



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

29
46

**PLANEACION Y PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
ENTRONQUE E. MOLINA - RIO CONSULADO**

Trabajo Escrito

**Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL**

presenta

SERGIO ROGELIO CORONA TOLEDO

México, D. F.

1984





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION	(1)

CAPITULO I

PLANEACION

I. Los Problemas del Transporte en la Ciudad de México.	(3)
II. Importancia de la Construcción del Metro.	(5)
III. Antecedentes de la 1a. y 2a. Etapa del Metro.	(6)

CAPITULO II

DESCRIPCION Y GENERALIDADES DEL ENTRONQUE EDUARDO MOLINA - -- CONSULADO

I. Localización y Generalidades	(12)
II. Selección del Tipo de Vía Subterránea, Superficial o Elevada.	(14)
III. Descripción de la Alternativa Seleccionada.	(16)

CAPITULO III

PROCESO CONSTRUCTIVO

I. Construcción de Brocales	(19)
II. Muro de Acompañamiento Colados en Sitio	(22)
III. Abatimiento del Nivel Fredtico	(27)
IV. Excavación-Troquelamiento y Trabajos Complementarios.	(29)

CAPITULO IV

COSTO DE LA OBRA

I. Programación	(39)
a) Método de la Ruta Crítica	(39)
b) Diagrama de Barras o de Gantt	(43)
II. Integración del Costo	(46)
a) Costos Directos	(47)
b) Costos Indirectos	(52)
c) Utilidad	(58)
Costo de la Obra	(67)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(74)
BIBLIOGRAFIA	(78)

INTRODUCCION

Los habitantes de las grandes ciudades se enfrentan día con día a un sin número de problemas en los servicios de carácter público, tales como la insuficiencia de agua potable, vivienda, energía eléctrica, medios de comunicación, transportación, etc. Estos son originados, básicamente, por el crecimiento demográfico y la concentración de los mismos en las ciudades.

De los problemas antes mencionados, el del transporte público fue el tema central y fundamental para el desarrollo del presente trabajo, ya que por sus características genera situaciones conflictivas que ponen en peligro el desarrollo del hombre y la naturaleza (contaminación, congestionamientos viales, pérdida de horas hombre, etc.).

En este trabajo se presenta una de las posibles alternativas para la solución de dicho problema, dicha alternativa se analizará a través de un caso práctico realizado en el cruce que forman las avenidas Eduardo Molina - Río Consulado, ya que en este lugar se construyó una serie de ejes viales y un tramo de la línea 5 del metro que corre de la estación Pantitlán a la estación Politécnico, además de que el cruce de las avenidas se considera importante por la gran afluencia que presenta tanto de transeúntes como de vehículos de diferentes capacidades.

Hizo más interesante y relevante la elaboración de este trabajo, las series de vicisitudes o problemas que se encontraron durante la ejecución de la obra como, el desvío de un gasoducto, desvíos provisionales de vías de ferrocarril, de redes de agua potable y alcantarillado, de líneas eléctricas y telefónicas y el desvío de un colector entre otras actividades.

Estas condiciones se van a presentar de una u otra forma en las diferentes obras que habrán de realizarse por lo que esperamos sean consideradas las diferentes soluciones que se adoptaron sobre el cruce de estas avenidas.

No se puede dejar de resaltar la labor que está llevando a cabo la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del D.V.F. ya que con su planeación, proyectos y dirección, la ciudadanía podrá contar con un servicio -comodo, eficiente, seguro y económico a corto plazo, y de esta manera mejorará la situación del transporte público en el país.

CAPITULO 1

PLANEACION

I. Los Problemas del Transporte en la Ciudad de México

La Ciudad de México al igual que muchas de las grandes ciudades, no escapa de padecer el agobiante problema del transporte urbano.

Es por ello, que el gobierno actual ha realizado estudios estadísticos con la finalidad de buscar una solución adecuada a este problema. Estos estudios indican que dicho problema tiene su base principalmente, en el crecimiento del número de habitantes, en su concentración que es cada vez más intensa en la ciudad, en el aumento del número de vehículos a un ritmo desmedido y sin que estos tentan como objetivo prestar un servicio público, sino uno particular y la limitación en los recursos económicos necesarios para aplicar remedios invariablemente costosos.

Por lo tanto decimos que el transporte colectivo en la urbe metropolitana es insuficiente, ya que la mayor parte de vehículos que transitan en ella son particulares lo que provoca situaciones problemáticas y conflictivas de contaminación, congestionamientos, reducción de áreas de vialidad y tránsito en las mismas.

Antes de seguir adelante conviene observar algunos datos estadísticos que dan una mayor idea de la magnitud de este problema.

DESARROLLO DEL AREA URBANA

ANO	HABITANTES D. F. Km ²	AREAS CONURBADAS DEL EDC. DE MEX.	TOTAL ZONA METROPOLITANA
1930	86	--	86
1940	92	--	92
1950	200	42	242
1960	320	70	390
1970	432	128	560
1979	534	346	880

CRECIMIENTO DE LA POBLACION

ANO HABITANTES HABITANTES EN AREAS CONURBADAS POBLACION TOTAL
D. F. Km² DEL EDO. DE MEX. ZONA METROP.

1900	540 000	---	540 000
1930	1'288 000	---	1'288 000
1940	1'700 000	60 000	1'760 000
1950	3'000 000	100 000	3'100 000
1960	4'900 000	340 000	5'240 000
1970	7'000 000	1'900 000	8'900 000
1979	9'500 000	4'500 000	14'000 000

De las anteriores tablas se puede deducir que tanto el crecimiento del área urbana como el crecimiento poblacional, representan por si mismos un problema, y aunados a estos traen una necesidad de incrementar - en forma adecuada y eficiente la capacidad de los servicios públicos.

Los análisis llevados a cabo en el D.F., sobre el número de viajes persona-día (V.P.D.), es de 18'400 000 en 24 hrs. resultado obtenido en un día aleatorio del año de 1979, siendo la distribución modal como sigue:

DISTRIBUCION	V.P.D.	%
En Autobuses Urbanos	9'347 200	(50.8 %)
En Transportes Eléctricos	607 200	(3.3 %)
En Metro	2'097 600	(11.4 %)
En Taxis Colectivos y Normales	2'392 000	(13.0 %)
En Automóviles Particulares	3'532 800	(19.2 %)
En Otros Transportes	432 200	(2.3 %)
	<u>18'409 000</u>	<u>100 %</u>

Conviene observar que de los casi dos millones de vehículos registrados en el D.F., solamente el 3% son de transporte colectivo y mueven el 79% de los viajes, en cambio el 97%, compuesto básicamente por automóviles particulares solo mueven el 21% de los V.P.D.. Siendo éste, - principalmente el problema de la vialidad y del tránsito urbano, el -- cual quedará resuelto cuando se logren incrementar y conjugar los trans-- portes colectivos en forma adecuada para que sean estos los que trans--

porten a la gran mayoría de pasajeros en condiciones confortables y con la mayor eficiencia posible constituyendo de esta manera una alternativa para todos los que actualmente lo hacen en vehículos particulares.

