero, la cimentación también es un cajón apoyado sobre pilotes.

Enseguida, en las figuras 37 a 39 se muestra una columna para el caso de dos niveles, y otra para un nivel, mostrando un ejemplo de sección y armado tipo.

Posteriormente, en las figuras 40 a 43 se ejemplifican las traveses de los dos tipos: TA y TC (trabe de apoyo y trabe central respectivamente), incluyendo

plantas y cortes de ambas. De igual manera se muestra el cabezal, en la figura 44.

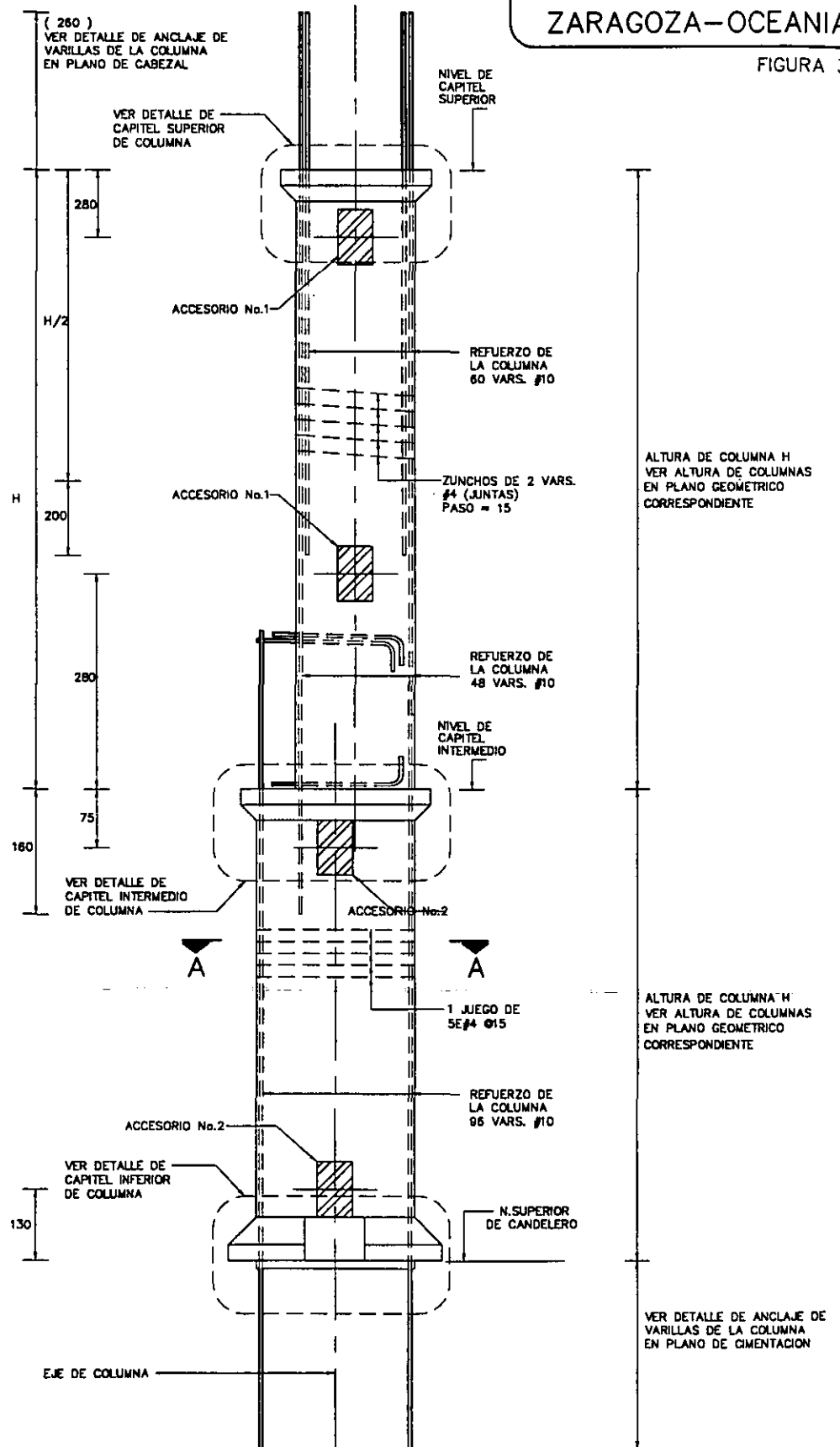
Asimismo, se muestran detalles de las conexiones de la columna, tanto en el extremo superior (con el cabezal), como en el inferior (con la columna), en las figuras 45 y 46.

Más adelante, en el capítulo referente al procedimiento constructivo, se muestran diferentes figuras en las que principalmente se observa el tipo de estructuración 1, esto en las figuras 47 a 53.



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 37



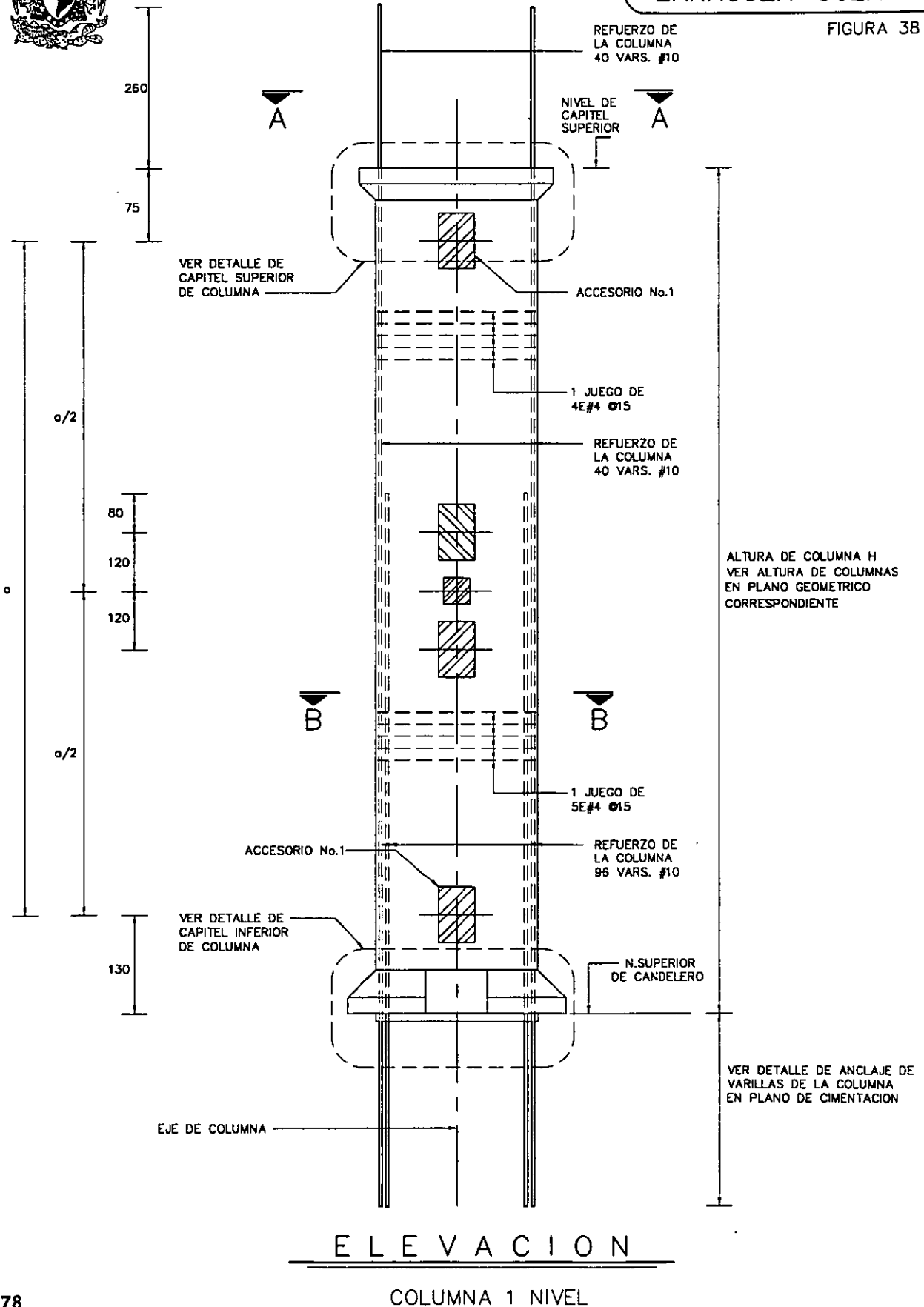
ELEVACION

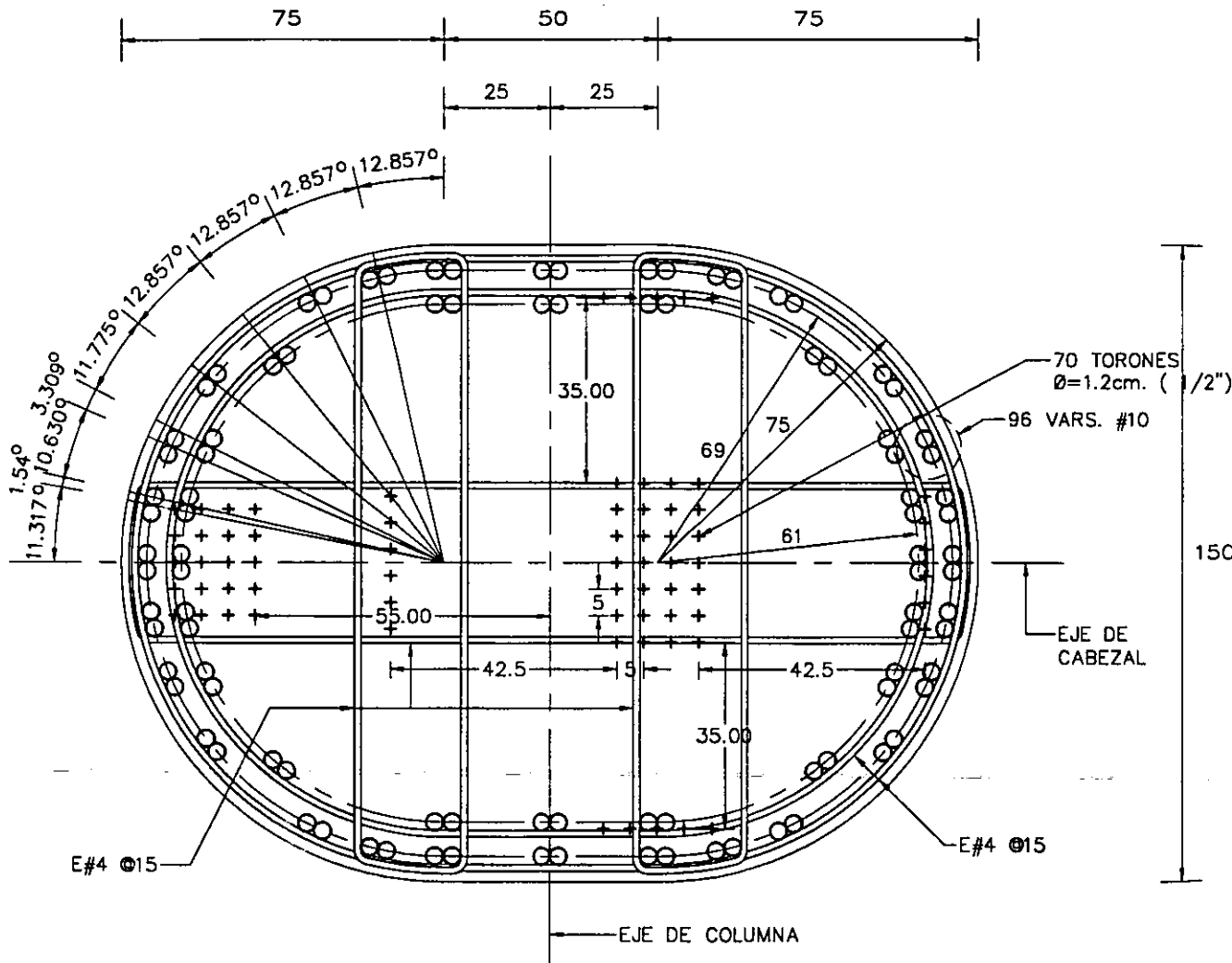
COLUMNA DE 2 NIVELES



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 38





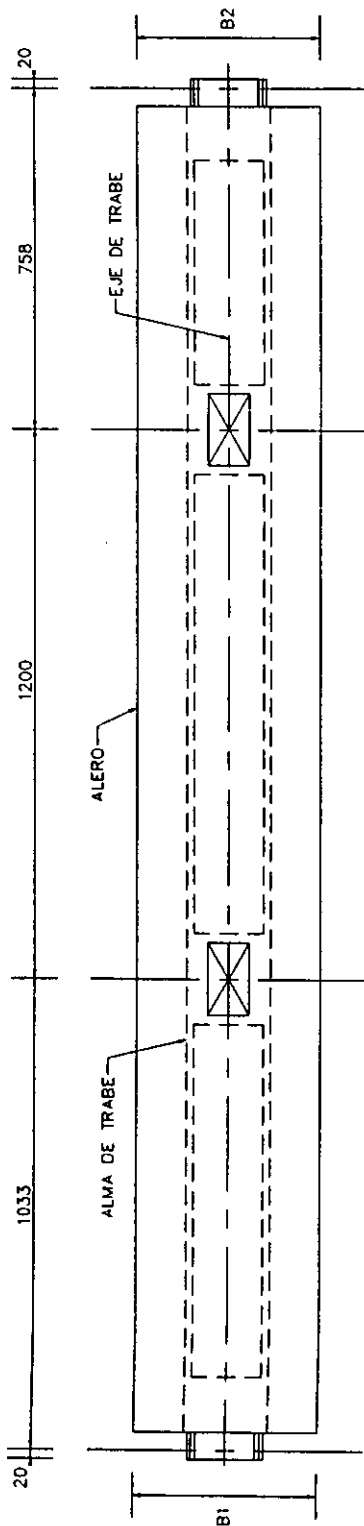
C O R T E A - A

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

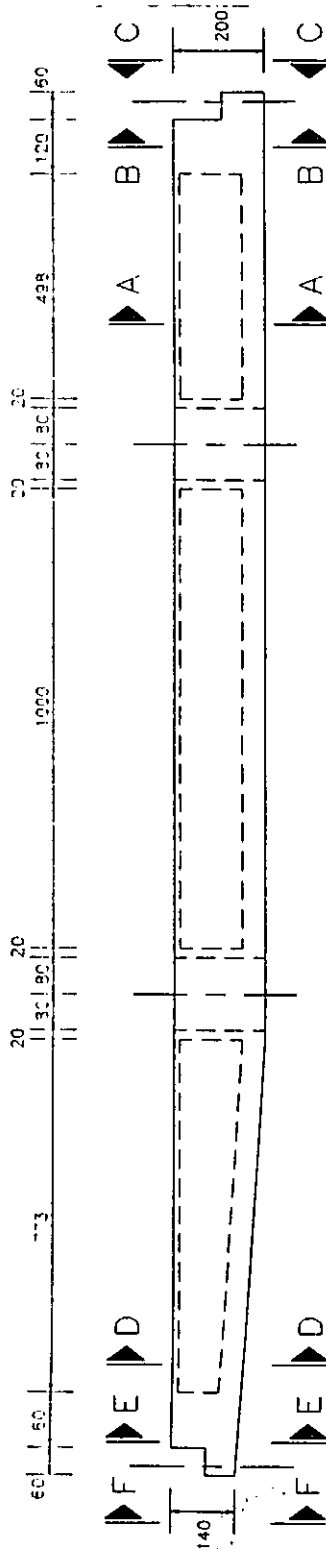


PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 40



PLANTA



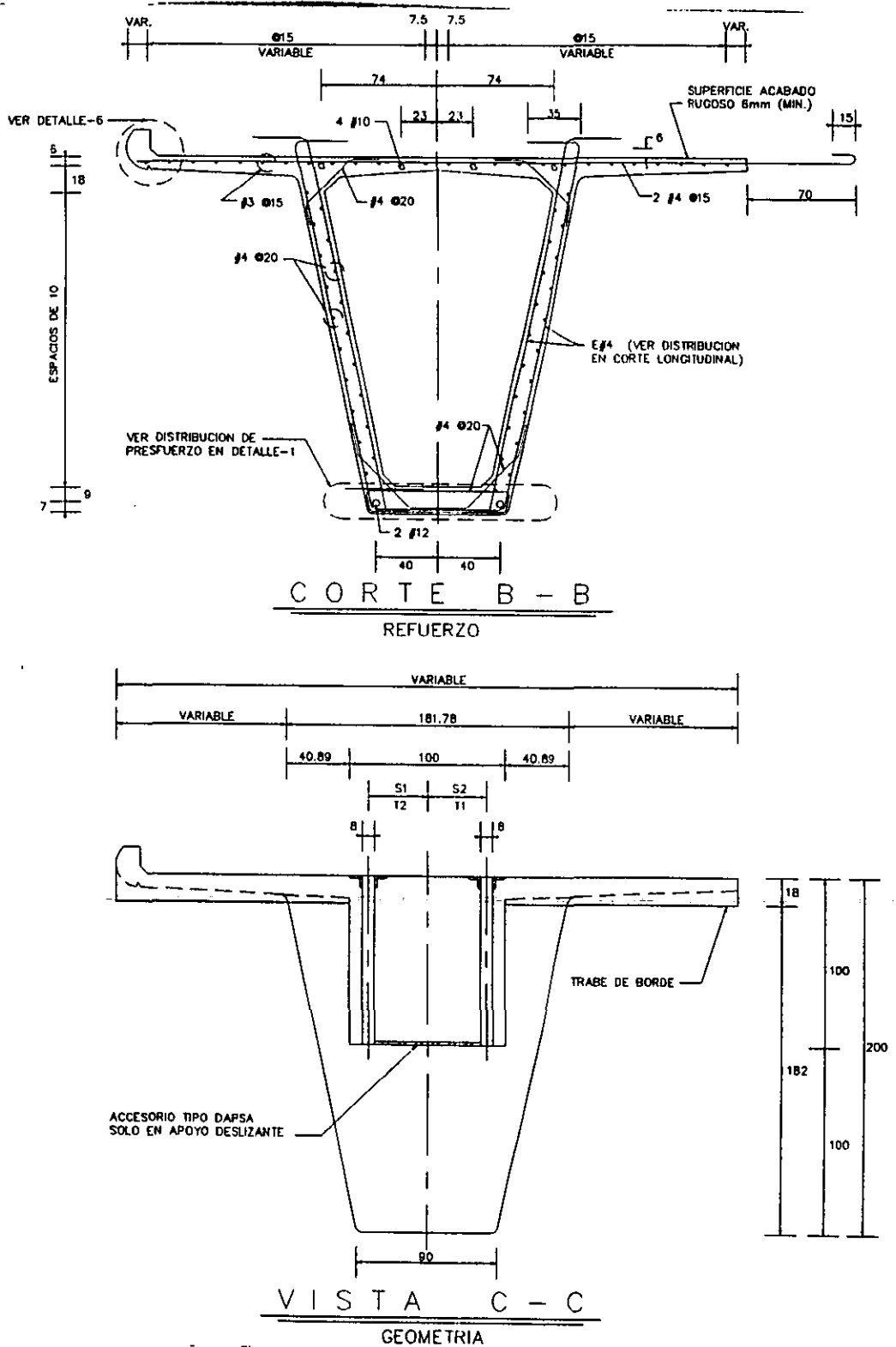
ELEVACION

TRABE T - A



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

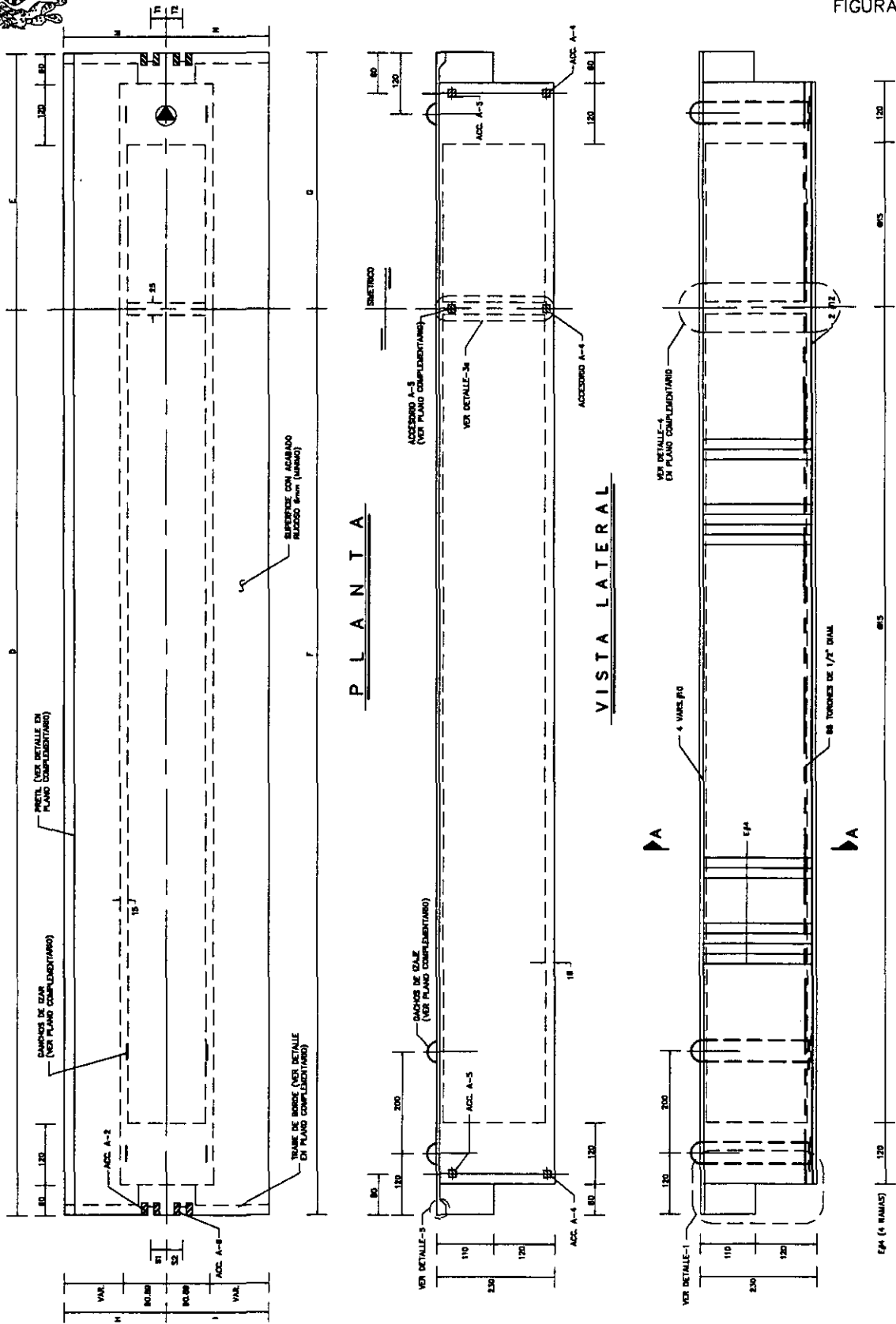
FIGURA 41





PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 42



PLANTA

VISTA LATERAL

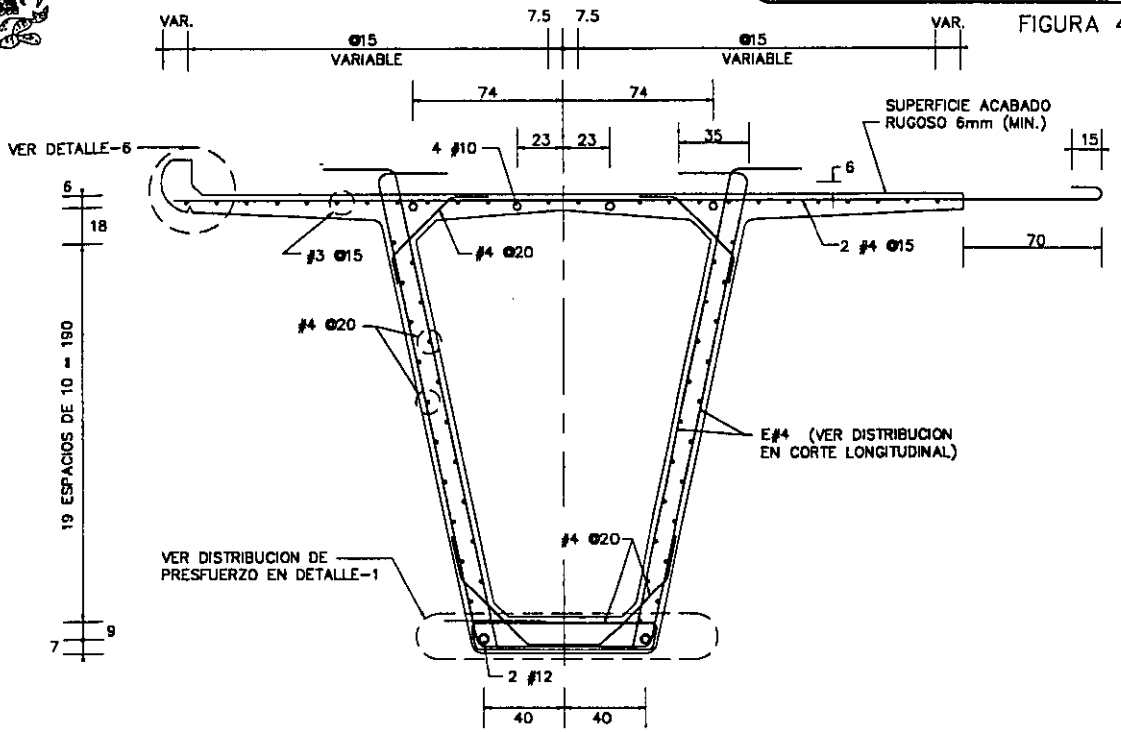
ARMADO LONGITUDINAL

TRABE TC



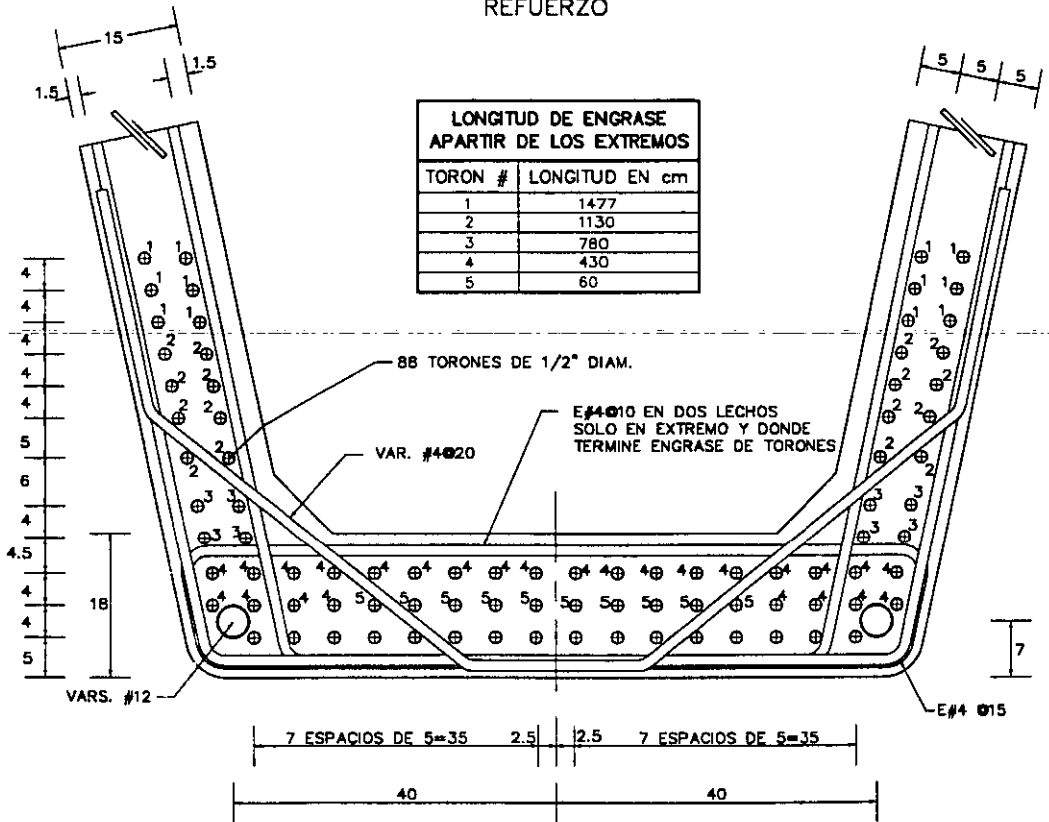
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 43



CORTE A - A

REFUERZO



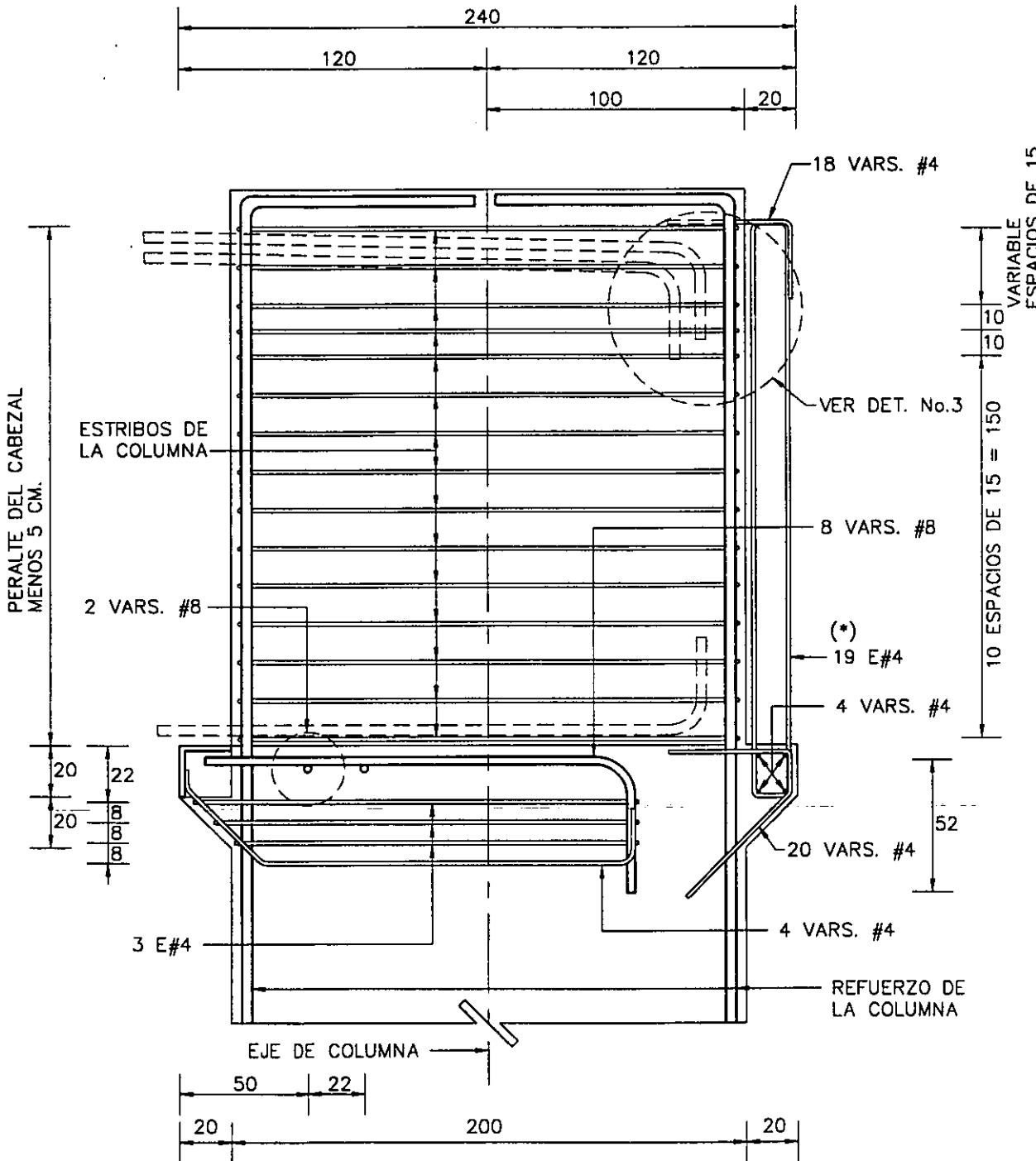
LONGITUD DE ENGRASE APARTIR DE LOS EXTREMOS	
TORON #	LONGITUD EN cm
1	1477
2	1130
3	780
4	430
5	60

DETALLE - 1
DISTRIBUCION DEL ACERO PRESFUERZO
DETALLES DE TRABE TC



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 45

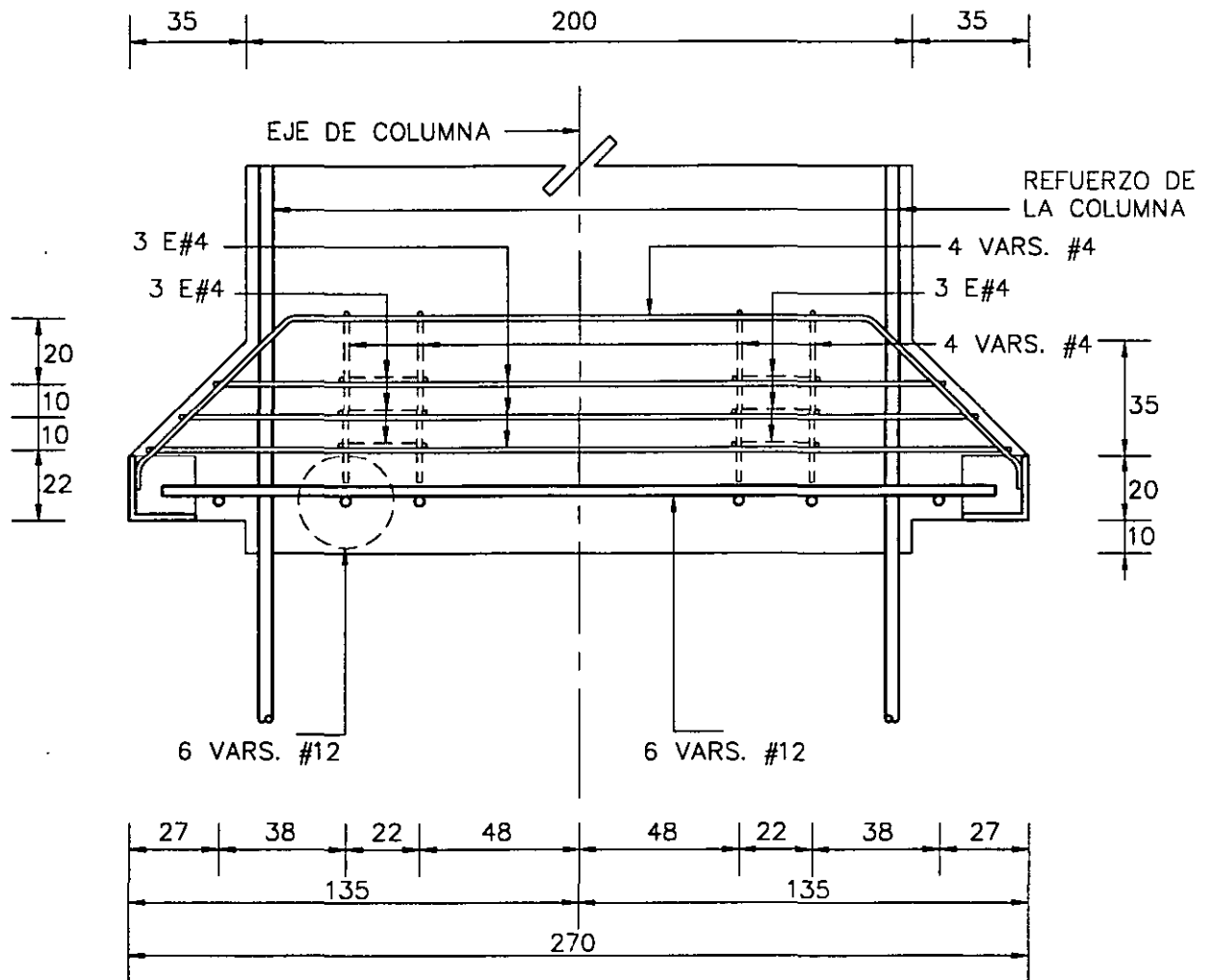


(*) ESTE REFUERZO NO EXISTE EN CASO QUE EL CABEZAL CONTINUE.



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 46



3.- Procedimiento constructivo

El procedimiento constructivo en un proyecto de ésta índole reviste una gran importancia, debido a que, como en toda obra de ingeniería, es preciso seguir un plan de trabajo, con actividades programadas y en algunos casos dependientes unas de otras. En este caso, por tratarse de una obra prefabricada, dicho programa deberá elaborarse tomando en cuenta las bondades y contratiempos característicos de este tipo de construcciones. Así mismo, tomando en cuenta que en la etapa del diseño estructural, se hicieron idealizaciones del comportamiento de la estructura, haciendo consideraciones en cuanto a tipo de apoyos, conexiones de los diferentes tipos de elementos, etc., Lo anterior deberá soportarse mediante un conjunto de procedimientos constructivos y especificaciones para la construcción de cada uno de los elementos constructivos que conforman el proyecto, vistos de manera individual, y formando todo el conjunto.

Así, después de haber hecho todos los estudios y análisis previos, para desarrollar el proyecto, falta definir el procedimiento constructivo, que además deberá incluir las especificaciones pertinentes, que garanticen que el trabajo en ejecución cumplirá con la normatividad vigente en los diferentes reglamentos que para el caso sean aplicables.

En primer lugar se dará una breve descripción del procedimiento constructivo de uno de los tipos de estructuración que abarca este puente, el que por su tipo implica una innovación en lo que en este rubro se ha desarrollado hasta la fecha en nuestro país, y que es una propuesta para continuar con una tecnología creciente, el desarrollo de las vialidades de la gran metrópoli que es la ciudad de México y su zona metropolitana.

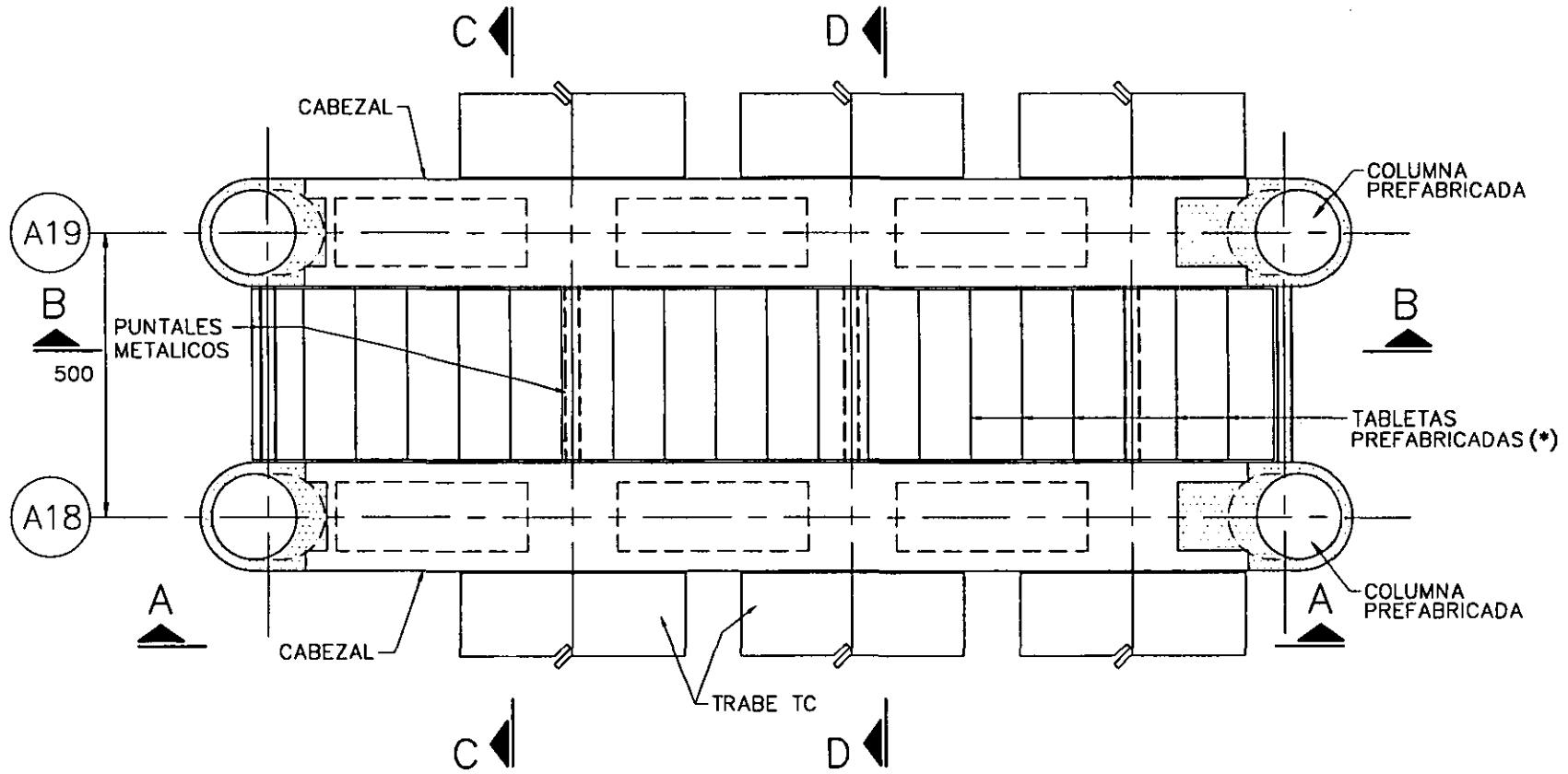
Posteriormente se incluirán algunos aspectos de importancia que debe incluir el procedimiento constructivo del proyecto ejecutivo.