II. Importancia de la Construcción del Metro

La experiencia internacional muestra que el transporte es un problema de carácter dinámico para el cual no existen soluciones inmediatas; sin embargo el desarrollo del sistema de transporte se va logrando paulatinamente y en él se deben analizar todas las alternativas que pudieran presentarse para, posteriormente, elegir aquella que resulte ser la más adecuada e implementarla con las demás alternativas a fin de --- crear una red que cubra todas las necesidades existentes y que a la vez solucione todos los problemas derivados por el mismo; teniendo como objetivo fundamental el crear un sistema de transporte que brinde confort y servicio a todos los usuarios. Algunas de las observaciones derivadas de estos estudios son las siguientes:

El costo del transporte deberá estar al alcance de los usuarios como hasta la fecha; las rutas de las mismas se planearán para evitar el mayor número de transbordos posibles evitando con ello la pérdida de -- tiempo en su transportación.

En segundo lugar se determinó que los viaductos y periféricos, no constituyen la solución más recomendable en materia de transporte masivo, ya que solo solucionan necesidades de los propietarios de automóvil pero no las de las grandes mayorías.

Por otro lado, se deben regular el aumento progresivo y sin planeación del número de autobuses y transportes en general, ya que estos hasta la fecha, no han sido los más eficientes en servicio como se esperaba, y por lo contrario han agudizado más la situación.

En base a este estudio se detectó que el medio de transporte que cumple con las características anteriores es el Sistema de Transporte -

Colectivo METRO, ya que es el único en transportar a 60 000 pasajeros - por hora en cada dirección, lo que da un total de 120 000 pasajeros -- transportados en solo una hora, cifra muy superior a la que se tiene - por transportación de vehículos y líneas de camiones en una sola dirección.

El sistema no presenta problemas de contaminación, ni de congestión, sus estaciones están localizadas en los sitios de mayor -- afluencia de transeuntes, sus líneas se planean para que cubran la mayor longitud posible, la rapidez del servicio es efectiva y su costo se encuentra al alcance de los usuarios.

Por lo anteriormente expuesto se determinó tomar como la columna vertebral de transporte al metro, el cual para cumplir con su cometido, ha planeado series de acciones a corto, mediano y largo plazo con el -- fin de mejorar gradualmente las condiciones del transporte en la urbe.

Estas acciones conjugadas con obras complementarias (ejes viales, continuación y ampliación de las principales avenidas y circuitos interiores), se espera sean la solución que vaya de acuerdo con el desarrollo urbano de la ciudad de México.

Los trabajos que se realizan para desarrollar en forma eficaz las ampliaciones del metro, toman como base las experiencias obtenidas dentro de la construcción de las etapas ya terminadas actualmente, 1a. y 2a. etapa, siendo estas experiencias de carácter técnico, socioeconómico y político; pero dado que ambas etapas son factores determinantes en la solución al problema a continuación se hablará brevemente de ellas.

III. Antecedentes de la 1a. y 2a. Etapa del Metro

La primera etapa de la construcción del metro se inició en el año de 1965, la cual comprendió la realización de 3 líneas para el servicio; en esta fase inicial se construyeron las siguientes líneas:

La línea 1 que tiene un recorrido de Observatorio a Zaragoza, con-

tando con un total de 19 estaciones, dos de ellas que funcionan como estación correspondencia con Línea 2 y 3 teniendo una longitud total de 17 Km.

La Línea 2 que va de Tacuba hacia Taxqueña, contando con un total de 22 estaciones siendo dos de ellas, estaciones correspondencia hacia las Líneas 1 y 3; Esta línea tiene una longitud total de 18.8 Km. y finalmente, la Línea 3 cuya longitud original fue de 5.7 Km. y contaba únicamente con 7 estaciones; teniendo un recorrido de Tlatelolco hacia Hospital General.

El metro inició la operación en sus 3 líneas el 20 de Noviembre de 1970. La capacidad estimada de pasajeros para la que fue diseñada esta etapa era para un total de 1'550 000 pasajeros por día, cifra que fue superada en el año de 1973.

De los resultados obtenidos se concluyó que la solución adoptada solo funcionó temporalmente, ya que para que fuera eficaz se deberían de haber considerado las necesidades de la población para los próximos 20 años. Ante esta situación las autoridades decidieron impulsar la ampliación de la construcción del metro, creándose una comisión encargada de analizar y estudiar todas las necesidades de carácter social, técnico y financiero. Esta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, elaboró un estudio detallado en el cual se presentaron las propuestas de las futuras Líneas, que se irán creando con el fin de satisfacer las necesidades que se presentarán a corto, mediano y largo plazo; a este estudio se le ha denominado "Plan Maestro del Metro". En base a este plan se han seleccionado las Líneas que serán ampliadas y creadas durante lo que se ha llamado segunda Etapa de construcción del Metro.

La segunda etapa de construcción y ampliación del Metro, contempla las siguientes obras:

La prolongación de la Línea 3 al norte hasta Los Indios Verdes, pasando principalmente, por la Av. Insurgentes Norte y a partir del Hospi-

tal General hacia el Sur por la Av. Cuahutémoc hasta la Estación División del Norte, donde se desvía por la Avenida Universidad a la Estación Terminal provisional Zapata; en la actualidad esta ampliación ha sido terminada y se encuentra ya en servicio.

La creación de la Línea 4 que corre de Norte a Sur, cuenta con una longitud de 10.37 Km., y tiene como característica ser la primera Línea que se construye en forma elevada en esta ciudad; cubrirá la ruta de la Estación Martín Carrera al Oriente de la Villa hasta la Terminal Provisional Santa Anita en Iztacalco, recorre las avenidas Inguarán, Morazán y -- tiene dos estaciones que funcionan como estaciones correspondencia.

En etapas posteriores se contempla la prolongación hacia el Norte a Ecatepec y Xochimilco al Sur.