Procedimiento constructivo del tramo de dos niveles:

Enseguida se presenta un listado de las actividades a ejecutarse en el proceso constructivo del puente, mostrando en las figuras 47 a 53, los diferentes elementos estructurales mencionados en el mismo. Cabe mencionar, que en este punto, no se especifica como se deben realizar los trabajos, solamente se marca su secuencia; posteriormente se ejemplificarán las especificaciones para algunos de estos.

- Excavación del área que ocupará la zapata de cada apoyo.
- Hincado de pilotes, previamente fabricados.
- Armado y colado de la cimentación, dejando las preparaciones para recibir las columnas prefabricadas.
- Nivelación de los muros de apoyo de columnas.
- Montaje de columnas prefabricadas sobre los muros de apoyo.
- Nivelación de columnas, para lo cual podrán emplearse placas de acero como calce.
- Fijación de las columnas a los muros de apoyo, por medio de los pernos preparados para esto, si es necesario, sujetar las columnas adicionalmente con tirantes para asegurar su estabilidad.
- Colado de nudos de conexión de zapata con columnas.
- Una vez alcanzada la resistencia del concreto de la conexión, colocar entre el nivel del terreno y el primer nivel, los contravientos.
- Montaje de los cabezales del primer nivel.
- Habilitado del acero de refuerzo de las conexiones cabezal-columna, dejando preparados ductos, cables y accesorios para el postensado.
- Colado de las conexiones cabezal-columna.

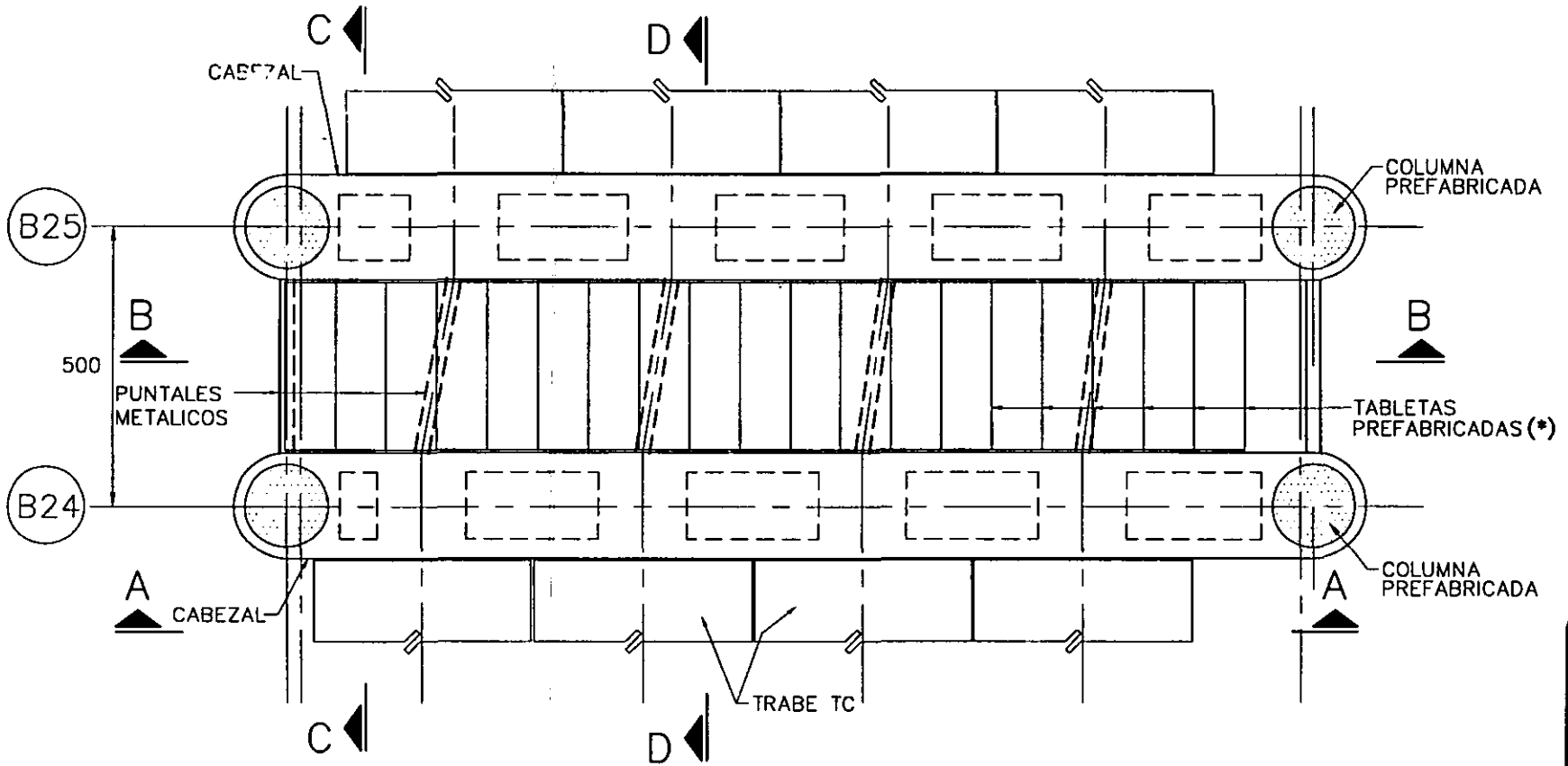
- Una vez alcanzada la resistencia del concreto de las conexiones, montar las tabletas prefabricadas.
- Habilitar refuerzo del firme estructural sobre cabezales y tabletas, así como de las zonas marcadas como colados en sitio.
- Colar firme estructural y colados en sitio.
- Colocar entre el primero y segundo nivel los contravientos, así como los puntales del primer nivel.
- Verificar para cada columna, que la superficie de apoyo para cabezales esté nivelada, si no lo está, hacerlo con mortero $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.
- Montaje de cabezales del segundo nivel, en esta etapa, el concreto del firme estructural deberá tener su resistencia de proyecto.
- Habilitado del acero de refuerzo de las conexiones cabezal-columna.
- Colado de las conexiones cabezal-columna.
- Una vez alcanzada la resistencia del concreto de las conexiones, montar las tabletas prefabricadas del segundo nivel.
- Habilitar refuerzo del firme estructural sobre cabezales y tabletas, así como de las zonas marcadas como colados en sitio.
- Colar firme estructural y colados en sitio.
- Colocación de los puntales del segundo nivel.
- Alcanzada la resistencia del concreto del firme, efectuar el montaje de traveses TC.
- Habilitado del firme estructural sobre traveses.
- Preparación de accesorios para juntas constructivas en el firme, así como de traslapes de refuerzos del firme de traveses con los de cabezales. Con esto queda formado el centro de rigidez.



PLANTA
NIVEL VIALIDAD "A"

(*) EL DESPIECE DE TABLETAS PREFABRICADAS ES ESQUEMATICO, VER DESPIECE DEFINITIVO EN PLANOS GEOMETRICOS RESPECTIVOS.

PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA
FIGURA 47



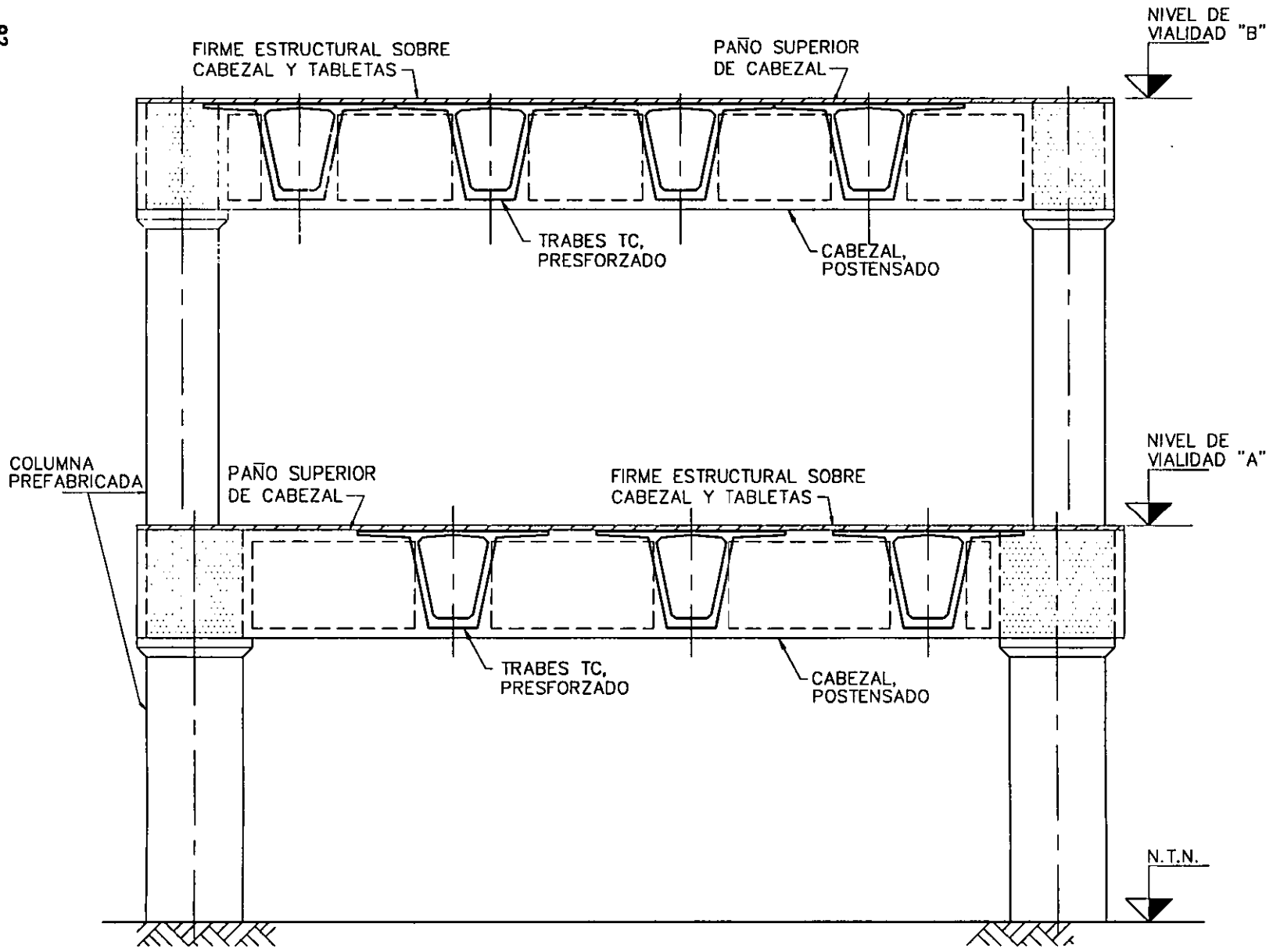
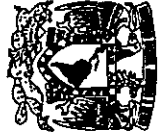
PLANTA

NIVEL VIALIDAD "B"

(*) EL DESPIECE DE TABLETAS PREFABRICADAS ES ESQUEMATICO, VER DESPIECE DEFINITIVO EN PLANOS GEOMETRICOS RESPECTIVOS.

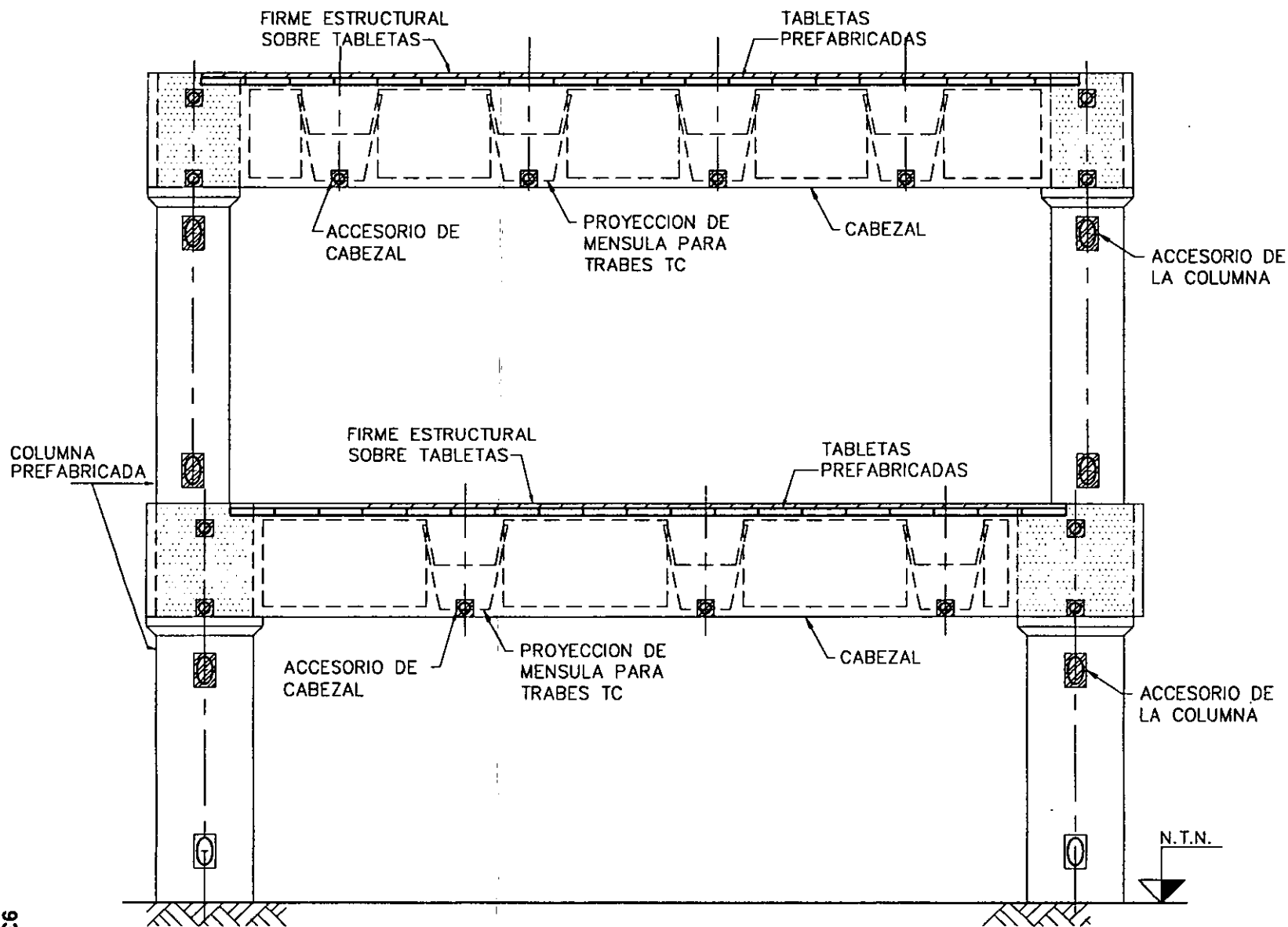
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 48



C O R T E A - A

PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA
FIGURA 49



C O R T E B - B

FIGURA 50

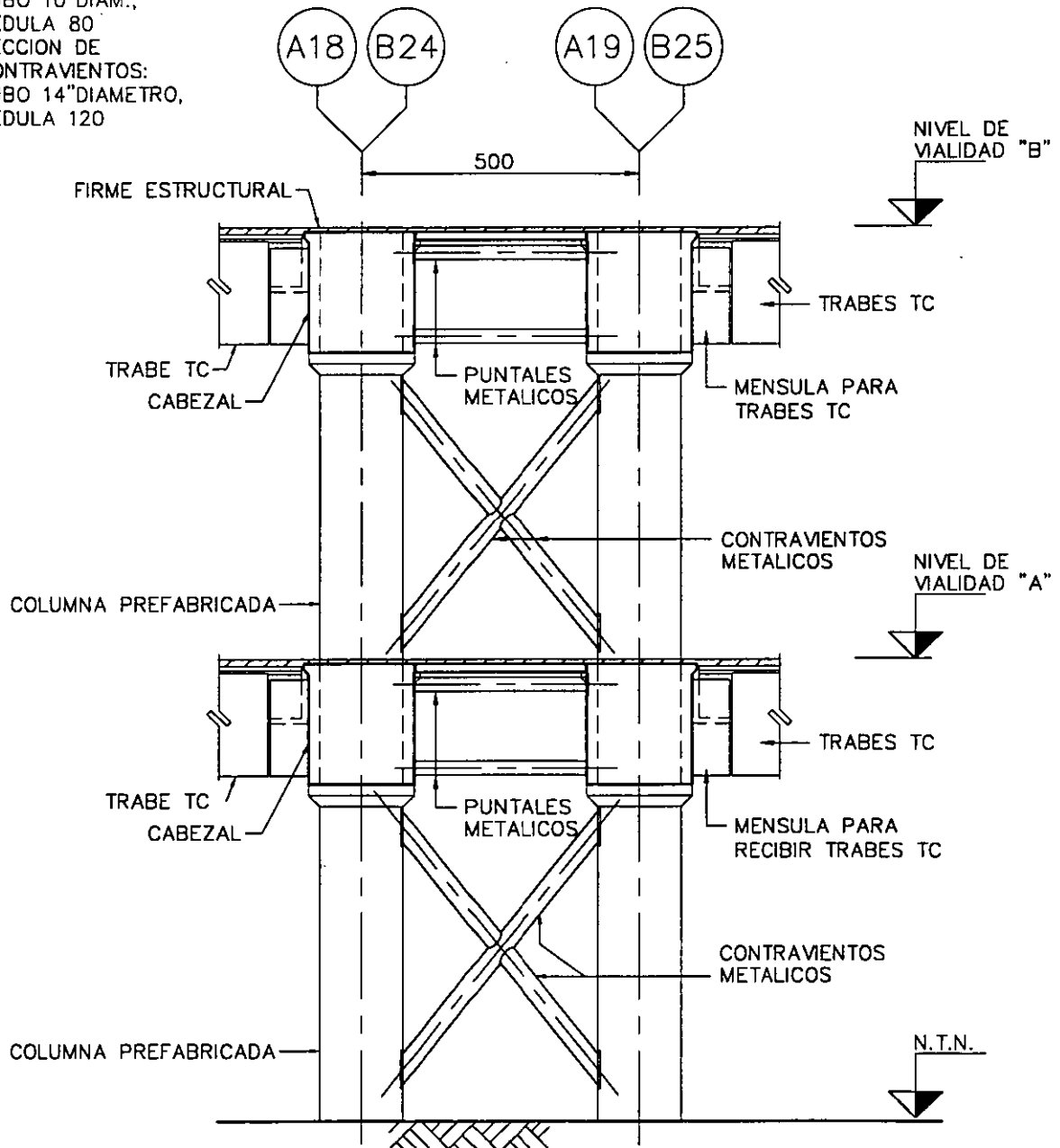
PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FIGURA 51

SECCION DE
PUNTALES:
TUBO 10"DIAM.,
CEDULA 80
SECCION DE
CONTRAVIENTOS:
TUBO 14"DIAMETRO,
CEDULA 120



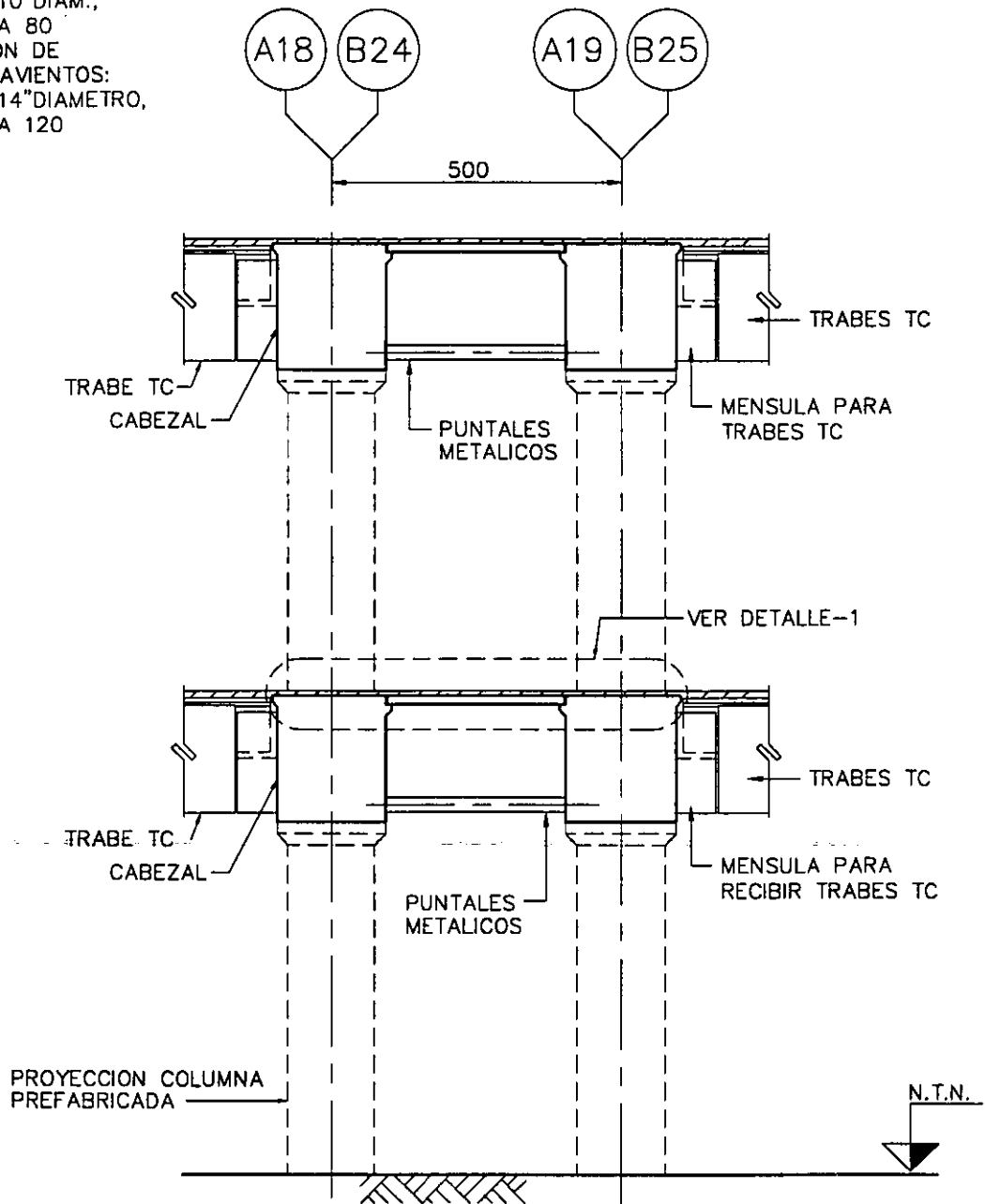
C O R T E C - C



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

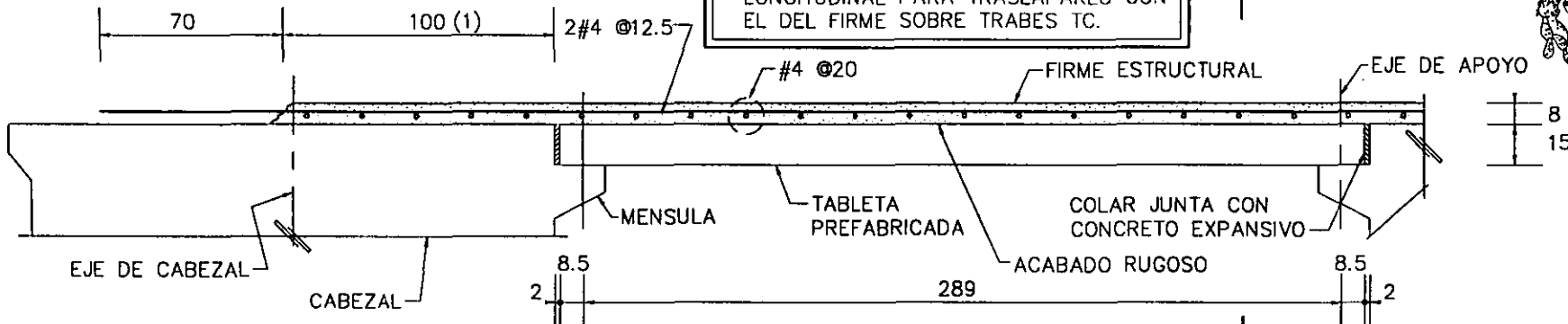
FIGURA 52

SECCION DE
PUNTALES:
TUBO 10"DIAM.,
CEDULA 80
SECCION DE
CONTRAIENTOS:
TUBO 14"DIAMETRO,
CEDULA 120



C O R T E D - D

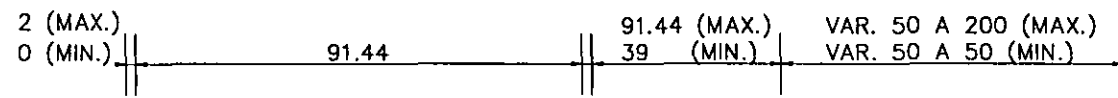
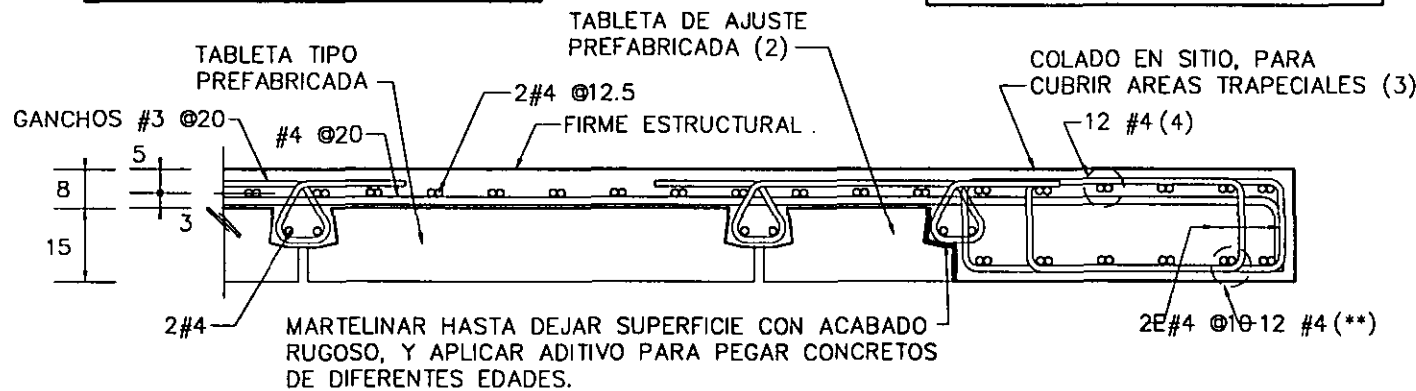
1 EL COLADO INDICADO SOBRE TABLETAS Y CABEZALES, LLEGARA HASTA ESTA COTA, PROLONGANDO EL REFUERZO LONGITUDINAL PARA TRASLAPARLO CON EL DEL FIRME SOBRE TRABES TC.



DETALLE - 1

2 EN OCASIONES NO EXISTE LA TABLETA DE AJUSTE

3 EN OCASIONES NO EXISTE LA ZONA DE COLADO EN SITIO.



CORTE E - E

4 SE VA ABRIENDO CADA VARILLA EN ABANICO CONFORME VARIE EL ANCHO DEL COLADO.



PUENTE DISTRIBUIDOR
 ZARAGOZA - OCEANIA
 FIGURA 53

- Colado del firme estructural, quedando en esta etapa integrado el firme de trabes y el de centros de rigidez.

Este procedimiento se efectúa en cada uno de los apoyos (centros de rigidez), formando el puente.

3.1.- Especificaciones

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, el diseño del puente está regido por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, además de las normas establecidas por la SCT, aplicando el que resulte mas crítico; en los casos no cubiertos se puede recurrir a las especificaciones de la AASHTO.

Cada especialidad que interviene en el proyecto determina sus propias especificaciones, por ejemplo, algunas de tipo estructural son las siguientes:

- Concreto $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$, en cabezales.
- Concreto $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$, en columnas.
- Concreto $f'c= 400 \text{ kg/cm}^2$, en trabes.
- Concreto $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$, en tabletas.
- Concreto $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$, en zapatas.
- Tamaño máximo de agregado grueso $\frac{1}{2}$ ".
- Revenimiento máximo 10 cm.
- Recubrimiento mínimo libre 2 cm. Excepto donde se indique otra dimensión.
- Acero de refuerzo grado duro $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero de presfuerzo, torones de $\varnothing= \frac{1}{2}$ ", de $f_u= 19000 \text{ kg/cm}^2$.
- En ningún caso podrá traslaparse más del 33% del acero en una misma sección.

- La soldadura será al arco eléctrico y se usarán electrodos de la serie E-90xx.
- Acero en placas, accesorios metálicos y tensores tendrán un $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ y deberán cumplir con la norma ASTM A-36.
- Todas las juntas de colado o construcción serán de un acabado rugoso y deberán permanecer húmedas durante 24 horas previas al nuevo colado, debiendo usar aditivo para pegar concreto de diferentes edades.
- Los elementos prefabricados no deberán perforarse ni balacearse sin previa consulta al estructurista.

Es preciso aclarar que incluso dentro de las especificaciones de una especialidad, por ejemplo en este caso que se trata de estructuras, podrán existir diferentes especificaciones para un mismo material, cuando se trata de diferentes elementos, como es el caso de los elementos colados en sitio, y los prefabricados, que en algunos casos son pretensados y en otros postensados, los que por el nivel de esfuerzos a que son sometidos, requieren de materiales con mayor resistencia.

Otro ejemplo son las especificaciones que se emiten por el área de mecánica de suelos, para el caso de la fabricación de pilotes:

- Calidad de materiales:

- Concreto. Se usará concreto que adquiera una resistencia a los 28 días de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, el concreto deberá fabricarse en las proporciones adecuadas para obtener mezclas plásticas y uniformes. El revenimiento del concreto estará comprendido entre 7.5 y 10.0 cm.

El contratista será responsable de vigilar la calidad del concreto como es la dosificación y dimensiones de los agregados, al ser este entregado o fabricado en el lugar donde serán construidos los pilotes. Se utilizará cemento portland tipo II que cumpla con las especificaciones ASTM-C-33-71.

La grava que constituye el agregado grueso, será el producto de roca sana de mina o triturada, en este último caso no deberá presentar forma laja, el tamaño

máximo de la grava no será mayor de $\frac{3}{4}$ partes del espaciamiento mínimo entre varillas o paquetes de varillas.

La arena deberá ser de grado duro y no deberá contener arcilla o materia orgánica, se recomienda que el material más fino que pasa la malla n.º 200 esté comprendido entre el 3% y 5% del peso del material.

El agua deberá ser limpia y/o tratada.

- Acero de refuerzo. El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones para varillas de refuerzo ASTM-615-68.

Usar acero con $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ para el refuerzo principal de las secciones (varillas #s 3, 4, 5, 6 y 8).

- Pruebas:

Es recomendable a juicio de la Secretaría General de Obras Públicas del GDF se hagan pruebas de carga a razón de una por cada 100 pilotes. Durante la construcción de los pilotes se probarán cilindros del concreto utilizado así como probetas del acero de refuerzo que se emplee, estos cilindros y probetas serán analizados por un laboratorio oficial aprobado por la secretaría y conforme a la norma ASTM-C-39.

Deberá obtenerse una muestra (3 cilindros) por cada mezcla de concreto y se ensayará un cilindro a los 7 días y los otros dos a los 28 días, en caso de que los reportes indiquen baja resistencia, el contratista podrá justificar la calidad del concreto dudoso mediante nuevas pruebas previa aprobación de la secretaría, si nuevamente se tienen bajos resultados, los pilotes colados con dicho concreto se rechazarán. El costo de las pruebas y en su caso la reposición de los pilotes será por cuenta del contratista.

Para el caso del acero, se probarán tres probetas de cada lote de varillas por usar, las que se someterán a pruebas para acero de refuerzo de acuerdo con las normas ASTM-A-15-62-A-165. El acero de refuerzo no deberá utilizarse hasta que los resultados de las pruebas sean aprobados por la secretaría.

3.2.- Obras Inducidas

Se define como obra inducida al conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de las obras de un puente, las cuales se podrán desarrollar en forma independiente o paralela a las obras.

Las instalaciones que pueden presentar interferencias en la construcción podrán ser a título enunciativo pero no limitativo: Instalaciones aéreas de postes de alumbrado, semáforos, energía eléctrica, teléfonos, transportes eléctricos (trolebús); vías de tranvía o ferrocarril, especies vegetales, instalaciones eléctricas subterráneas de alumbrado, semáforos, energía eléctrica, cablevisión; tuberías subterráneas para conducción de gas propano, petróleo, agua potable, drenaje; la adquisición de predios de propiedad particular, federal o ejidal, etc.

Un ejemplo de obra inducida que invariablemente se presenta en la construcción de un puente en la ciudad de México, son los desvíos y adecuaciones a las redes hidráulicas y sanitarias existentes ya que la construcción de una obra de esta magnitud induce directa o indirectamente la modificación de éstas redes en su zona de influencia.

Por esto, el GDF, a través de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (DGCOSTC), especifica los criterios y lineamientos generales que deberán aplicarse en la elaboración de proyectos para desvíos o adecuaciones a las redes hidráulicas municipales y a sus instalaciones; así mismo incluyen directrices para la solución del drenaje pluvial en nuevos entronques viales y cárcamos de bombeo para aguas pluviales.

Otros ejemplos de obras inducidas son:

- Construcción de pozos de visita y de caída.
- Construcción e instalación de alumbrado público y semáforos.

De igual manera lo son las siguientes obras de urbanización:

- Construcción y reconstrucción de pavimentos de las vialidades y estacionamientos.

- Banquetas, guarniciones y andadores en plazas, paraderos y estacionamientos.
- Pasos peatonales en vialidades y zonas aledañas a las líneas del metro.
- Muros de contención.
- Areas jardinadas.
- Señalamientos.
- Y en general todo lo que se vea alterado.

3.3.- Obra civil en sitio

Para el caso del puente Distribuidor Zaragoza-Oceanía, la obra civil en sitio, por lo que respecta a la estructura, comprende principalmente los trabajos de construcción de la cimentación, incluyendo los pilotes, y la construcción de algunas columnas.

Posteriormente, dentro de los trabajos complementarios se incluyen los pavimentos, instalaciones y acabados, como en el común de las obras.

Debido a que el caso de la cimentación es un caso particular, por depender de las condiciones de la obra y del sitio, no así el caso de las columnas que es algo más común, enseguida se incluyen algunos aspectos del procedimiento constructivo que el área de mecánica de suelos emite para la construcción de la cimentación y los pilotes.

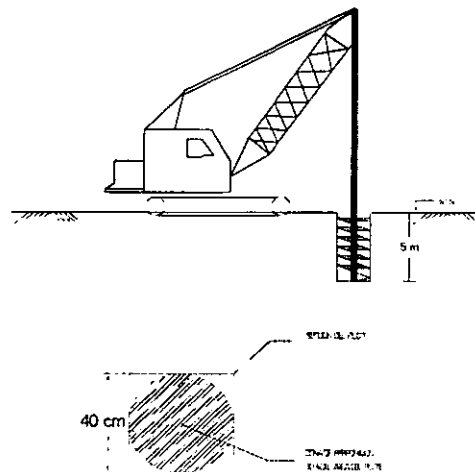
3.3.a) Procedimiento constructivo de la cimentación del puente vehicular Distribuidor Zaragoza-Oceanía

Además del siguiente procedimiento, debido a la presencia de tuberías de PEMEX en el trazo de algunas zapatas, así como de instalaciones municipales, deberán tenerse especial cuidado en los procedimientos de colganteo y protección de las tuberías, así como las debidas precauciones en zonas de interferencia, como son el cajón de la línea 1 del STC Metro, la lumbrera núm. 5 del interceptor oriente-sur del drenaje profundo, etc.

A continuación se detalla el procedimiento a seguir para realizar las actividades de: perforación previa, hincado de pilotes, excavación para zapatas y rellenos.

Perforación previa - Con objeto de guiar y facilitar el hincado de pilotes, además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente se considerarán los siguientes puntos:

- Deberá determinarse con exactitud (mediante estacas) la ubicación de los puntos donde se hincarán los pilotes (misma de perforación), de acuerdo con los planos de construcción. Antes de iniciar la perforación deberán verificarse las posiciones del pilote y la zapata, las cuales no variarán en más de 2 cm con respecto a las de proyecto.
- El equipo deberá tener la capacidad suficiente para el hincado de los pilotes, y la herramienta tendrá que ser la adecuada para realizar una perforación cuya área sea del 80 % del área transversal del pilote, de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de ± 2.5 cm (figura 54).
- Durante la perforación deberá verificarse su verticalidad, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.
- La perforación guía se llevará hasta una profundidad de 5 m en todos los pilotes, con extracción del material. En aquellos pilotes que queden a una distancia menor a 4 m de cualquier instalación hidráulica adyacente (incluyendo el interceptor profundo), se prolongará la perforación hasta 1.00 m por debajo del lecho inferior de éstos, pudiendo realizarse la perforación sin extracción sino por simple remoldeo del material.
- El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado será de 36 hrs.

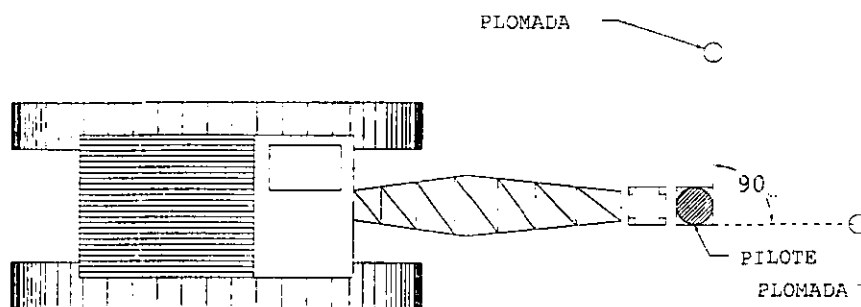


PERFORACION PREVIA DE PILOTES

FIGURA 54

Hincado de pilotes.- La instalación de los pilotes de concreto, debe efectuarse de modo que garantice la integridad estructural del pilote y se alcance la integración deseada con el suelo, de manera que cumpla su cometido; además no deberán ocasionarse daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo, por lo que se tendrán que seguir las siguientes indicaciones:

- Deberán considerarse las diferentes longitudes de trabajo de los pilotes como consecuencia de la geometría de la zapata.
- Todos los pilotes deberán estar perfectamente limpios y su cabeza será perpendicular al eje del mismo.
- No deberán hincarse aquellos pilotes que presenten agrietamientos o fisuras.
- Una vez que los pilotes hayan sido aceptados por la supervisión, es conveniente que se coloquen marcas, para así llevar un registro del número de golpes necesarios por cada decímetro en el tramo de hincado.
- Después del manejo e izaje de los pilotes mediante estrobos, se colocarán en la perforación previa; esta maniobra se realizará una vez que los pilotes hayan alcanzado por lo menos el 75 % de la resistencia de proyecto.
- El pilote y la resbaladera del martillo se colocarán en forma vertical, de caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo. Para alcanzar la verticalidad del pilote pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en líneas a 90 grados, teniendo como vértice el pilote (figura 55), o bien otro método que garantice dicha verticalidad, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a las de las contratraves.



CONTROL DE VERTICALIDAD
DURANTE EL HINCADO DE PILOTES

FIGURA 55

- La cabeza del pilote deberá acoplarse perfectamente al gorro del martillo piloteador, el cual tendrá una sufridera a base de material plástico o similar; en la parte de contacto con el pilote se colocará un colchón de madera.

- Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado de velocidad de impacto baja (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor a 0.3 veces el peso del pilote y la energía del martillo será superior a 0.3 kg-m por cada kilogramo de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón sea demasiado grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañar a este último. La altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.0 m.

La velocidad del pistón o la carrera se reducirá al principio del hincado, cuando se encuentre en la zona alterada de la perforación, además de realizarse con sumo cuidado para minimizar los esfuerzos de tensión en el pilote.

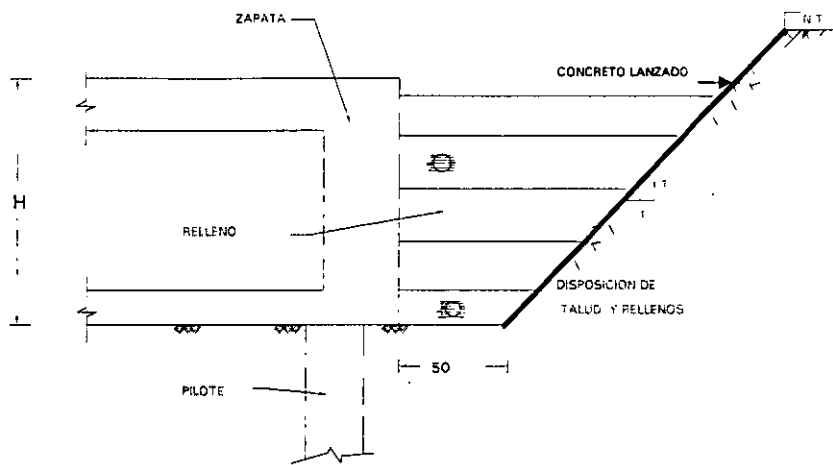
- Los pilotes dañados durante el hincado deberán retirarse y sustituirse por otros en perfecto estado.

- Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto (-31.00m), consignada en el plano topográfico correspondiente.