La Línea 5 descrita de oriente a poniente, presenta transiciones en su construcción del tipo de vía subterránea a vía superficial y viceversa. Esta Línea se inicia en la Estación Pantitlán y toma como principales avenidas Boulevard Aeropuerto, Arco Norte del Circuito Interior, Río Consulado, Calle Paganini, Av. Cien Metros, pasando la Estación Terminal de autobuses del Norte hasta la estación Instituto Mexicano del Petróleo. Algunas de las avenidas que cruza esta obra son las siguientes: Hangeres, Quetzalcoatl, Oceanía, El Gran Canal, Eduardo Molina, Inguarán, Calle Clavel, Glorieta Potrero. En cada una de estas avenidas debieron -- aplicarse diferentes soluciones, ya que se intentó que la continuidad vial de las mismas no se viera interrumpida y que el trazo original de esta Línea no sufriera modificaciones. Es por lo que considerando la importancia que representa el que las obras por realizarse en nuestra ciudad, no afecten a las ya existentes, en capítulos subsecuentes se analizará la solución adoptada en el cruce que forman las avenidas Eduardo Molina y Río Consulado, al ser construido sobre esta última un eje vial y la obra Metro.

La Línea 6 que inicia su operación en la Estación Instituto Mexicano del Petróleo crea a su vez una correspondencia con la Línea 5; el tra

zo de esta línea es dirigido a la Estación Rosario, en la cual también - existirá una zona de talleres y naves de depósito denominados "Talleres el Rosario".

La Línea 7 será la última de las que se construirán durante esta - nueva etapa, inicia su circulación en la Estación Tacuba, que funciona - como Terminal de esta Línea cubriendo un recorrido hacia el sur de la - ciudad, para correspondencia con la Línea 1 en la Estación Tacubaya, y tendrá como última estación en forma provisional la de Barranca del Muerto. (Fig. # 1)

En términos generales, estas son las obras que han sido proyectadas durante esta segunda etapa de la construcción del metro con el fin de in - te - n - t - a - r aliviar el grave problema de transporte urbano en la Ciudad de MÉ - x - i - c - o.

RED DEL METRO PARA 1984

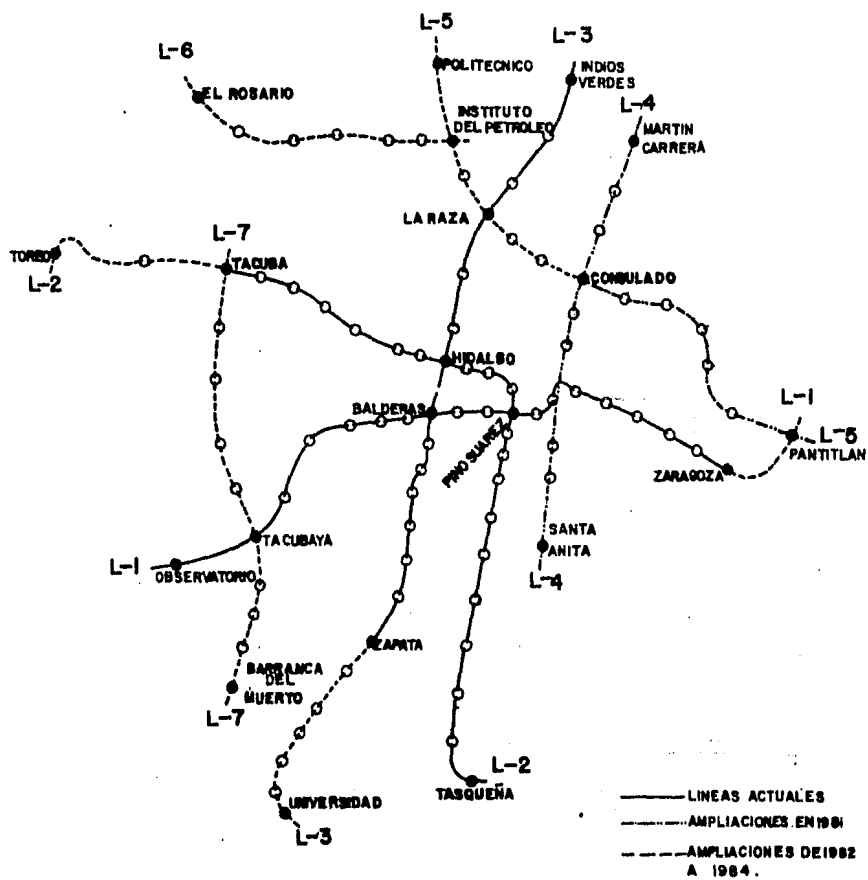


FIG. 1 : PROGRAMA DE AMPLIACION Y CONSTRUCCION DE NUEVAS LINEAS DEL METRO CONSIDERADAS PARA EL AÑO DE 1984.

C A P I T U L O I I

DESCRIPCION Y GENERALIDADES DEL ENTRONQUE

EDUARDO MOLINA - CONSULADO

I. Localización y Generalidades.

Se ha denominado Entronque Eduardo Molina - Consulado al cruce que se forma entre la Av. Eduardo Molina y Río Consulado; Esta última presenta la característica de ser la continuación de una de las más importantes de la ciudad, como lo es el Circuito Interior al poniente y el Boulevard Puerto Aéreo al oriente, formando estas vías de circulación en conjunto un anillo que recorre prácticamente todo el Distrito Federal (Fig. # 2). En especial las Avenidas Río Consulado y Eduardo Molina, han sido seleccionadas para realizar una serie de obras viales, que son las siguientes: sobre la Av. Eduardo Molina se ha puesto en circulación un eje vial que transita de norte a sur y en forma viceversa circulando también por esta avenida, vías de ferrocarril que se dirigen a la Terminal de -- San Lázaro.