- En caso de ser pilotes de dos o más tramos, al empalmar se deberá verificar la verticalidad de los mismos en la junta.
- Durante el hincado deberá llevarse un registro del número de golpes necesarios para hincar la totalidad del pilote.
- Una vez hincado cada pilote se determinará el nivel de la cabeza, verificándolo nuevamente al final del hincado de todos, el cual deberá corresponder al indicado en proyecto.
- La desviación angular máxima admisible del pilote es de 2%, y la tolerancia en la profundidad de hincado de $\pm 1\%$ de la longitud total.

Excavación para zapatas.- La excavación para los cajones piloteados y contratrabes de vestíbulo, podrá iniciarse una vez que la totalidad de los pilotes hayan sido hincados .

- La excavación se realizará en una sola etapa hasta la profundidad de desplante, con la geometría de proyecto en todos aquellos casos donde se pueda desarrollar el talud y no existan interferencias, instalaciones municipales o colindancias que se pongan en riesgo o que requieran de un procedimiento adicional.
- La excavación para los cajones de cimentación deberá observar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1:1 y ocupará un área cuyos lados serán 0.5 m más grandes que los de la zapata a nivel de desplante (figura 56).



EXCAVACION EN ZAPATA DE CIMENTACION

FIGURA 56

La cimentación para el tramo de doble nivel (ejes M1 a M43) se resolvió con traveses de cimentación por lo que la excavación se realizara mediante zanjas que alojen la sección y deberá observar taludes cuya relación vertical: horizontal sea 1:0.30 y ocupará el área de la contratrabe más un sobrecancho de 40 cm a cada lado (figura 57).

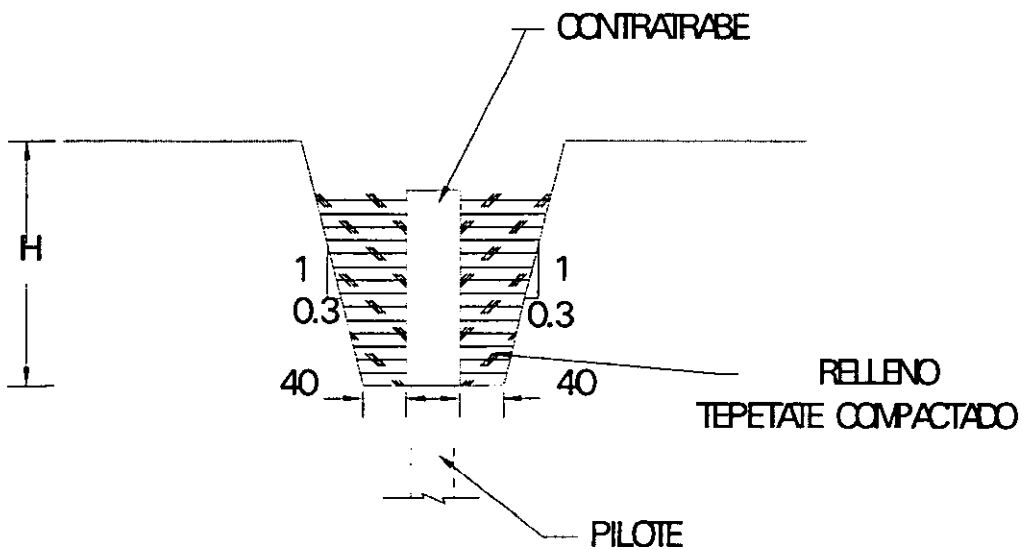


FIGURA 57

En cualquier caso, la excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (7 días máximo) y deberá protegerse con malla de gallinero y concreto lanzado de 3 cm de espesor.

- Una vez que se tenga el área destinada para la cimentación, excavada en su totalidad y al nivel de desplante de proyecto, se colocará una plantilla de concreto pobre ($f'c=100$ kg/cm²) de 0.05 m de espesor que cubra únicamente el área de la zapata.

- Cumplidos los puntos anteriores se procederá a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Tal condición deberá ser considerada desde la fabricación e hincado de los pilotes.

- La demolición se realizará mediante martillos rompedores, cuñas o alguna herramienta similar. Queda prohibido el uso de explosivos para este fin.

- Los fragmentos de concreto, así como los materiales ajenos a la cimentación, deberán ser retirados en su totalidad.

- Durante toda la etapa de excavación deberá contarse con un sistema de bombeo de achique que sea capaz de resolver cualquier eventualidad posible.

- Para garantizar la estanqueidad de los cajones de cimentación se establece la siguiente metodología:

a) Los elementos constituyentes del concreto no deberán deteriorarse ni modificar sus propiedades con el tiempo y bajo las condiciones a que estarán sujetos, es decir, deberán ser compatibles entre ellos y resistentes al medio que los rodeará (agua con alto contenido de sales).

b) Los agregados gruesos del concreto deberán tener el tamaño adecuado para que estos se introduzcan fácilmente entre el armado de los elementos que formarán los cajones (ver planos estructurales).

c) El concreto deberá contener de forma integral y homogénea algún aditivo impermeabilizante.

d) El concreto deberá ser colocado y vibrado, incluso contener un aditivo fluidificante, de tal forma que se garantice la no existencia de conductos generados por aire, o cualquier discontinuidad por efecto de la segregación o cualquier otro.

e) El colado de los cajones se realizará, de ser posible, en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías.

f) Deberá preverse la cantidad de concreto por cada elemento, ya que por ningún motivo se suspenderá el colado una vez que de inicio.

g) De existir juntas, estas no se admitirán en la losa de fondo ni en los muros perimetrales, así como en la conexión entre estos. Para tal fin en el colado de los elementos citados se deberán contemplar muñones de 20 cm y chaflanes de 5 cm como se muestra en las figuras 58 y 59.

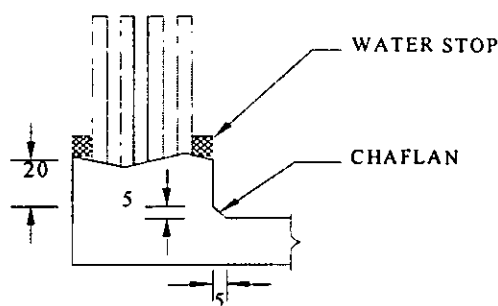
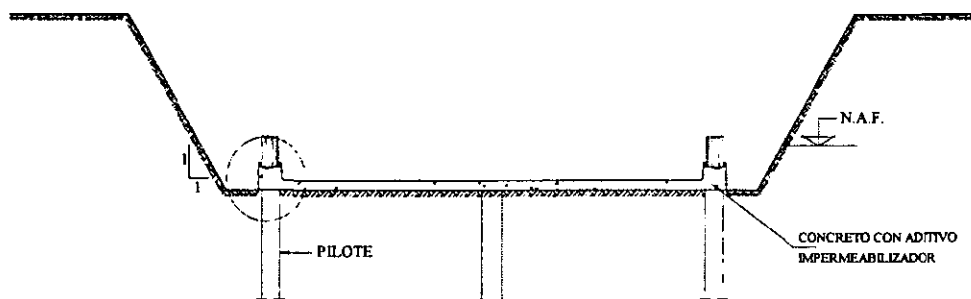


FIGURA 58

h) El área de contacto entre concretos de diferentes edades (junta fría) deberá presentar un acabado rugoso, se humedecerá por un plazo de 24 hr previas al colado y se aplicará un aditivo para unir concretos de diferentes edades, además de colocarse cintas de water-stop a cada lado.

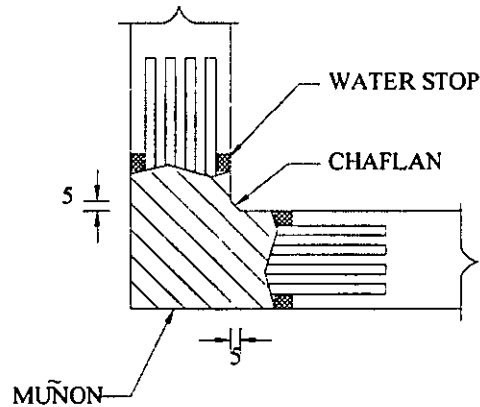


FIGURA 59

i) El fraguado del concreto se controlará con un método tal que asegure la no generación de grietas, fisuras, etc., pudiéndose obtener mediante un adecuado curado a base de películas o aditivos.

Una vez construido el cajón de cimentación y previo a la colocación de los rellenos que lo confinarán, se aplicará el siguiente procedimiento:

j) Por la parte exterior de los muros que forman el cajón, se aplicará un tratamiento a base de algún producto no degradable que forme y garantice una película impermeable. Este producto será una membrana laminar prefabricada, compuesta por una hoja central de polietileno de 90 micras de espesor de alta densidad, recubierta por ambos lados con asfalto catalítico plastificado y terminado en su lado interior por una película de polietileno de alta densidad de 30 micras de espesor y en su lado exterior por una tela de fibras no tejidas de poliéster de alta resistencia mecánica de 125 gr/m². El espesor de la membrana impermeable es de 4 mm. Esta película se colocará en toda la periferia del cajón y hasta la altura de la losa tapa, o por lo menos a 50 cm por arriba del nivel de aguas freáticas del sitio (figura 61). La colocación de los rellenos se realizará de tal forma que se garantice la integridad de la película.

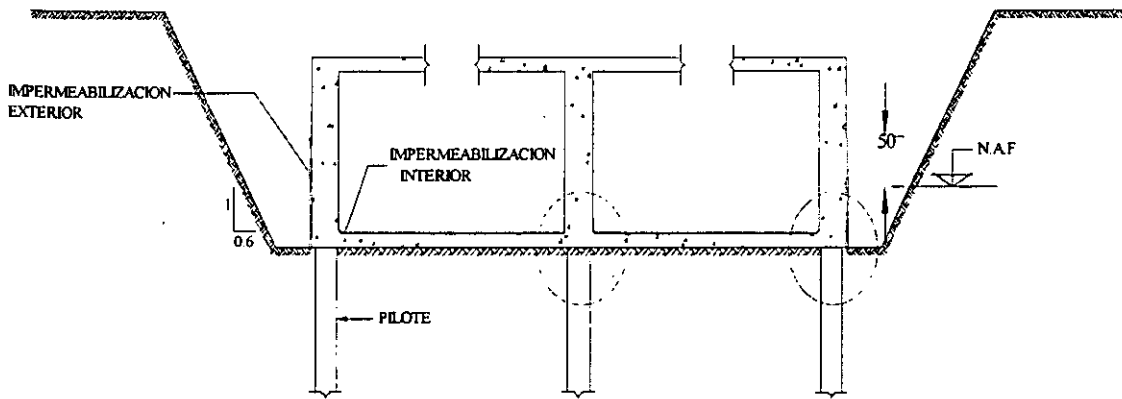


FIGURA 60

k) En la parte interna de la losa de fondo, se aplicará un tratamiento análogo al de los muros. El producto usado deberá cumplir, además de la impermeabilidad, la adherencia necesaria para que se mantenga en su sitio bajo la presión hidrostática a la que trabajará. La membrana se colocará sobre la plantilla de losa de fondo del cajón, con características tales, que garanticen la total impermeabilidad y sea resistente al manejo durante su colocación, quedando ubicada entre dos plantillas de concreto de 5 cm cada una; la plantilla superior será de concreto con las mismas características que el del cajón. Especial cuidado se tendrá en las juntas entre cajón y pilotes, retirando el material suelto del pilote y aplicando el tratamiento indicado para las juntas frías, adicionalmente en la unión entre ambos se cubrirá el pilote con 20 cm de la membrana impermeabilizadora, (figuras 61 y 62).

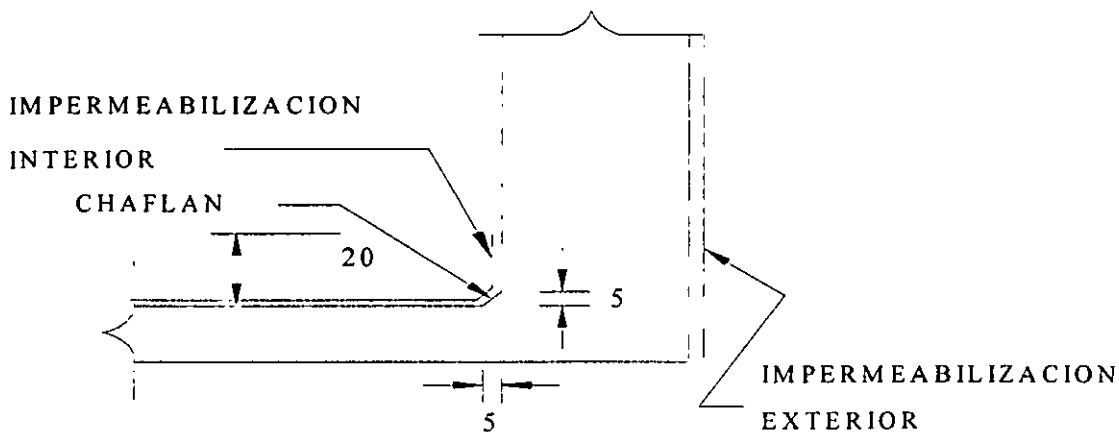


FIGURA 61

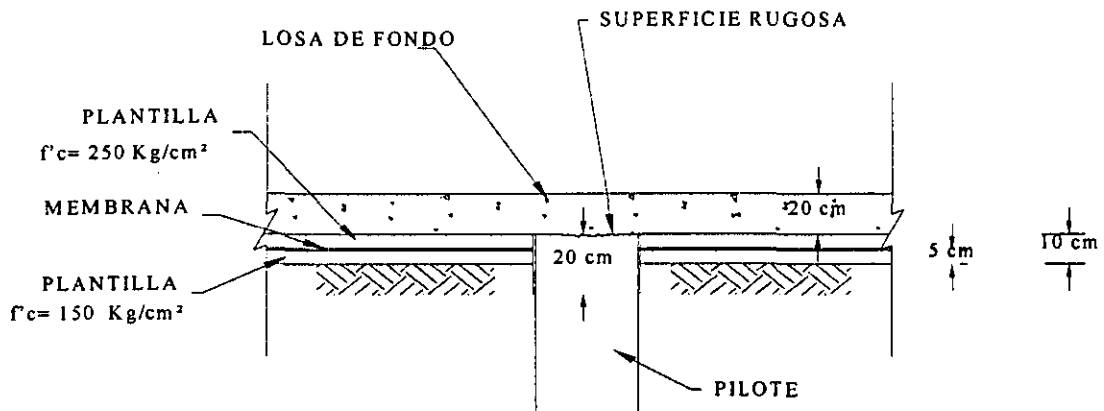


FIGURA 62

l) En todos los casos el producto aplicado para impermeabilizar será colocado bajo la supervisión y total responsabilidad del proveedor, garantizando la efectividad de su producto mediante una fianza.

m) El registro de la losa tapa del cajón para recuperar la cimbra, servirá para verificar posteriormente la estanqueidad de los mismos, ya que se deberán llenar de agua una vez terminados y mantenerse en esa condición hasta el montaje y colado del firme estructural sobre el puente. Una vez llegada esa etapa se retirará la totalidad de agua de los cajones, en caso de que los cajones no presenten estanqueidad aceptable se deberá aplicar un tratamiento correctivo, figura 63.

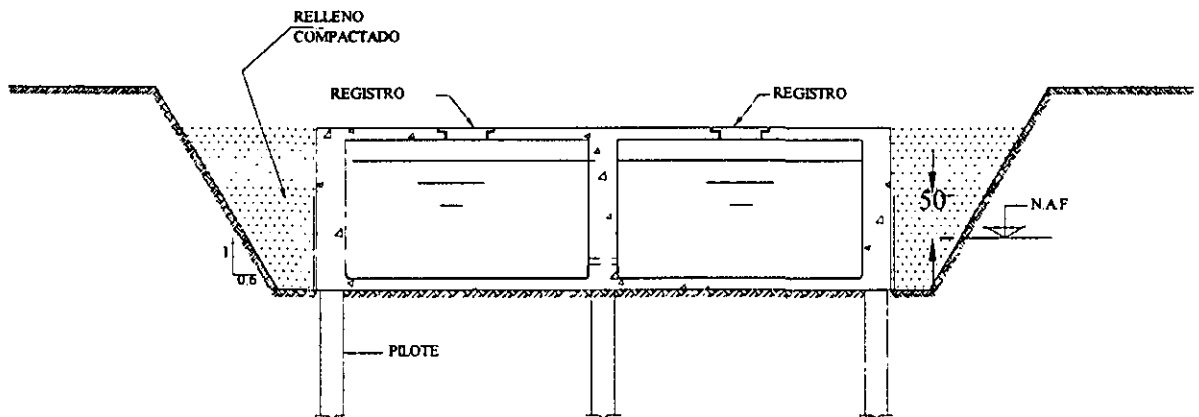


FIGURA 63

Rellenos locales.- Colada y descimbrada la zapata , así como las contratraves de cimentación, se rellenará la parte exterior hasta el nivel de losa tapa o capa de sub-base, con material limo-arenoso (tepetate), compactado al 90% AASHTO estándar (T-99) en capas de 20 cm (máximo) de espesor y obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo).

Todos los rellenos que se coloquen en la zona de obra y no tengan una función estructural u ornamental, deberán colocarse y compactarse con las mismas características del párrafo anterior.

En aquellas zapatas que invaden parcialmente vialidad, o cruzan tuberías (Pemex o Teléfonos) se ha dejado una profundidad libre entre la tapa del cajón y el nivel de terreno (figura 64), donde se colocará en "greña" un relleno con material aligerado (tezontle) en capas de 30 cm hasta el nivel de desplante de la Sub-base de la estructura de pavimentos. Las características del material y su colocación se consignan a continuación:

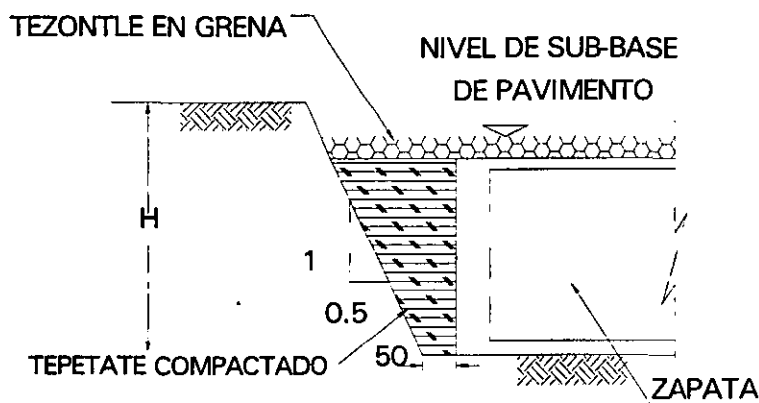


FIGURA 64

* El tezontle por colocar no deberá contener más del 30% de fragmentos mayores a 4" y no más del 5% de fragmentos mayores de 8", no deberá contener partículas finas plásticas.

* En la rasante de la Sub-base se procurará que la granulometría del tezontle sea predominantemente arenosa.

* El tezontle se colocará en capas de espesor máximo 50 cm, debiéndose acomodar al 95% (mínimo) de su densidad relativa (Dr) determinada con la Norma NOM C-164 (por impacto), cumplir con un valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo).

* El material que pase la malla 40 deberá cumplir con lo siguiente:

Límite líquido	20% (máximo)
Índice plástico	7% (máximo)
Equivalente de arena	70% (máximo)

Alcanzada la Sub-base de desplante de pavimentos se realizarán todas las actividades referentes a la construcción de éstos.

- Los rellenos que se coloquen cercanos a las instalaciones hidráulicas deberán ser tendidos con una humedad superior en 2% respecto a la óptima, y ser compactados en capas de 20 cm al 85% respecto a la prueba citada siempre atendiendo a los criterios fijados por DGCOH.

3.3.b) Procedimiento constructivo para los pilotes del puente vehicular Distribuidor Zaragoza-Oceania

Además de apegarse al RCDF y sus NTC, la fabricación de pilotes deberá cumplir los siguientes aspectos:

- Los pilotes se fabricarán de concreto reforzado, cumpliendo con las dimensiones y armados especificados, la diferencia en las dimensiones de la sección transversal de los pilotes fabricados con respecto a las indicadas en el plano, no será mayor de 1.0 cm.

El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada, cumpliendo estrictamente con los recubrimientos, diámetros de varillas, separación, etc. Y debidamente asegurado para evitar desplazamiento durante el colado.

Se utilizarán silletas de varilla, bloques de concreto, separadores, etc., para garantizar la posición correcta del acero de refuerzo.

- El colado de los pilotes deberá efectuarse en posición horizontal, monolíticamente y de una manera continua.

El transporte del concreto de la mezcladora al lugar de su colado se efectuará evitando que se separen sus componentes.

El concreto deberá vibrarse y picarse con varillas y vibradores especiales para permitir la salida del aire y lograr un colado compacto, si se presentan oquedades o porosidades que en opinión de la secretaría pongan en peligro la resistencia estructural del pilote, este será rechazado y su costo será cargado al contratista.