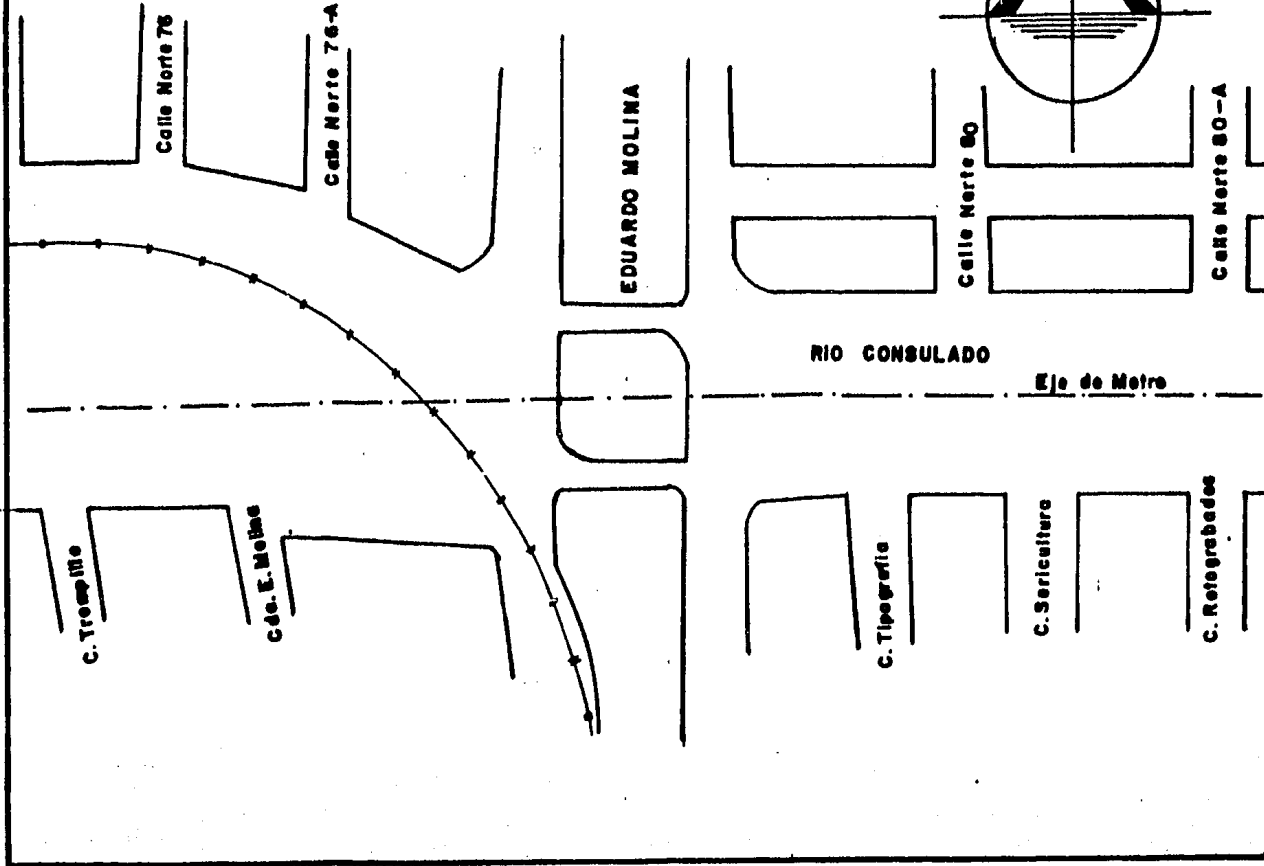
Por otro lado, las obras correspondientes a la Av. Río Consulado - son: la construcción de la Línea 5 de la obra del metro y la continuación del circuito interior a través de dos nuevos ejes viales, con los cuales se pretende que la circulación del circuito no se vea interrumpida creando con ello una vía de acceso rápido, siendo necesario la ejecución de - obras complementarias para conseguir tal fin.

Cuando por condiciones de planeación y trazo, se tenga que cruzar con otras calles o avenidas importantes, como lo son Hangares, Quetzalcoatl, El Gran Canal, Eduardo Molina e Inguarán, se contará con pasos deprimidos, túneles o cruces en elevado sobre la Av. Río Consulado. Vemos pues que la planeación y ejecución de estas obras, tienen como objetivo la no obstrucción de avenidas importantes entre sí ya que con ello se espera disminuya el congestionamiento, abatir la contaminación atmosférica y evitar las pérdidas de tiempo innecesarias para los usuarios de estas vías.

Lo antes mencionado, nos da la idea de la trascendencia e importancia de estas obras complementarias ya que muchas veces tendrán que reali-

CROQUIS DE LOCALIZACION

"FIG. 2"



zarce en lugares en donde existen actualmente avenidas, conexiones y ser
vicios importantes. Por lo que es oportuno e interesante mencionar la --
planeación del proceso constructivo y las soluciones adoptadas en la ---
obra complementaria del cruce de la Av. Río Consulado y la Av. Eduardo -
Molina; no sin antes mencionar que en un principio nos referiremos a la
solución tomada en base a la obra metro, ya que fue considerada como la
de más difícil adaptación, con respecto a las obras y servicios existen-
tes.

II. Selección del Tipo de Vía Subterránea, Superficial o Elevada.

Existen tres tipos de vías posibles de emplear en las líneas del -
metro: superficial, elevada y subterránea; cada una de las cuales ofrece
ventajas y desventajas de diversa índole y reúne, además, condiciones es
pecíficas para su aplicación.

La vía superficial resulta conveniente tanto por costo como por --
tiempo de ejecución, en avenidas que cuenten con una latitud igual o ma-
yor a 40 Mts., para poder dar cavidad al cajón de la obra metro y por lo
menos tres carriles de circulación a cada lado de la vía. La continuidad
requerida por esta vía obliga a soluciones a desnivel en los cruces de -
tránsito transversal y se debe contar además con pasos a desnivel para -
peatones a cada 400 o 500 Mts. Con este tipo de construcción se obtiene
una remodelación vial, y para los usuarios, mejores condiciones de venti-
lación y paisaje durante el trayecto del mismo.

La vía elevada es superior en costo a la superficial, siendo sus -
ventajas principales el no afectar mayormente la vialidad y reducir la
interferencia con instalaciones subterráneas. Su tiempo de ejecución es
mucho mayor al de la superficial por condiciones del proceso constructi-
vo y por la limitación del equipo y personal capacitado con que se cuen-
ta; su utilización se encuentra restringida a avenidas con ancho no me--

nor de 30 Mts., planeándose esto por condiciones arquitectónicas de la misma, ya que en la zona de estación se tendría ancho de 15 Mts., estando ésta a una altura del orden de 5Mts., sobre el nivel de banqueta, más la propia estación que es de 4 a 5 Mts. lo que representa volúmenes muy importantes desde el punto urbanístico, por lo que su limitación se realiza con el fin de lograr una adecuada integración al contexto urbano.

Tanto la solución superficial como la elevada, contribuyen a mejorar el aspecto arquitectónico de las zonas en donde se construyen éstas.

La solución a partir de vía subterránea, es la más costosa de las tres opciones debido a las condiciones tan desfavorables con que cuenta el subsuelo de la ciudad de México y el sinnúmero de afectaciones y modificaciones que tendrían que efectuarse en las instalaciones subterráneas de muy diversos servicios que se tienen actualmente.

Existen dos tipos de estructuras subterráneas; una de ellas que puede ser construida a partir de cajones de sección rectangular desplantados a la mínima profundidad posible. La segunda alternativa puede efectuarse con túneles, pudiendo ser estos con secciones circulares o con forma de herradura, desplantados a profundidades variables; en algunas ocasiones la solución subterránea puede ser la más adecuada debido a características geológicas del subsuelo, como es en el caso en el que se contará con una muy accidentada topografía y con una roca sana de espléndidas características para la construcción de túneles y que cuente con una resistencia adecuada; en caso de contar con estas características la elección de otro tipo de vía encarecería el costo de la obra.