- El manejo de los pilotes durante el proceso de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte, se hará en forma tal que se eviten esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, etc.

Todos los pilotes que durante su manejo sufran agrietamientos, hasta el punto de indicar que el refuerzo tiene deformaciones, serán rechazados y su reposición será por cuenta absoluta del contratista. Los pilotes no podrán maniobrarse antes de alcanzar el 70% de su resistencia de proyecto y para el hincado deberá alcanzar el 95% mínimo.

3.4.- Prefabricados

Este aspecto tiene una gran importancia para el puente que en esta ocasión estamos tratando, ya que viene a continuar y superar la tecnología que desde principios de los 90's se ha venido utilizando con mayor incidencia en la construcción de puentes urbanos.

Esto, debido a que se vieron en este tipo de construcciones muchas ventajas sobre las obras coladas en sitio, por ejemplo:

- La economía de las obras, al reducir el tiempo de ejecución de las mismas.
- Economía al tener un aprovechamiento óptimo de los materiales, al tener secciones más esbeltas y eficientes.
- Limpieza en el procedimiento constructivo, al efectuar la construcción de las piezas prefabricadas en lugares independientes de la obra.
- Menos interferencias al funcionamiento de la red vial de la zona de obra.
- La posibilidad de estandarizar los elementos estructurales, y su fabricación con menores costos.
- Mejor control de calidad en la construcción de los elementos prefabricados, así como en el montaje y conexiones de los mismos.
- Etc.

Por tales características y por la necesidad de cada vez más infraestructura en la ciudad de México, fue que se optó por una solución de éste tipo.

Los elementos estructurales que se emplean en este puente, de los que ya se han mostrado algunas figuras en capítulos anteriores son a grandes rasgos:

- Columnas
- Trabes
- Cabezales
- Tabletetas.

Dentro de las principales especificaciones que debe cumplir la prefabricación y el presfuerzo pueden mencionarse las siguientes:

- Los concretos deberán tener un modulo de elasticidad alto: $14000(f'c)^{1/2}$, el cual se consigue con concretos cuya resistencia es mayor o igual a 250 kg/cm^2 , y que son concretos tipo I.
- Por lo general se utilizan concretos cuya resistencia es alta: 350 ó 400 kg/cm^2 .
- Los tendones de presfuerzo o postensado, tienen un $f_y = 19000 \text{ kg/cm}^2$, y se pone especial atención a la separación entre estos, y su recubrimiento mínimo.
- Se tienen especificaciones especiales para las zonas de conexión, confinando con estribos las zonas sometidas a esfuerzos de compresión altos, como es el caso de las zonas de anclaje del presfuerzo, ya sea en elementos presforzados o postensados.
- Así mismo, se tienen especificaciones para los ductos de los cables de postensado, características de la lechada para tendones adheridos, requerimientos para la protección del acero de presfuerzo ante el uso de sopletes, y métodos para medir la fuerza de presfuerzo en los tendones.

Por otro lado, el procedimiento constructivo para las piezas prefabricadas, invariablemente está compuesto por las siguientes etapas;

- Antes de iniciar los trabajos de construcción en sí de las piezas, se deberán construir los moldes necesarios.
- La fabricación de un elemento prefabricado inicia con la cimbra (la que no se puede tomar como parte del molde), y el habilitado y armado del acero de refuerzo.
- Colocación y tensado de los tendones del presfuerzo.
- Colado.
- Curado, este proceso por lo general es a base de vapor, con el fin de agilizar el proceso, propiciando que la pieza alcance su resistencia de proyecto con mayor rapidez.

- La extracción del elemento, para lo cual se deben tener grúas de gran capacidad en la planta.
- Transporte, esta maniobra, tratándose de obras en la ciudad de México, y por ser elementos de gran tamaño, se efectúa por lo general en horario nocturno y con equipo especializado .
- Montaje y colocación.- al igual que el aspecto anterior, requiere de maquinaria especializada, y para claros centrales de los puentes, también es necesario realizar las maniobras en horarios nocturnos.

3.5.- Obras Complementarias

Entre las obras complementarias, están todas las que de alguna manera forman parte de los acabados del puente, como son :

- Obras de pavimentación.
- Parapetos
- Paraderos.
- Banquetas y guarniciones.
- Postes de alumbrado y energía eléctrica.
- Señalización.
- Pintura en pavimentos, parapetos, postes, etc.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de drenaje.
- Etc.

A continuación, se dan algunos aspectos del procedimiento constructivo de las obras de pavimentación:

Las presentes especificaciones rigen el procedimiento constructivo de los pavimentos del puente vehicular , así como todas las vialidades adyacentes y de servicio para el Distribuidor Zaragoza -Oceanía ubicado en Francisco del Paso y Troncoso, Puenteros y Oceanía, en la delegación Venustiano Carranza de la ciudad de México.

Pavimentos nuevos

Los pavimentos nuevos se construirán en vialidades nuevas, así como sobre los cajones o contratrabes de cimentación, puente y aireplén. A continuación se dan las especificaciones correspondientes según sea el caso:

- En vialidades nuevas, y cajones o contratrabes de cimentación.

Considerando que algunos pavimentos se construirán tanto en las vialidades nuevas como aquellas que se localizan sobre cajones o contratrabes de cimentación. Los espesores de las diferentes capas del pavimento deberán ser tal y como se indican en la figura a, a excepción de la capa subrasante donde variará según sea el caso.

Cuando el pavimento sea nuevo se procederá a construirse de la siguiente forma:

- Se procederá a abrir caja hasta una profundidad que de cabida a la nueva estructura de pavimento, la excavación se realizará con retroexcavadora equipada con un cucharón con cuchilla de corte recto, evitando el paso del personal y equipo para no remoldear la estructura del suelo. Se retirará cualquier material que pueda ser nocivo al comportamiento del pavimento, como material producto de la excavación, así como materiales con; excesiva humedad, consistencia blanda, cascajo y fragmentos mayores a 4 cm.

- Posteriormente la superficie del suelo se compactará al 90% de su PVSM determinado en la prueba AASHTO estándar, debiendo alcanzarse en los 15 cm superiores.

- Sobre el material compactado se construirá la estructura del pavimento con las características indicadas en la figura 65, las capas mencionadas se construirán conforme a lo indicado en el punto 3.5.a de las presentes especificaciones.

Cuando el pavimento se construya sobre un cajón o trabe de cimentación la capa subrasante se apoyará directamente sobre la estructura con un espesor de aproximadamente 45 cm. Sobre esta capa se colocarán las instalaciones municipales, además de satisfacer los niveles y pendientes de proyecto con el fin de mantener constante el espesor del pavimento. Terminada de construir la capa de subrasante se construirán las siguientes capas del pavimento conforme a la sección de la figura 65, cumpliendo con las características indicadas en el punto 3.4.a.

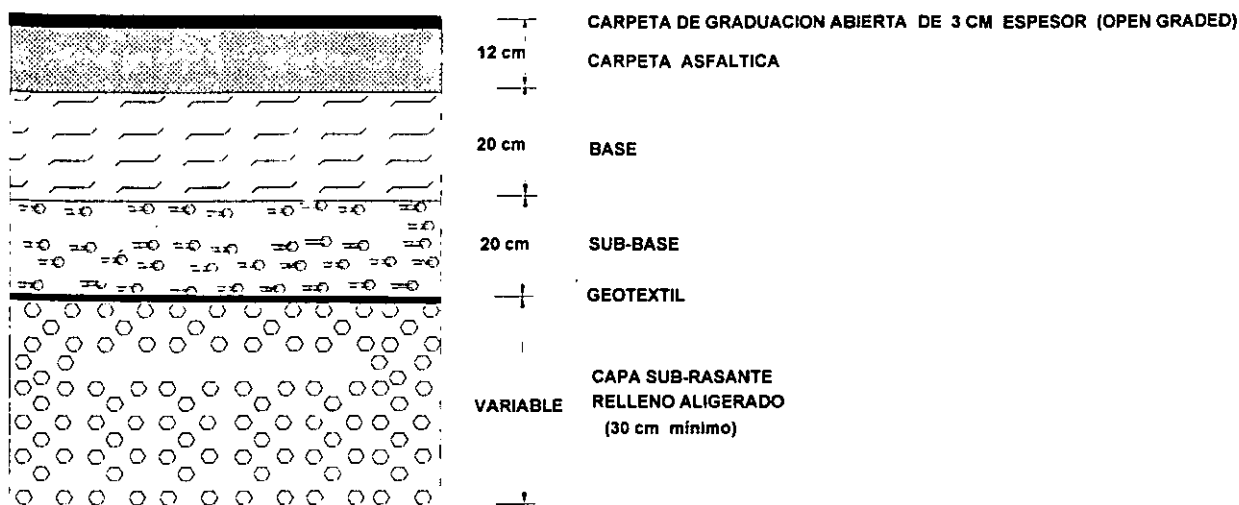


FIGURA 65

La conexión longitudinal con los pavimentos existentes, deberá efectuarse en forma escalonada para cada capa que compone a la estructura. El ancho de los escalones será de al menos 30 cm.

Sobre puente y aireplén.-

Cuando el pavimento se construya sobre el puente ó aireplén, únicamente se construirá la carpeta asfáltica y la carpeta de graduación abierta (open graded) con 10 y 3 cm de espesor, respectivamente cumpliendo las características indicadas en el punto 3.5.a, Estas se colocarán un vez que se limpien las superficies de apoyo y se realice el riego de liga.

3.5.a.- Características de los materiales para el pavimento.- Los materiales que se utilizaran para las diferentes capas del pavimento, deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- **Subrasante con material aligerado.** El material aligerado (tezontle) se colocará en capas de 30 cm (máximo) , compactado por vibración con un rodillo de 4 a 6 t de peso y

una frecuencia de vibración de 1200 a 1400 rpm, el cual deberá aplicar seis pasadas por un mismo punto.

El material aligerado no deberá contener partículas plásticas, los fragmentos mayores a 4" no excederán el 30% y no más del 5% de fragmentos mayores a 8". La selección de los materiales podrá ser mediante cribado en banco, o bien mediante pepena en sitio.

En los últimos 10 cm el tezontle deberá presentar un aspecto cerrado, lográndose mediante una granulometría predominantemente arenosa y que preferente se ubique dentro del área sombreada de la figura 66.

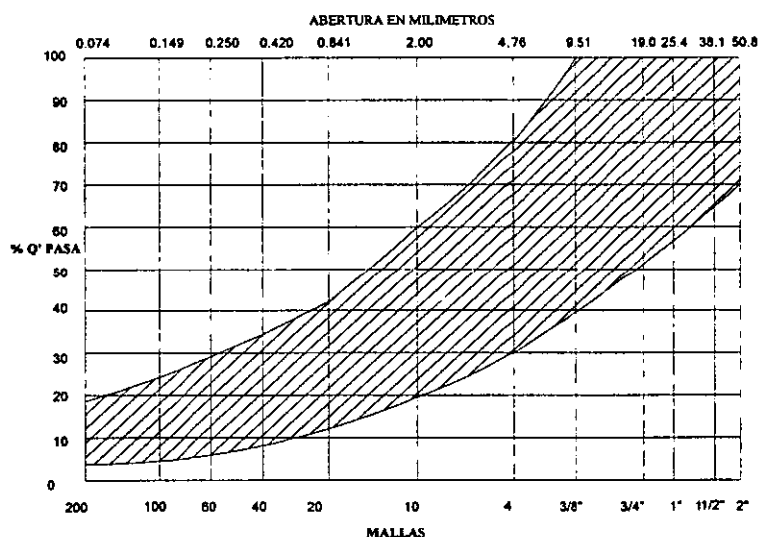


FIGURA 66
Granulometría en relleno aligerado

- El material que pase por la malla 40 deberá cumplir con lo siguiente:

Límite líquido	20% (máximo)
Índice plástico	7% (máximo)
Equivalente de arena	70% (máximo)

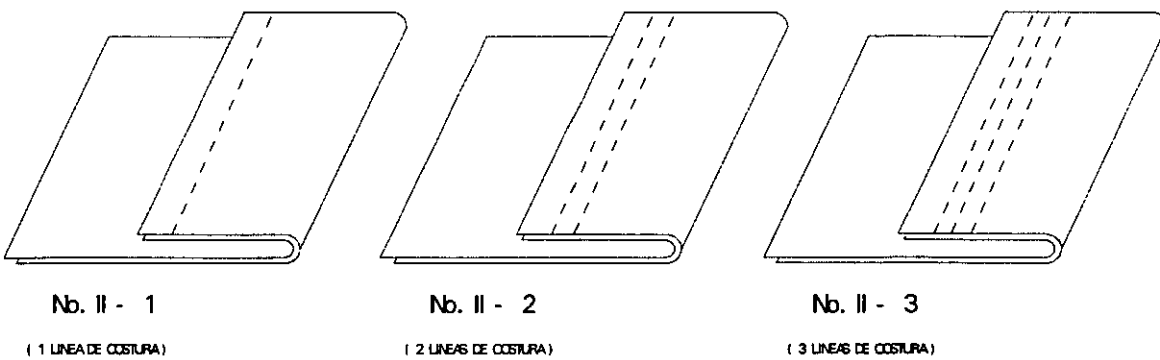
En esta capa se colocarán las instalaciones municipales, además de satisfacer los niveles y pendientes de proyecto con el fin de mantener constante el espesor del pavimento.

- **Geotextil.** Las características del geotextil, serán conforme a lo siguiente:

Ser un geotextil no tejido, de fibras no biodegradables de poliéster, con espesor de 1.2 mm (ASTMD1777), 30 kg de resistencia a la perforación (ASTM D 4833), 1.1 ton/m y 0.6 ton/m de resistencia a la tensión en sus sentidos de fabricación y transversal, respectivamente, determinados por el método ASTM D 4595 y coeficientes de permeabilidad de 0.09 cm/seg, de acuerdo con el método ASTM D 2434 mod.

El geotextil se colocará sobre el área designada, en paneles cosidos, para minimizar la cantidad de traslapes, efectuando las uniones entre rollos mediante costuras del tipo "J" (figura 67) , con hilo de poliéster con la cantidad y tipos de puntadas que garanticen que la costura resistirá cuando menos 650 kg/m, determinado de acuerdo al método ASTM D 4884, o en forma equivalente, y que mediante la citada prueba que obtengan resistencias de la costura mayores que la resistencia del producto geotextil.

Una vez alcanzado el nivel de subrasante se colocará un geotextil, vigilando que el piso sea plano y no presente objetos puntiagudos. El geotextil se colocará de tal forma que no coincidan dos o más traslapes en una misma sección transversal .



COSTURA TIPO " J "

FIGURA 67
Costuras del geotextil

Los traslapes deberán ser de cuando menos 0.30 m y deberán efectuarse de manera tal que el sentido de los mismos sea contrario al flujo de la construcción para evitar que el material de la subbase penetre por abajo de los traslapes. Arriba de cada junta entre paneles cosidos o traslape se colocarán paladas de material de la subbase a cada 3.0 m, para evitar que dichas juntas se desplacen.

En las zonas donde no hay traslapes será suficiente colocar una palada de material por cada 5 m², lo que impedirá que el geotextil se desplace con el viento.

Los paneles de geotextil serán suministrados cubriendo áreas de 350 m² aproximadamente para lograr que el peso de los mismos permita su manejo en la obra en forma sencilla.

La colocación, unión y demás características de los geotextiles serán bajo la supervisión y responsabilidad del fabricante.

- **Subbase.** Previa verificación y aceptación de la capa subrasante se construirá la capa de subbase. Las características que debe cumplir se enlistan a continuación :

CARACTERISTICA	
Compactación AASHTO modificada (T-180)	95% (mínimo)
Granulometría deseada	Zona 2, figura 68
Contenido de finos	25 % (máximo)
Valor relativo de soporte saturado (VRS)	50 (mínimo)
Equivalente de arena	20% (mínimo)
Valor cementante	3 kg/cm ²
Contenido de partículas iguales o mayores a 2"	50% (máximo)

La fracción que pase la malla 40 deberá cumplir con lo siguiente:

Límite líquido	30% (máximo)
Índice plástico	6% (máximo)
Contracción lineal	4% (máximo)

La subbase se formará con al menos 2 capas, cuyo espesor máxima de cualquiera de ellas será del 60% del total, debiendo compactar la primera preferentemente con rodillo neumático ligero, con la finalidad de que la compactación sea uniforme.

Para dar por terminada la capa subbase deberá verificarse el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto con las siguientes tolerancias:

Nivel de la superficie	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0.5 %
Profundidad de depresiones con regla de 3 m	± 1.50 cm
Espesor	± 10 %

Se aceptará en la compactación una variación del +/- 2% en el 20% de las calas volumétricas, siempre que el grado de compactación promedio sea mayor que el especificado. Se sugiere realizar 1 cala volumétrica por cada 25 m³ de material colocado.

- **Base.** Habiendo cumplido la capa de subbase con las especificaciones anteriores, se construirá la capa de base, con las siguientes características:

CARACTERISTICA	
Compactación AASHTO modificada (T-180)	100 (mínimo)
Granulometría deseada	zona 1, figura 68
Contenido de finos	10 % (máximo)
Valor relativo de soporte saturado (VRS)	100 (mínimo)
Equivalente de arena	40 (mínimo)
Valor cementante	3 kg/cm ²
Tamaño máximo del agregado	1 ½"

La fracción que pase la malla 40 deberá cumplir con lo siguiente:

Límite líquido	30% (máximo)
Índice plástico	6% (máximo)
Contracción lineal	3.5% (máximo)

La base se formará con al menos dos capas, cuyo espesor máximo de cualquiera de ellas será del 60% del espesor de la capa y compactarse con rodillo liso vibratorio.

Para dar por terminada la capa de base deberá verificarse el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto con las siguientes tolerancias:

Nivel de la superficie	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0.5 %
Profundidad de depresiones con regla de 3 m	± 1.00 cm
Espesor	± 6 %

Se aceptará en la compactación una variación del - 2% en el 20% de las calas volumétricas, siempre que el grado de compactación promedio sea mayor que el especificado. Se sugiere realizar 1 cala volumétrica por cada 25 m³ de material colocado.

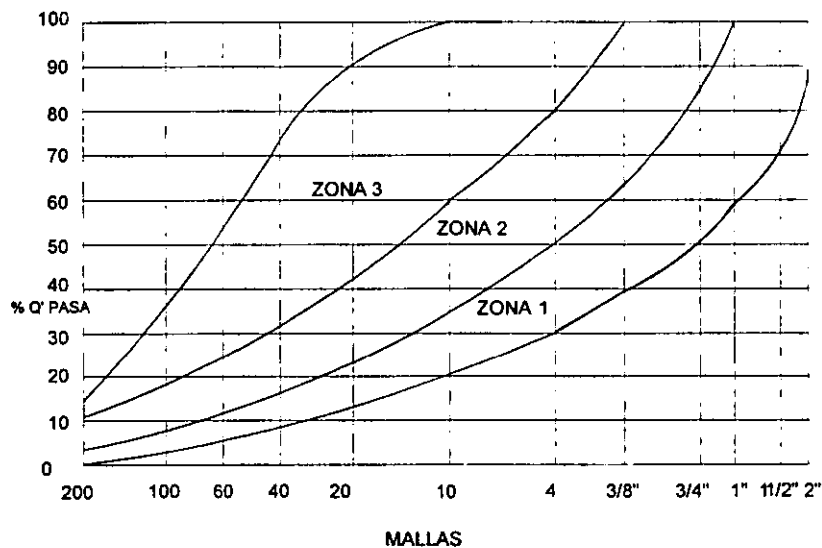


FIGURA 68. Curvas granulométricas para materiales de base y subbase

- **Riego de impregnación.** Una vez que la capa de base haya cumplido con las especificaciones, sobre la base seca, libre de polvo y partículas sueltas, se aplicará un riego de impregnación en base de emulsión catiónica de rompimiento medio RM-2K, en proporción de 0.70 l/m², la emulsión deberá cumplir con las características de la tabla 2.

CARACTERISTICA	Rompimiento rápido	Rompimiento medio
Tipo	RR-2K	RM-2K
Viscosidad Saybolt Furol, 25° C	20-100	50-500
Residuo a la destilación, por ciento de peso, mínimo	60	60
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento máximo	5	5
Cubrimiento del agregado (en condición de trabajo). Prueba de resistencia al agua: -Agregado seco, por ciento de cubrimiento, mínimo -Agregado húmedo, por ciento de cubrimiento, mínimo		80 60
Retenido en la malla núm. 20, por ciento máximo	0.10	0.10
Carga de la partícula.	Positiva	Positiva
Disolvente en volumen por ciento, máximo	3	20
Pruebas al residuo de la destilación	100-250	100-250
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento mínimo	97	97
Ductibilidad en cm	40	40

Nota : La viscosidad de las emulsiones no debe aumentar mas del 30% al bajar su temperatura de 20°C a 10°C, ni bajar más de 30% al subir su temperatura de 20°C a 40°C

TABLA 2

La base impregnada se cerrará a cualquier actividad por un plazo de 48 hr (mínimo). En caso de existir posibilidades de lluvia, el riego se pospondrá.