La vía subterránea resulta también la más adecuada en donde las calles sean muy estrechas y en general para cruzar zonas céntricas de la ciudad.

III. Descripción de la Alternativa Seleccionada.

Nos referiremos a la solución adoptada para la construcción de la Línea 5 y en especial al cruce que se forme en las avenidas Río Consulado y Eduardo Molina.

En base a las características topográficas que presenta la Av. Consulado, fue seleccionada la circulación de la obra metro, por medio de vía superficial, además de ser la opción más económica y de menor tiempo de ejecución, en comparación con las otras dos alternativas existentes; como es necesario que la continuidad de la obra no sufra interferencias de ninguna índole, ha sido necesario que se den soluciones complementarias, cuando esta obra cruce con distintos puntos importantes durante su recorrido, como la que se realizó al entroncar con la Av. Eduardo Molina, ya que esta funciona como eje vial y sobre ella existen vías de ferrocarril que se dirigen a una importante terminal ubicada en San Lázaro, -- siendo esto lo que propició el que fuera en la Av. Consulado en donde se ejecutarán las obras necesarias para conseguir el objetivo antes mencionado.

En estas circunstancias, y aprovechando experiencias obtenidas para construcciones de este tipo se determinó que existían dos posibles alternativas, una de ellas era construir el cruce en forma elevada pero para que toda la obra funcionara adecuadamente también sería necesario que las vialidades circularan en elevado, ya que de no hacerse de esta manera la situación sólo sería resuelta en forma parcial. De la estructura en forma elevada podemos decir que se han suscitado problemas a causa de los asentamientos diferenciales en obras construídas anteriormente, teniendo además un costo muy grande debido a la necesidad de colocar cimentaciones profundas, al tiempo y costo de ejecución.

La segunda alternativa era la creación de un paso deprimido, tanto en el cajón de la obra metro, como en las dos vialidades, teniendo como ventaja el que estos cajones funcionarían a la vez como una cimentación -

compensada, lo que reducirá el costo y tiempo de ejecución.

Al realizar un análisis comparativo de ambas opciones se determinó que la solución más adecuada resultaba ser la segunda alternativa para lo cual se implementaron los estudios de esta solución con el fin de tener en cuenta los problemas suscitados por la misma, debido a instalaciones y servicios que se verían afectados así como las posibles interferencias que se presentarían y la forma en que cada situación podría ser resuelta.

El procedimiento constructivo que se eligió se presentará a continuación y, se espera, que dicho procedimiento pueda servir como alternativa en la construcción de obras similares que se ejecuten posteriormente.

CAPITULO III

PROCESO CONSTRUCTIVO

Debido a las casas habitación y comercios que colindan con el paso deprimido Edo. Molina - Consulado ha sido necesario colocar, dentro de su primera etapa de construcción, una serie de elementos estructurales llamados tablaestacas de concreto o muro colado en sitio, los cuales -- permitirán realizar excavaciones a diferentes niveles, sin poner en peligro la estabilidad de estas edificaciones, siendo necesaria la construcción previa de brocales, ayudando estos a la correcta ejecución de las tablaestacas.

1. Construcción de Brocales.

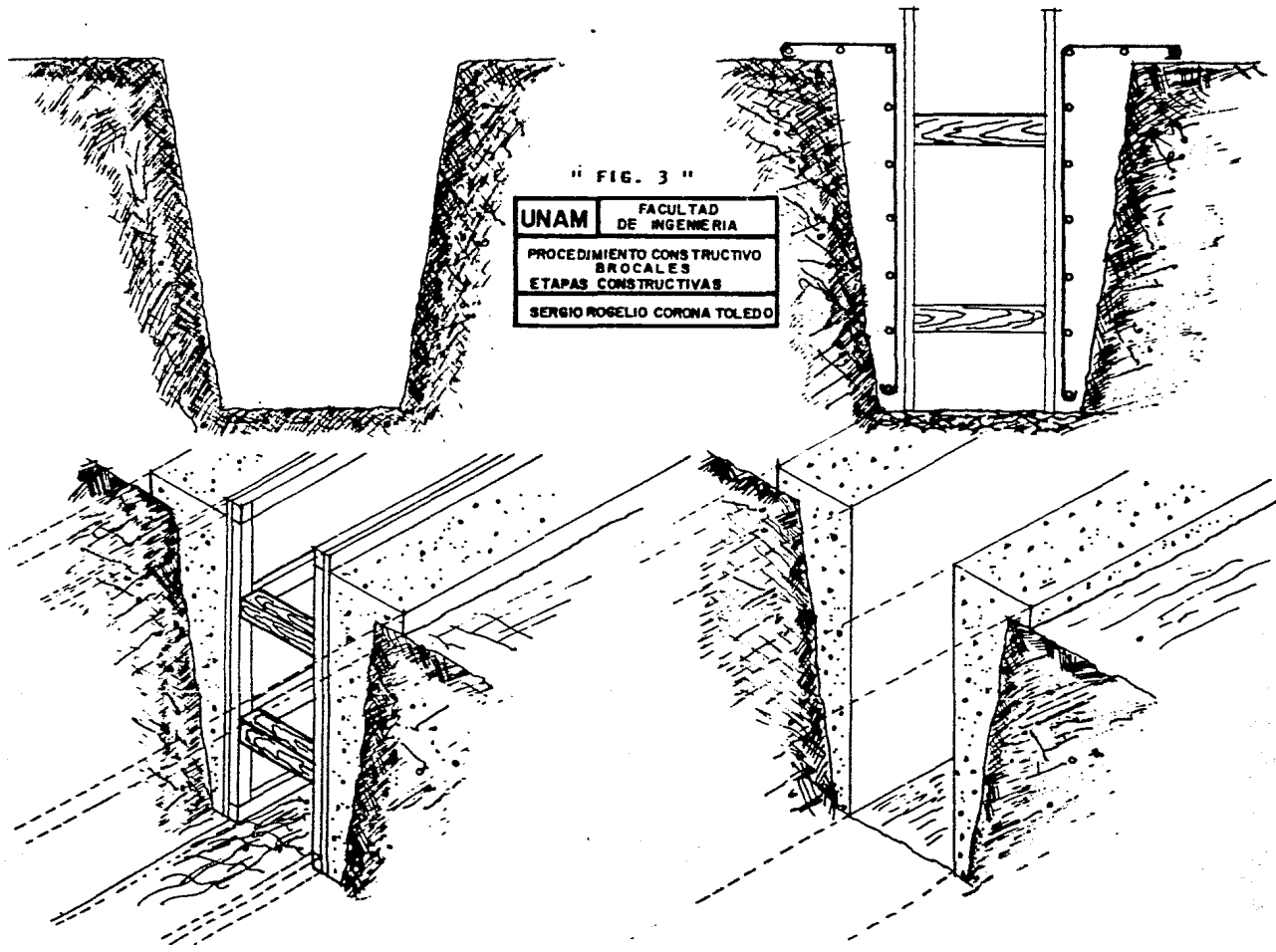
Los brocales tienen como características: el retener los rellenos sueltos que se encuentran en donde habrán de colocarse las tablaestacas; el localizar las instalaciones municipales que se encuentran a una profundidad corta, siendo estas en su mayoría tuberías de agua potable, tuberías de aguas negras, gasoductos, líneas telefónicas, conexiones de alta tensión y muchas más que pudieran existir sin que se tuviera conocimiento de ellas. Sirviendo también como un elemento guía para la maquinaria con la cual se realizarán las excavaciones profundas de los muros colados en sitio.