- **Riego de liga.** Transcurridas 48 hr (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30 min antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicará el riego de liga una vez que el material sea penetrado y desfluxado . No deberá existir la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca.

El riego de liga se realizará con una emulsión catiónica de rompimiento rápido RR-2K, con las características que se expresan en la tabla 2 , con una proporción de 0.70 l/m² y penetración de 2 mm (mínimo) .

La base impregnada se cerrará a cualquier actividad por un plazo de 48 hr (mínimo). En caso de existir posibilidades de lluvia, el riego se pospondrá.

En caso de existir acumulación excesiva de material , deberá retirarse el exceso mediante cepillos.

- **Carpeta asfáltica.** Transcurridos 30 min (máximo) a la aplicación del riego de liga se formará una carpeta asfáltica, mediante el tendido y compactado de mezcla elaborada en caliente, en una planta estacionaria, utilizando cemento asfáltico.

La carpeta deberá cumplir con las características siguientes:

CARACTERISTICA	
Compactación Marshall	95 % (mínimo)
Temperatura de colocación	110 - 120 °C
Temperatura de terminado	70 °C
Permeabilidad	6 % (máximo)
Absorción total	24 hr (máximo)

La carpeta se formará con el número de capas necesarias para garantizar la compactación. No deberá tenderse mezcla asfáltica sobre la superficie húmeda o cuando existan posibilidades de lluvia durante el proceso de colocación y compactación. Las características del material pétreo, mezcla asfáltica y cemento asfáltico deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

a).- Material pétreo

CARACTERISTICA	
Granulometría necesaria	Zona I de figura 69
Tamaño máximo	3/4"
Contracción lineal	2 % (máximo)
Desgaste	40 % (máximo)
Absorción	7 % (máximo)
Partículas de forma alargada y/o laja	35 %
Contenido de finos	4%
Equivalente de arena	55 % (mínimo)

b).- Mezcla asfáltica. Deberá cumplir con los siguientes requisitos, de acuerdo al procedimiento Marshall.

CARACTERISTICA	
Número de golpes por cara	75
Estabilidad	1000 kg (mínimo)
Flujo	2 - 4 mm (máximo)
Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) respecto al volumen del espécimen de mezcla	14 % (mínimo)
Porcentaje de vacíos en la mezcla respecto al volumen del espécimen	3 - 5 %

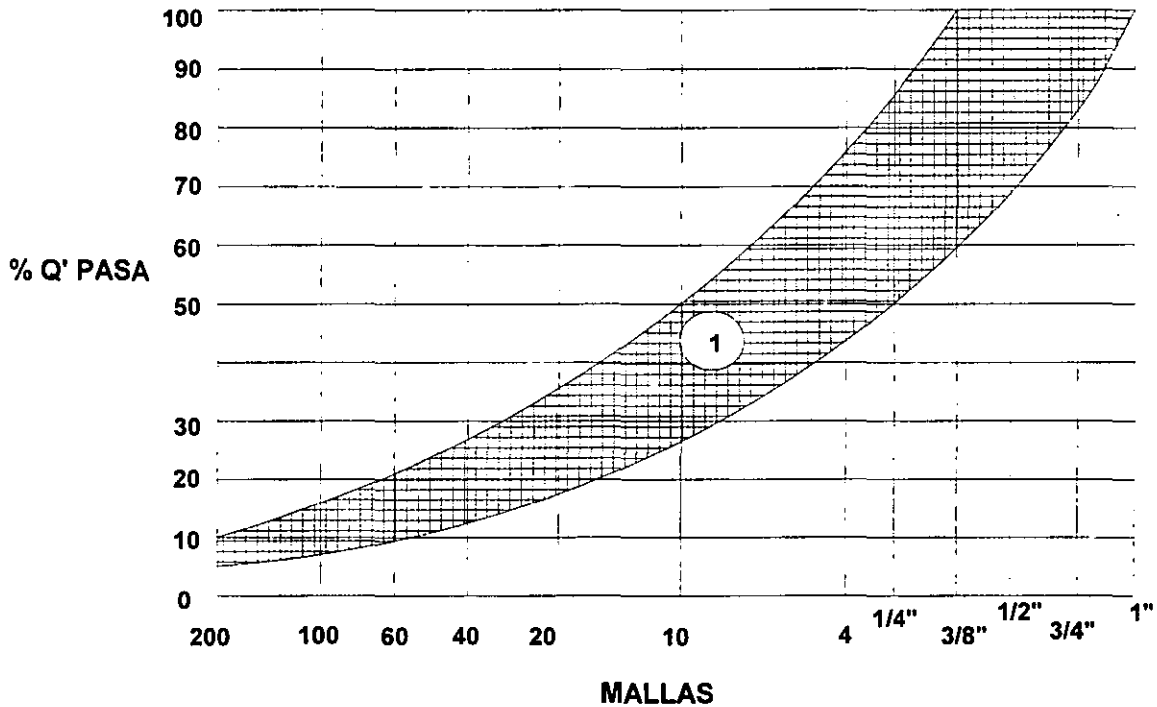


FIGURA 69.- Granulometría para material pétreo

c).- **Cemento asfáltico**

CARACTERISTICA	
Tipo	No 6 o similar
Penetración	100 g, 5s, 25 °C, 90 - 100 °C
Viscosidad Saybolt-furol (135_C)	85 (mínimo)
Inflamación (Cleveland)	230 °C (mínimo)
Reblandecimiento	50 °C
Solubilidad en tetracloruro de carbono	99.50 % (mínimo)
Ductibilidad	25 - 100 cm

Prueba de la película delgada, 50 cm³, 5 hr, 163°C

Penetración retenida	50 %
Pérdida por calentamiento	1 %

La granulometría y forma del material pétreo deberá cumplir cuando menos con dos de los siguientes requisitos.

Desprendimiento de asfalto por fricción	25 % (máximo)
Cubrimiento con asfalto	90% (mínimo)
Pérdida de estabilidad por inmersión en el agua	25%

Las juntas de construcción transversales deberán recortarse aproximadamente a 45°, antes de iniciar el siguiente tendido y también deberán ligarse con cemento asfáltico o con un material de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente franja.

Para dar por terminada la construcción de la carpeta, se verificará el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, de acuerdo a proyecto.

4.- Recomendaciones y conclusiones

Antes de proceder a determinar las recomendaciones y conclusiones, creo conveniente dar una breve reseña del proceso que se ha tenido durante la construcción del puente en estudio:

A finales de 1995, la dependencia en turno COVITUR, encargó a la consultoría Rioboo, S.A. de C.V., una propuesta para el desarrollo del proyecto de la obra puntual que uniría las vías principales que vienen de norte a sur por un lado: desde Ecatepec, (Av. Central – Oceanía, hasta el eje 1 Norte), y desde Xochimilco en el sur (Prolongación División del Norte – Canal de Miramontes – Arneses -Av. 5 – Francisco del Paso y Troncoso) hasta la calz. Ignacio Zaragoza, creando así una vialidad que cruzará literalmente a la Ciudad de México y parte del Estado de México. Se contactó a esta empresa por su creciente e innovadora experiencia en el diseño de puentes urbanos y por lo complejo del caso, pues el espacio disponible para alojar dicha obra no es lo suficientemente amplio como para un proyecto de los que se habían desarrollado anteriormente.

Así, después de elaborar varias propuestas, se acepta el proyecto que aquí se ha descrito, y cuyo inicio se da en el primer semestre de 1996.

El proyecto se desarrolla con un equipo compuesto por ingenieros y arquitectos, abarcando las diversas áreas como son: arquitectura, estructuras, mecánica de suelos, topografía, vialidades, etc., y se está en condiciones de arrancar la obra en noviembre de 1997.

Debido a que la obra estaba programada inicialmente para terminarse en un año y medio aproximadamente, se hace necesario atacar en diferentes frentes: construcción e hincado

de pilotes, excavación de cajón para las zapatas, fabricación de elementos prefabricados como traveses, columnas y cabezales principalmente; esto último llevándose a cabo en grandes áreas de terreno, que fueran suficientes para fabricar y almacenar todas las piezas (de tamaño considerable), y poder tener la disponibilidad de éstas a tiempo para su colocación en la obra que al mismo tiempo se efectuaba en sitio.

La obra se desarrollaba a un buen ritmo, pero problemas financieros y económicos provocaron que se interrumpiera, esto ocurre a mediados de 1998, manteniéndose así hasta la fecha (febrero de 2001).

Conclusiones y recomendaciones.-

En el aspecto de construcción de puentes urbanos dentro de la Ciudad de México y su zona metropolitana, se ha tenido un avance importante en la pasada década, sin embargo, como se ha mencionado, son obras puntuales que resuelven problemas muy localizados, y que, debido al desmedido crecimiento de esta gran ciudad, no son suficientes por sí solas; es necesario contar con una planeación más general y una regulación más efectiva que evite el crecimiento tan descontrolado

Los planes y programas de las pasadas administraciones, mostraban claros intereses políticos, más que propiciar un desarrollo bien planeado, lo cual aunado con los malos manejos de los recursos, es lo que ha propiciado que no se tenga la capacidad para efectuar obras en número y magnitud, necesarias para resolver la problemática. Además que se ha permitido infringir los reglamentos de construcción, así como las leyes de asentamientos humanos, dando por resultado el crecimiento de los núcleos suburbanos y los problemas que su necesidad de servicios propician.

Se observa como el Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000 actualizado en 1996 y revisado en 1999, es un programa bastante fuera de la realidad económica del país, ya que contempla gran cantidad de obras y acciones del gobierno, que difícilmente podrían cumplirse en tan poco tiempo, con tantos problemas económicos. Lo cual confirma sus fines políticos.

Se ha visto que el tipo de propuesta estructural con elementos prefabricados, tomada para este puente, ha sido funcional en otros casos previos, ya que se han evitado durante

su construcción, muchos problemas viales, por lo rápido del procedimiento constructivo, y la simplificación de trabajos en el sitio de la obra. Sin embargo, para este caso, tales cualidades se han perdido debido a la suspensión tan prolongada de los trabajos.

La propuesta estructural en el tramo denominado "Punteros", que contempla ubicar las dos vialidades verticalmente (en dos niveles), es una alternativa que, de obtenerse buenos resultados operacionales, daría la pauta para iniciar una etapa de modernización de la infraestructura vial de la Ciudad de México, tal como se plantea en los programas gubernamentales.

El hecho de suspender una obra de este tipo, en la cual se tienen elementos prefabricados pretensados, propicia que por un lado se tengan pérdidas económicas debido a los costos de almacenaje, que alguien debe estar absorbiendo, y por otro, en las piezas prefabricadas almacenadas ya se están presentando deformaciones contrarias a las que normalmente se presentarían en condiciones de servicio, al no tener las cargas de trabajo para las que fueron diseñadas, ya que están sometidas a fuerzas internas inducidas por el presfuerzo.

Por otro lado, se tienen gran cantidad de pilotes hincados, y excavaciones a cielo abierto, por lo cual se recomendaría tomar las debidas precauciones, por ejemplo, llevando a cabo la extracción y restitución del material de una capa superficial del fondo de la excavación, por material controlado y compactado, esto según análisis y recomendaciones de mecánica de suelos, y llevar registros del comportamiento de las zapatas una vez construidas, principalmente en lo que se refiere a asentamientos.

En el anexo fotográfico siguiente, pueden observarse algunos trabajos realizados antes de que se suspendiera la obra en 1998, esto en las fotografías 1 a 7; el estado actual se muestra en las fotografías 8 a 12, en las que se nota un total abandono.

ANEXO FOTOGRAFICO



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 1

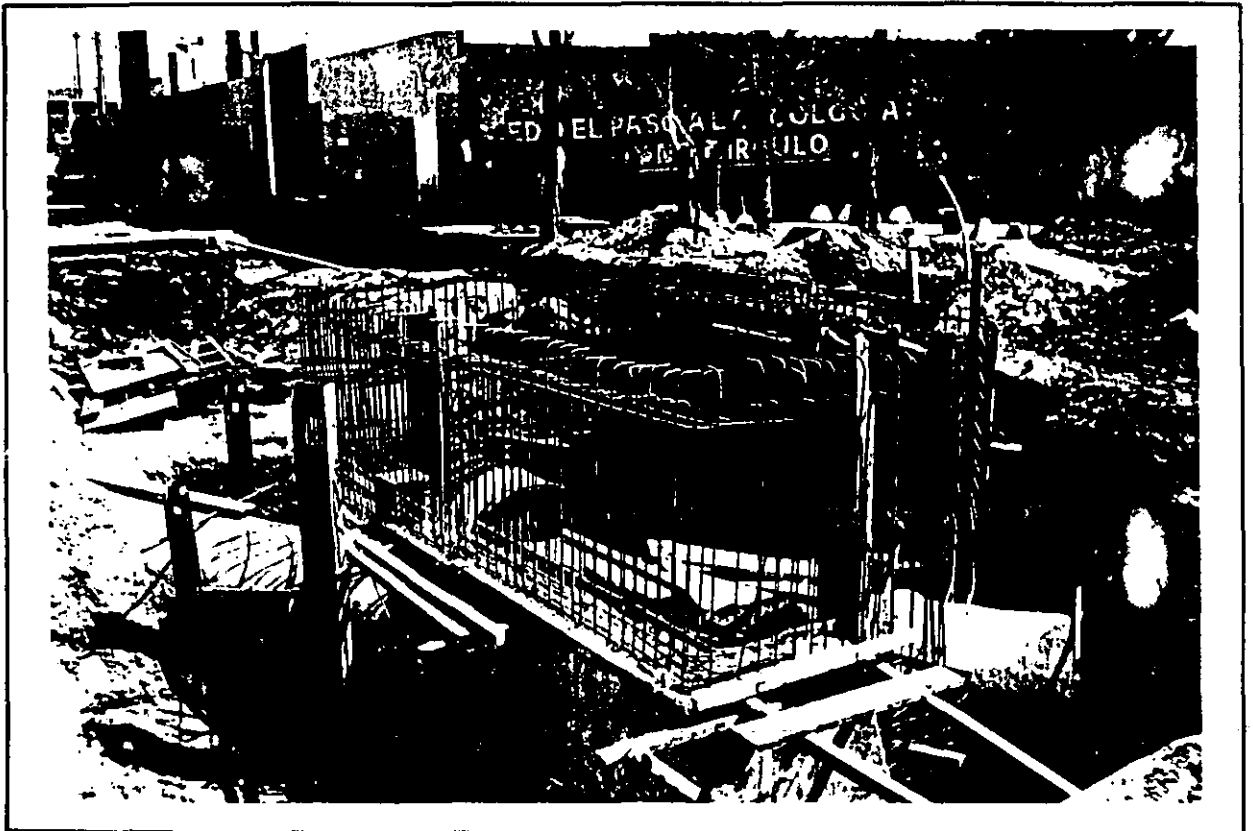


TRABAJOS DE DESCABECE DE PILOTES EN LA ZAPATA Z-35A
EN LA AV. OCEANIA, TRAMO PARALELO A LA LINEA B DEL METRO



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 2

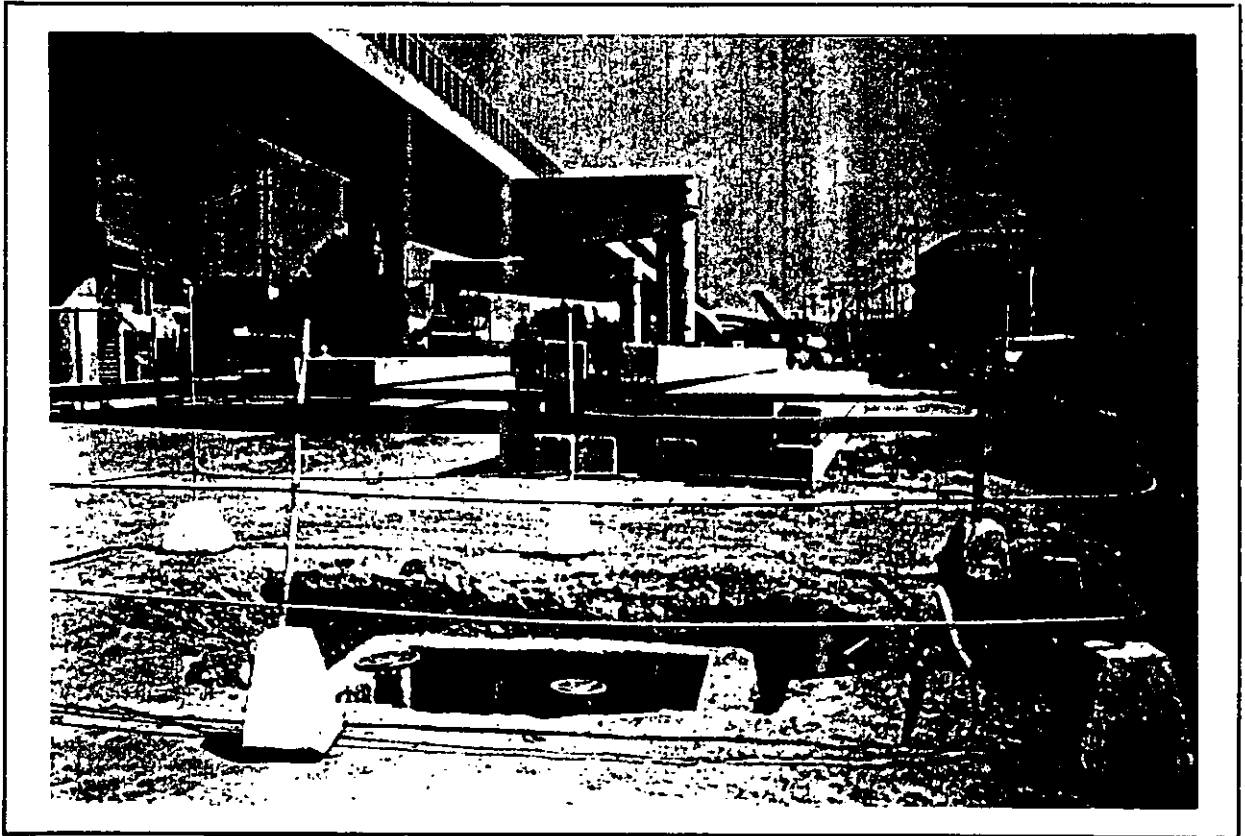


CAJA PARA VALVULA EN RED DE AGUA POTABLE
COMO PARTE DE LAS OBRAS INDUCIDAS



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 3

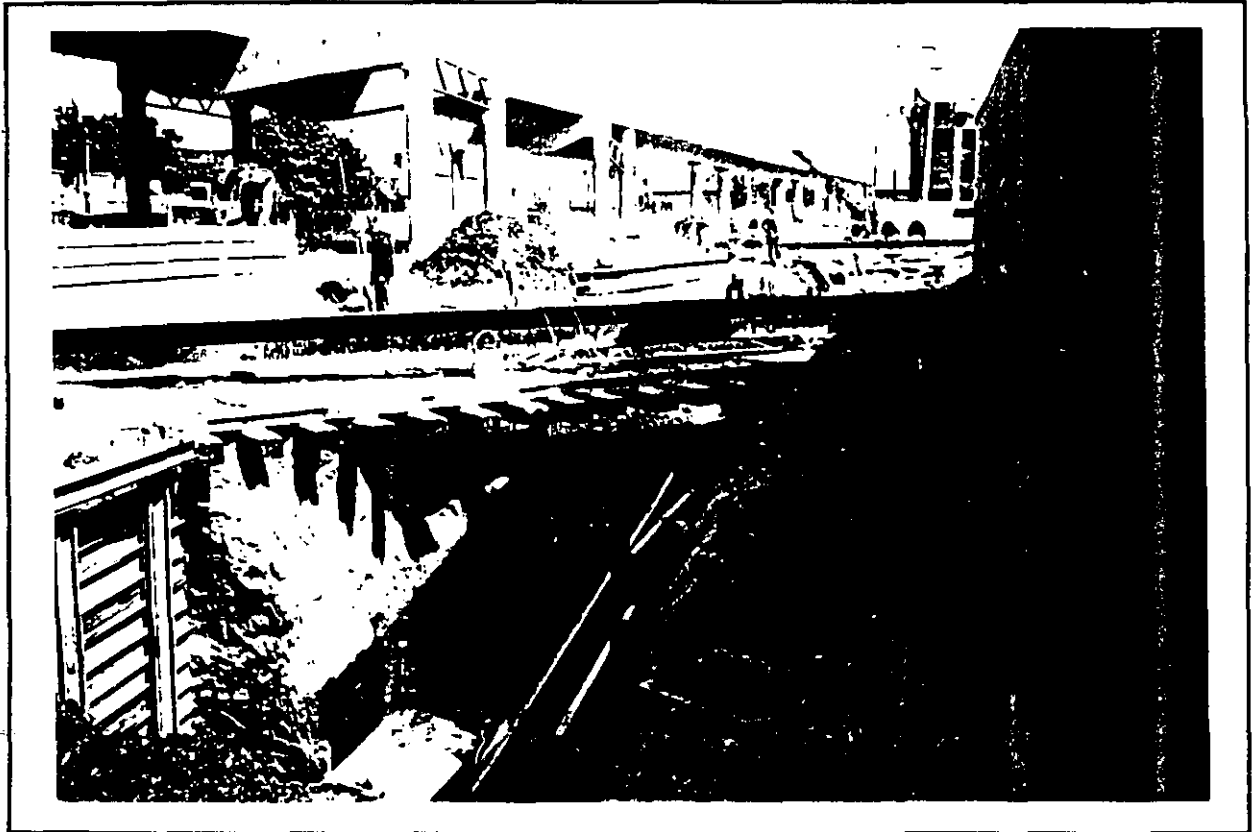


CAJA PARA VALVULA EN RED DE AGUA POTABLE
Y PILOTES LISTOS PARA SER HINCADOS



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 4

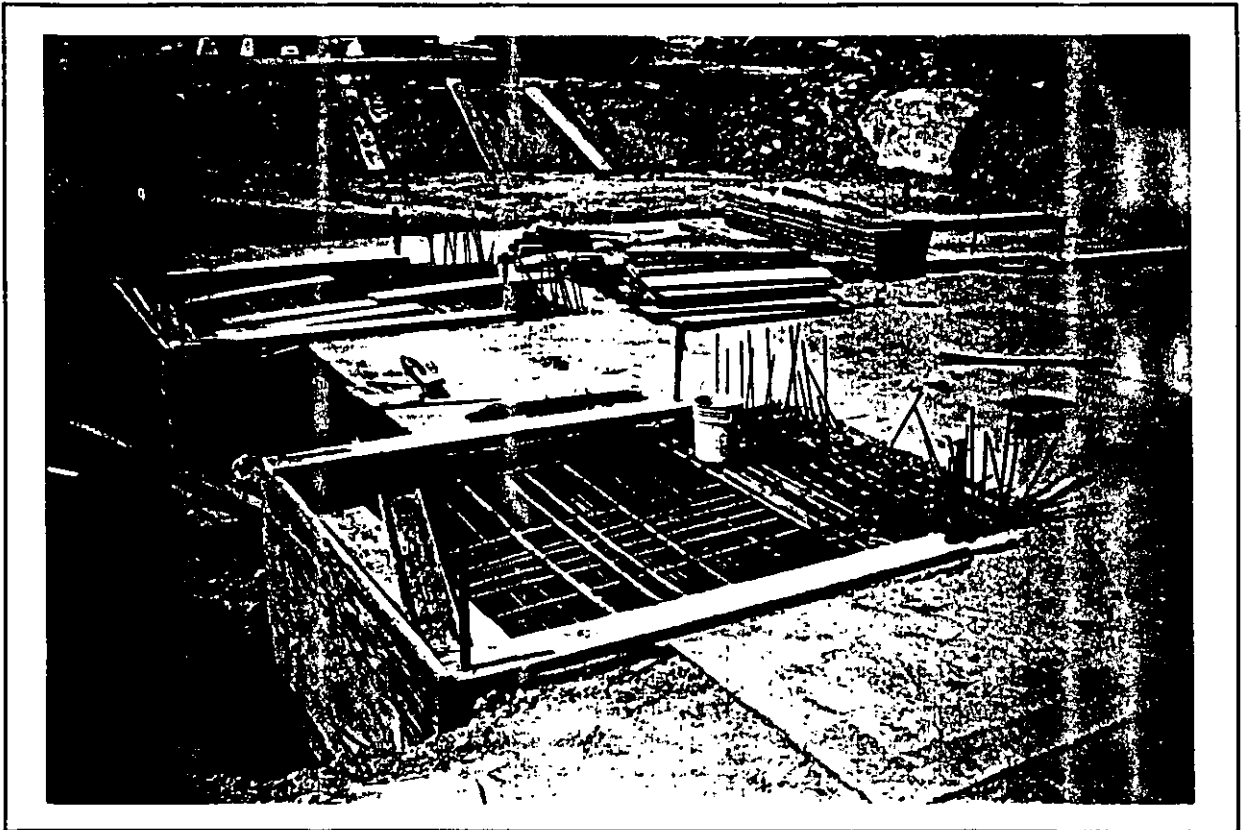


COLGANTO DE VIAS FERREAS, DURANTE LA CONSTRUCCION
DE INSTALACIONES PROPIAS DE LA OBRA



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 5



PREPARACIONES PARA MONTAJE DE COLUMNA PREFABRICADA EN ZAPATAS



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 6

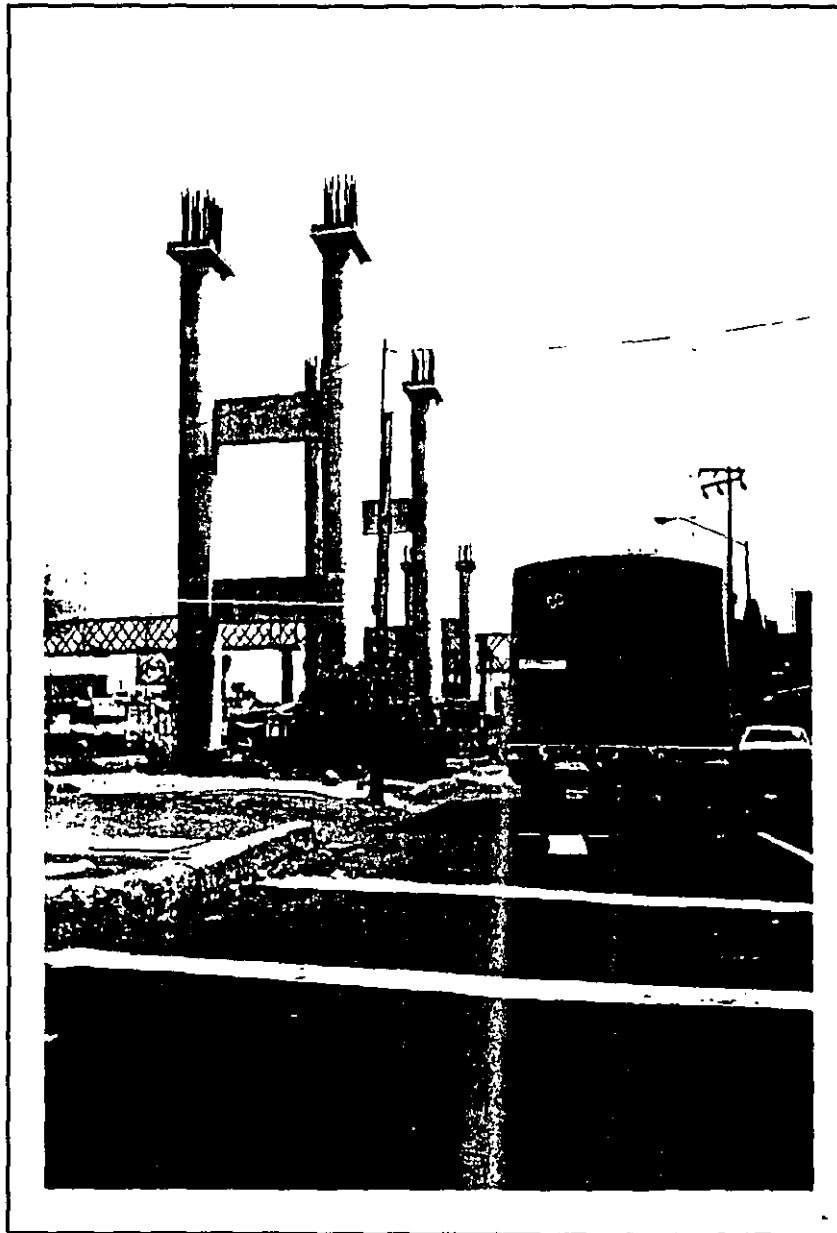


VISTA PANORAMICA DEL TRAMO PUENTEROS
SE OBSERVAN TRABAJOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE ALCANTARILLADO
REUBICANDO EL TRAZO ANTERIOR, PARA PODER CONSTRUIR LAS ZAPATAS DEL PUENTE



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 7

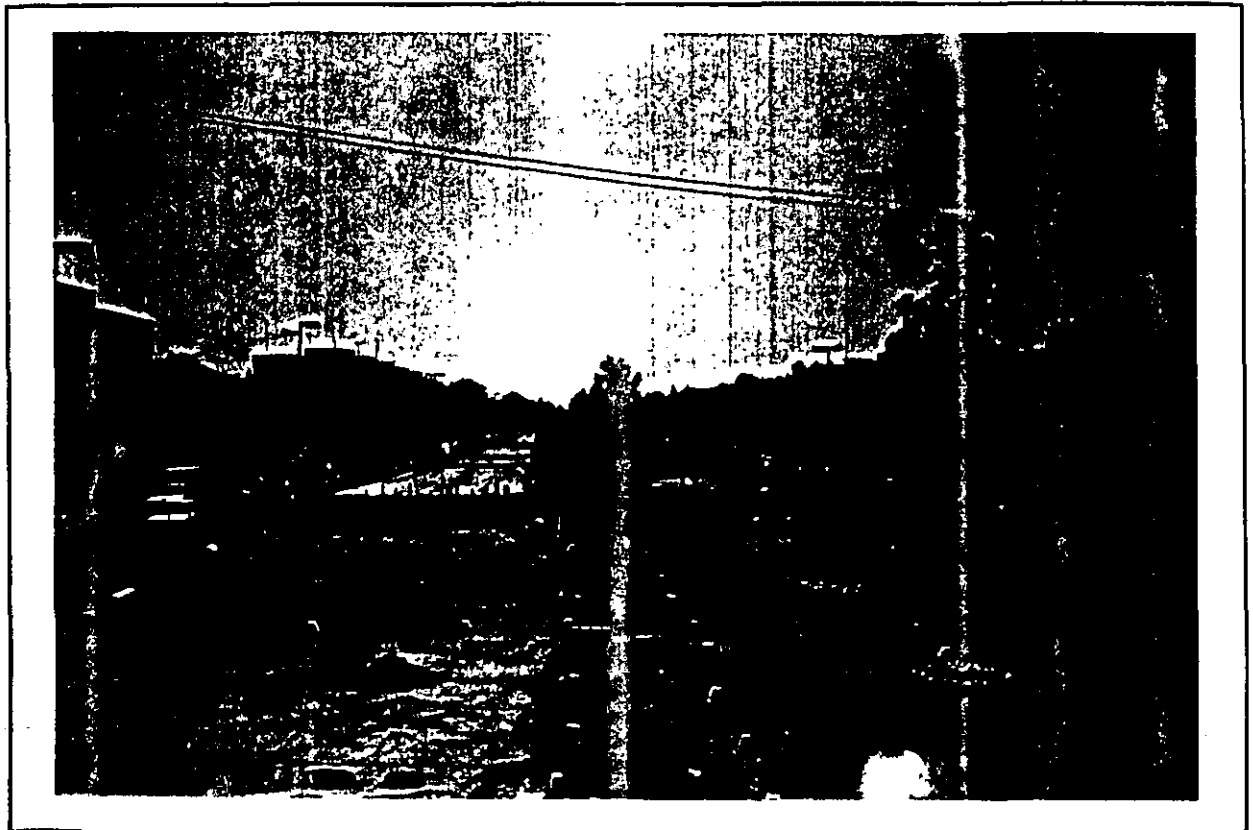


VISTA DE LA GAZA QUE DESEMBOCA EN LA CALZ. IGNACIO ZARAGOZA
HACIA EL ORIENTE, TRAMO CON COLUMNAS COLADAS EN SITIO



PULNTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 8

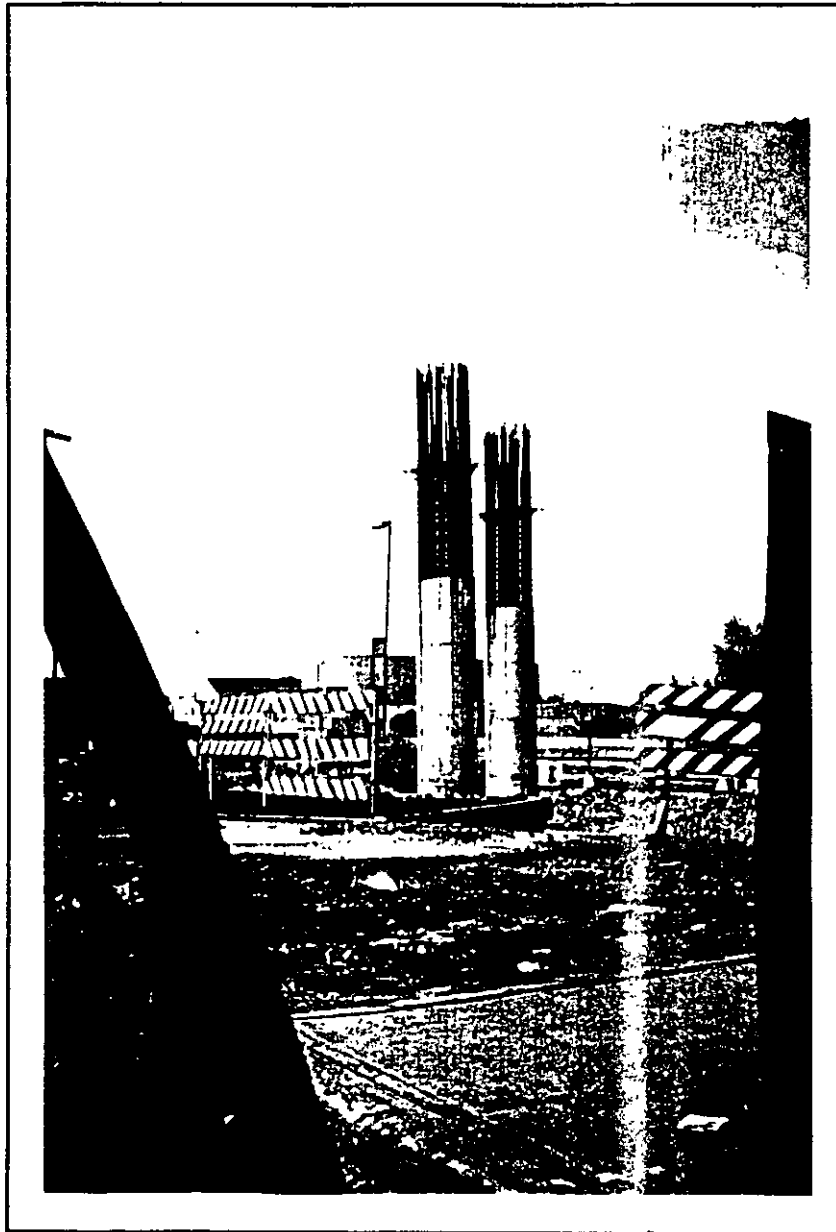


VISTA ACTUAL DE LA ZONA DE INICIO DEL PUENTE, SOBRE EJE 3 OTE.
SE APRECIAN LOS CARRILES CENTRALES CERRADOS

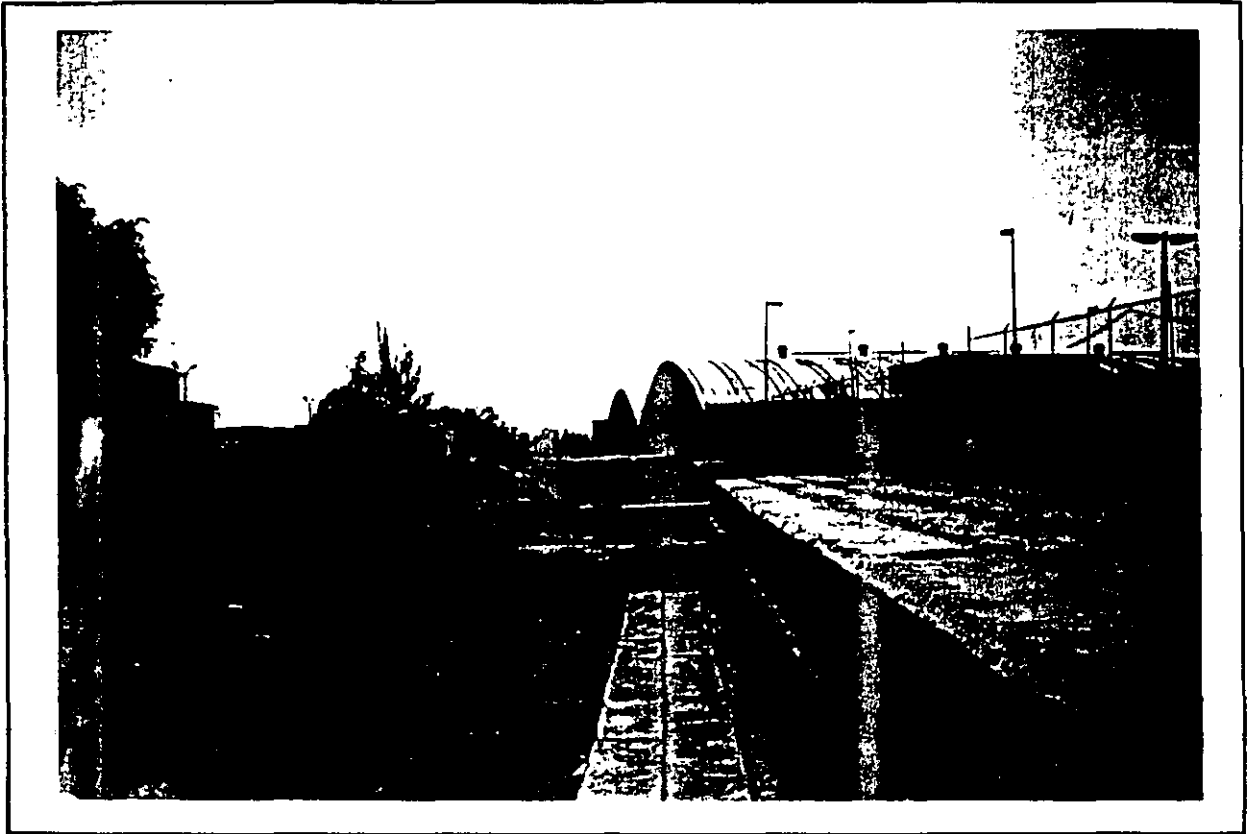


PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 9



COLUMNAS COLADAS EN SITIO, CORRESPONDIENTES A LA GAZA
QUE DESEMBOCA EN LA CALZ. IGNACIO ZARAGOZA, HACIA EL ORIENTE



PILOTES ALMACENADOS EN LA ZONA DE OBRA
TRAMO PUENTEROS



PUENTE DISTRIBUIDOR
ZARAGOZA-OCEANIA

FOTOGRAFIA 11



PILOTES ALMACENADOS A UN COSTADO DE LA LINEA B DEL METRO
TRAMO OCEANIA

Bibliografía

- ANIPPAC. Boletín Conózcenos por nuestras obras. Año II No. 1. ANIPPAC-CAMESA. 1989. 16 p.
- Crespo Villalaz, Carlos. Vías de Comunicación. Editorial Limusa. México 1979. 688 p.
- DDF Secretaría General de Desarrollo Social. Atlas de la Ciudad de México. Fascículo 12. La Ciudad de México en el futuro. Editorial Plaza y Valdés. 1ª. Ed. México, 1988.págs 410 a 431.
- DDF Secretaría de Transportes y Vialidad. Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000, Actualización 1996. México.
- Juárez Badillo y Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos Tomo II, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos. 2ª. Ed. Editorial Limusa. México 1983. 697 p.
- Martínez Márquez, Alejandro. Control de Tránsito Urbano. Editorial Limusa México 1979. 811 p.
- México, la ciudad más grande del mundo. Editora Espacios Juventud, A.C. 1ª. Ed. México 1988. 390 p.
- Neufert Ernst. Arte de Proyectar en Arquitectura. 13ª. Ediciones G. Gili, S.A. de C.V. México 1982. 537 p.
- Palacios Roji García Joaquín y Palacios Roji García Agustín. Guía Roji Ciudad de México formato 2000. 1ª. Ed. México, 1999; 142 p. 180 planos.
- Rioboo, S.A. de C.V. Especificaciones generales para el procedimiento constructivo de la perforación previa , hincado de pilotes, excavación para zapatas y rellenos locales del puente vehicular "Distribuidor Zaragoza-Oceanía", Metropolitano linea B.

Especificación num. 95-MSU-01-5-10-165-21-III-03-1607-E-02. México, D.F. 1996. 12 p.

- Rioboo, S.A. de C.V. Especificaciones para el procedimiento constructivo para los pavimentos del puente vehicular "Distribuidor Zaragoza-Oceanía", Metropolitano línea B. Especificación num. 96-MSU-01-5-10-165-21-III-04-1608-E-00. México, D.F. 1997.
- San Martín Quiroga Avelino F. Cálculo de estructuras de puentes de hormigón. Editorial Rueda. Madrid, España. 1983. 747 p.
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos; El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México, Simposio 10 de Marzo de 1978. 1ª. Ed. México, 1978; 263 p.