Para construir los brocales, se efectúa la excavación en la parte superior de las zanjas donde se van a alojar los muros, esta excavación puede tener una profundidad variable de acuerdo a los espesores de los rellenos, pero no debe ser menor de 1.50 Mts., siendo también adecuado que esta profundidad no exceda el nivel de aguas freáticas, estableciéndose estas limitaciones con el fin de mantener una estabilidad y que el elemento cumpla con los objetivos que se mencionaron inicialmente; el ancho de esta zanja estará en función del espacio libre necesario para el colado del muro del cual requiere un espesor de 65 ó 85 cm. de acuerdo a situaciones constructivas o estructurales; la excavación puede realizarse por medio de una retroexcavadora ó en forma manual. Una vez -- realizada la excavación se coloca cimbra de ambos lados de la zanja, la cual será utilizada para efectuar el colado de los muretes que servirán de retención. Se coloca acero de refuerzo en sentido longitudinal y --

transversal para rigidizar la estructura y aumentar su resistencia. El colado de los brocales se ejecuta dándole una apariencia de ángulo recto (Fig. # 3), con un espesor que varía de 10 a 20 cm.; de acuerdo a la resistencia de los rellenos, la parte superior del brocal nos permite - el realizar los trabajos posteriores sin el peligro de sufrir un posible volteo en dicha zona, el alineamiento de estos brocales se realiza de acuerdo al trazo que marca el proyecto, siendo necesarios en nuestro caso, cuatro hileras de ellos; dos centrales que servirán para la obra metro y dos para las vialidades norte y sur respectivamente; una vez -- que han sido colocados los brocales y las zanjas han quedado libres de estorbos, se colocan compuertas de madera para aislar la longitud de la tablaestaca por construir, estas longitudes a su vez se rellenan con lo bentonítico, el cual se colocará desde este momento y seguirá siendo colocado durante toda la excavación hasta alcanzar el nivel de desplante que tendrá cada tablaestaca.

Las ventajas que se obtienen al colocar lodo bentonítico son muy importantes para una adecuada ejecución de los muros, ya que estabiliza las paredes de los tableros cuando se realiza su excavación profunda, - evitándose de esta manera que existan las caldas laterales o el cierre total de la zanja, además de contribuir a que el colado sea realizado - con mayor limpieza e integridad; para que el lodo bentonítico cumpla -- adecuadamente su función es necesario cuidar las siguientes propiedades:

- 1.- El lodo deberá ser una suspensión estable de bentonita sódica en - agua. La dosificación agua-bentonita deberá ser del orden del 5% al 6% de bentonita en peso, para que al ser mezclado no se genere sedimentación ó floculación de las partículas de bentonita.
- 2.- Tener una viscosidad entre ciertos límites (Viscosidades Marsh entre 35-50 seg.) para facilitar su bombeo y manejo durante la exca vación, así como su desplazamiento durante el colado, con lo que - se evitará la formación de bolsas de lodo en los muros.
- 3.- Deberá tener una densidad mayor que la del agua con el objeto de -



que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes sea mayor que el de Ésta. Evitando con la formación de flujo plástico de---
rumbes.

- 4.- Durante la preparación del lodo y su colocación, se debe evitar la contaminación con materiales como la arena y limos, ya que estos -
provocan que se pierda adherencia entre el concreto y el acero.

II. Muro de Acompañamiento Colados en Sitio.

La estructura de protección, estará formada por una serie de mu--
ros de concreto colados en sitio, los cuales en conjunto funcionarán co
mo una pantalla ó como una tablaestaca de gran longitud; cada una de es
tos muros tiene características de longitud y altura específicas; se de
berán construir cuatro hileras de estas pantallas las cuales permitirán
ejecutar la extracción del material que existe entre una y otra hilera,
para ello y con la finalidad de que estos elementos sean colados en el
lugar preciso, se ha efectuado una subdivisión en toda la longitud en -
que habrá de continuarse el paso deprimido basado en un cadenamiento --
que va del CAD 0 + 284.64 al CAD 0 + 579.82 siendo éste aplicable en --
los cuatro tramos por construir de muros de acompañamiento, los cuales,
en función de el lugar en el que han de ser colocados se les denominará
de vialidad norte, obra metro norte, obra metro sur y vialidad sur res-
pectivamente. (Fig. # 4)

Para poder iniciar la excavación profunda de cada muro, es necesa
rio colocar una compuerta de madera o metálica apoyada en el faldón del
brocal, a cada lado de lo que será el muro de acompañamiento por cons--
truir con la finalidad de aislar la longitud de cada tablero y de conte
ner el lodo bentonítico que será vertido hasta alcanzar un nivel de ---
- 0.80 Mt. del terreno natural.

Para garantizar la verticalidad y el alineamiento de los muros es
conveniente que la excavación profunda de estos se efectúe por medio de
maquinaria cuyo equipo de corte sea guiado, siendo algunas de estas má-

quinas las denominadas casa grande ó el equipo Williams.

La forma en que se realiza la excavación es la siguiente:

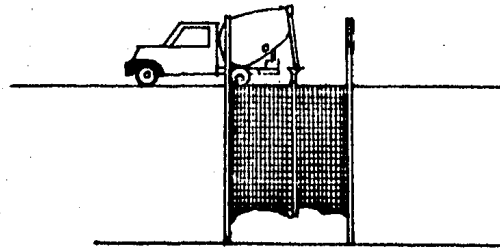
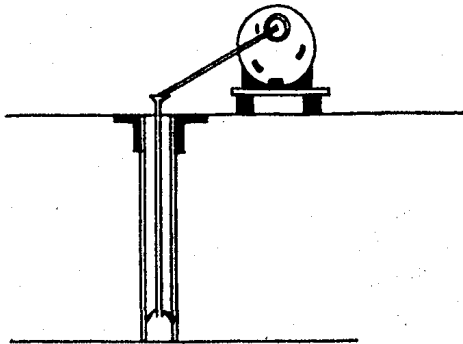
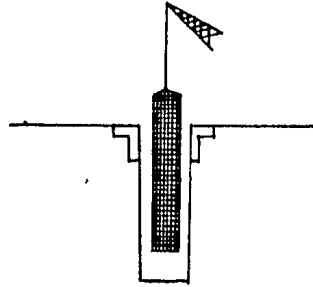
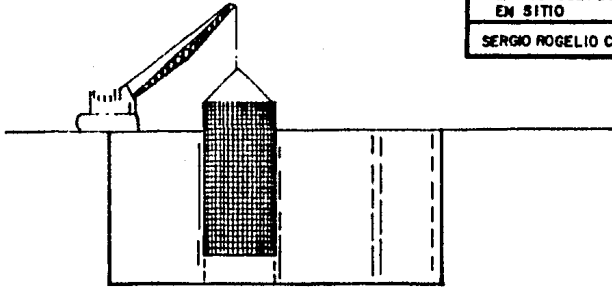
Se coloca el equipo de corte frente al tablero por excavar, y se desliza lentamente la almeja para evitar que choque bruscamente contra el lodo que se colocó previamente en la zanja ó contra las paredes de - la propia excavación se apoya en la almeja con las mandíbulas completa- mente abiertas y se hincan la draga a presión, las mandíbulas deberán ce- rrarse simultáneamente para que el corte se efectúe adecuadamente; al - sacar este material de la zanja, la draga deberá abrir un poco las man- díbulas para que el lodo que estuviera siendo extraído vuelva a caer -- dentro de la zanja; este material será recibido por un cargador lateral mismo que se encargará de vaciarlo en camiones de carga para que se ha- ga el retiro al lugar de tiro destinado, simultáneamente a la excavación, deberá de ir siendo colocado lodo bentonítico por medio de una pipa ó - con alguna tubería conectada a alguna planta cercana al área de trabajo, el lodo no deberá perder durante el tiempo que dure toda la excavación - el nivel inicial de -0.80 Mt., para que no se llegue a perder la estabi- lidad de las paredes durante la excavación. (Fig. # 5)

Este mismo mecanismo se repite una y otra vez hasta que sea alcan- zado el nivel de desplante y el ancho de cada tablero. La excavación de los tableros se deberá efectuar en forma alternada, para facilitar ma- niobras y no obstruirse entre sí, ya que es necesario que el concreto - del tablero excavado alcance su fraguado inicial antes de poder iniciar la excavación del tablero continuo.

Teniéndose la excavación terminada se procede a la introducción - de dos juntas metálicas, que son instaladas en los sitios en donde ini- cialmente se habían colocado las compuertas, estas juntas son de forma trapezoidal y en una de sus caras existe una preparación en donde es colo- cada una banda de P.V.C. transversal; una parte de la banda queda ahoga- da en el momento del colado y la otra queda libre en el interior del tu- bo, para ahogarse durante el colado del muro continuo. La colocación -

" FIG. 5 "

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MUROS COLADOS EN SITIO
SERGIO ROGELIO CORONA TOLEDO	



de estas juntas metálicas, antes de que sea vertido el concreto a la excavación, tiene como finalidad contribuir con la forma de su sección a una mejor adherencia y rigidez en la unión de los muros continuos evitando con ello la formación de grietas y juntas frías, la banda de P.V.C. evita también posibles filtraciones en las uniones de los muros.

Una vez instaladas las juntas es introducida en la excavación la parrilla de refuerzo que servirá para armar el muro. El habilitado del acero se efectúa exteriormente teniendo atención de que los armados cumplan con las especificaciones y distribuciones que nos marca el proyecto; será necesario colocar corchetes en aquellas parrillas cuyo acero estructural vaya a ser desdoblado para anclarse con la losa inferior -- del cajón, deberán de ir adecuadamente contraventeadas por medio de rigizadores soldados al armado para evitar posibles fallas durante las maniobras de colocación, y serán descendidas a la excavación por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad de las mismas.

Para evitar que la parrilla pueda ser levantada, cuando se este efectuando el vaciado del concreto en la excavación y con ello se pierda su alineamiento, verticalidad y profundidad, es necesario troquelar adecuadamente la parte superior de cada parrilla, ya que de esta manera se evitarán movimientos horizontales o verticales que pudieran presentarse. Ya colocada y centrada la parrilla son introducidas las trompas de colado (lingadas) con las que nos será posible efectuar el vaciado del concreto sin que éste sufra segregación o contaminación, que pudiera afectar a la resistencia del concreto o a que se formen mezclas de lodo y concreto. La trompa de colado deberá estar diseñada de una longitud igual a la profundidad de - 30 cm. con respecto a la profundidad de desplante, para que pueda fluir el concreto, y estará formada por tramos no mayores de 2 Mts. de largo, estos tramos estarán unidos por medio de coples herméticos para evitar la posible contaminación del concreto, al tramo que sobresale en la superficie se le conecta un embudo o tolva para que en éste sea vaciado el concreto y empiece a descender a través de las trompas.

El concreto utilizado para el colado de nuestros muros tuvo una resistencia $f'e = 200 \text{ kg/cm}^2$ en las pantallas que corresponden a la obra metro norte y sur respectivamente, con un revenimiento de 18cm., ya que se requiere un concreto bastante fluido para facilitar el acomodo del mismo en la zanja; para las pantallas de vialidad la única variante fue la resistencia nominal del concreto, que fue de $f'e = 150 \text{ kg/cm}^2$, Esto se debe a que se colocaron muros de acompañamiento por condiciones de proyecto. Se hace necesario que la trompa de colado se vaya reduciendo conforme va aumentando el volumen de concreto colocado, ya que de no hacerse así, el concreto que sale por la parte inferior tendría que levantar al concreto ya colocado, originándose con esto presiones muy grandes que pueden propiciar alguna falla por tensión en el suelo; siendo también recomendable que durante el vaciado de el concreto sea maniobrada la trompa con movimientos ascendentes y descendentes para que el concreto se disminuya uniformemente y que fluya más rápidamente.

A medida que va siendo colocado el concreto en la excavación al lo do bentonítico que había contribuido a la estabilidad de la misma, va - siendo desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades - que existe entre los materiales. Una vez que el concreto alcanzó su nivel de remate se da por concluida esta actividad y sólo resta esperar a que alcance su fraguado inicial, para que puedan ser retiradas las juntas metálicas colocadas con anterioridad.

III. Abatimiento del Nivel Freatico

Antes de efectuar las excavaciones que alojarán las estructuras en el entronque Eduardo Molina - Consulado es necesario abatir el nivel de aguas freáticas, lo que contribuirá entre otras muchas cosas, a conseguir los siguientes objetivos:

- Controlar las expansiones de las arcillas durante la excavación y antes de colgar la loza de fondo.

- Disminuir las filtraciones a la zona excavada.

- Se trata de evitar la falla por subpresión del fondo de la excavación.

- Eliminar el empuje hidrostático a los muros colados en sitio.

- Facilitar las labores de excavación, al poder contar con un material que se encuentra relativamente seco.

En nuestro caso particular para lograr el abatimiento del nivel freático fue utilizado el sistema denominado de pozos profundos.

Este sistema consiste en ir colocando una serie de pozos a lo largo de las secciones por excavar, que estarán desplantados a niveles variables, ya que nuestra estructura será construída en forma de paso deprimido.

El diámetro de los pozos será de 30 cm. y deberán ser perforados por medio de una broca tricónica o de dientes, finalizada la perforación se limpiará enérgicamente por medio de circulación de agua a presión. Concluída la limpieza se procede al adecuado de los pozos por medio de un tubo de fierro de 4" de diámetro, ranurado en toda su longitud excepto 2.50 en la parte superior y 1.50 en la parte inferior.

La parte ranurada del ademe metálico, deberá cubrirse con una malla del # 8, entre las paredes del pozo y el ademe se colocará un filtro que consistirá en arena gruesa y grava fina limpia, cuyo granulometría deberá estar comprendida entre los siguientes tamaños: 1.00cm. para el máximo y 0.25 para el mínimo. Una vez colocado el filtro, se agita el agua del ademe por medio de tres aletas, que están previstas al tubo metálico para activar el flujo hidráulico en el pozo, con lo que es más eficaz el bombeo.

La extracción del agua de cada tubo se realiza por medio de bombas de pozo profundo del tipo eyector, de 1" y 1"1/4" operados a una presión de 5 kg/cm^2 , el extremo superior de cada uno de los tubos se conecta a una tubería de 8", la cual a su vez es conectada al extremo de succión de una bomba centrífuga de impulsor abierto, provisto de una trampa de aire y una bomba de vacío conectada en la tubería de succión completa el sistema.

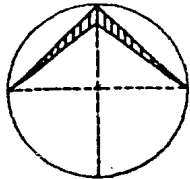
Se empezará a bombear, ocho días antes de iniciar la excavación - en una longitud de 20 Mts., medidas a partir del frente donde se construye la losa de fondo y en el sentido de avance de las etapas de excavación. El bombeo se suspenderá en cada pozo al iniciar el colado de la losa de piso correspondiente a la etapa en cuestión; pudiendo mantenerse el bombeo si su área de influencia afecta a la excavación de una etapa posterior.

IV. Excavación - Troquelamiento y Trabajos Complementarios.

La excavación de este entronque se dividirá en 3 zonas que serán, rampa del metro, vialidad oriente - poniente y vialidad poniente - oriente. En cada una de estas zonas se deberá tener presente la secuencia de construcción que se indica en la Fig. # 6; la excavación, colocación de puntales y colado de la estructura se hará por etapas en la forma que se describe a continuación.

Las primeras etapas a excavar serán las de las zonas de vialidades que son las etapas más críticas del tramo, por coincidir en ellas - una serie de instalaciones y servicios que se verán afectados con la construcción de las mismas. Para poder iniciar la excavación se hace necesario realizar una serie de actividades tendientes a modificar los lineamientos que se tienen en el tendido de un gasoducto que se encuentra al centro de la vialidad oriente poniente, cambiar el trazo actual que siguen las vías del F.F.C.C., que circula sobre el lado norte de la Avenida Río Consulado y que continúa sobre la Avenida Eduardo Molina, - así como dar solución en cada caso al colector que se encuentra en la vialidad poniente - oriente del mismo.

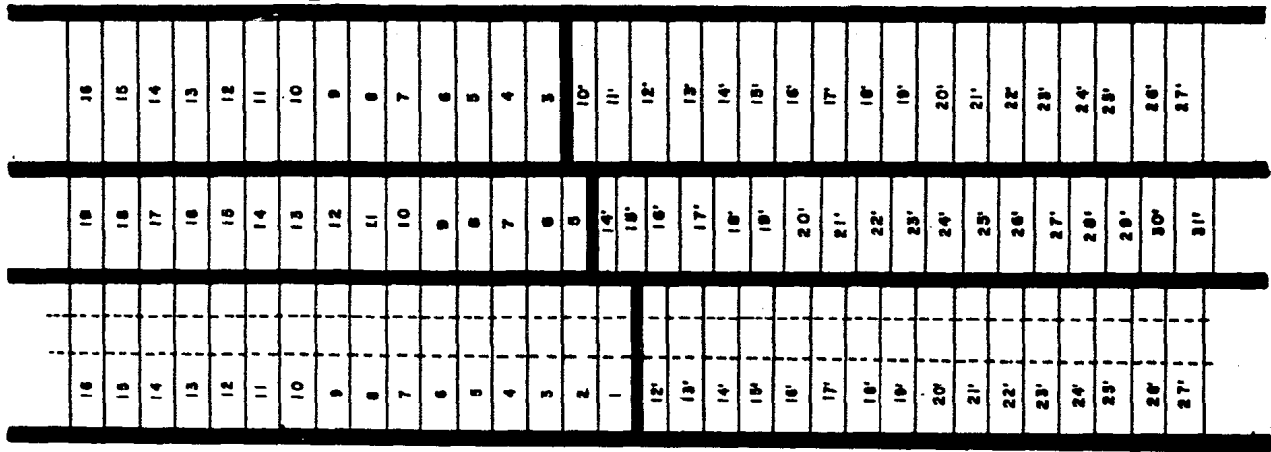
La vía del F.F.C.C., es desviada desde el CAD 11 = 520 lugar en donde se encuentra el túnel de correspondencia de las L-4 y L-5 del metro; se continúa hacia el oriente y se tiene el acceso a la estación - Consulado en estos lugares el desvío, se efectúa, construyendo un cajón a base de muros estructurales con losas superiores e inferiores respectivamente, este cajón se encuentra a 4 mts., del trazo original, y so-



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
 ENTRONQUE E. MOLINA
 ETAPAS DE EXCAVACION
 SERGIO ROSELIO CORDONA TOLEDO

AVENIDA
 EDUARDO
 MOLINA

" FIG. 6 "



C. TROMPILLO

CD. E. MOLINA

AVENIDA
 EDUARDO
 MOLINA

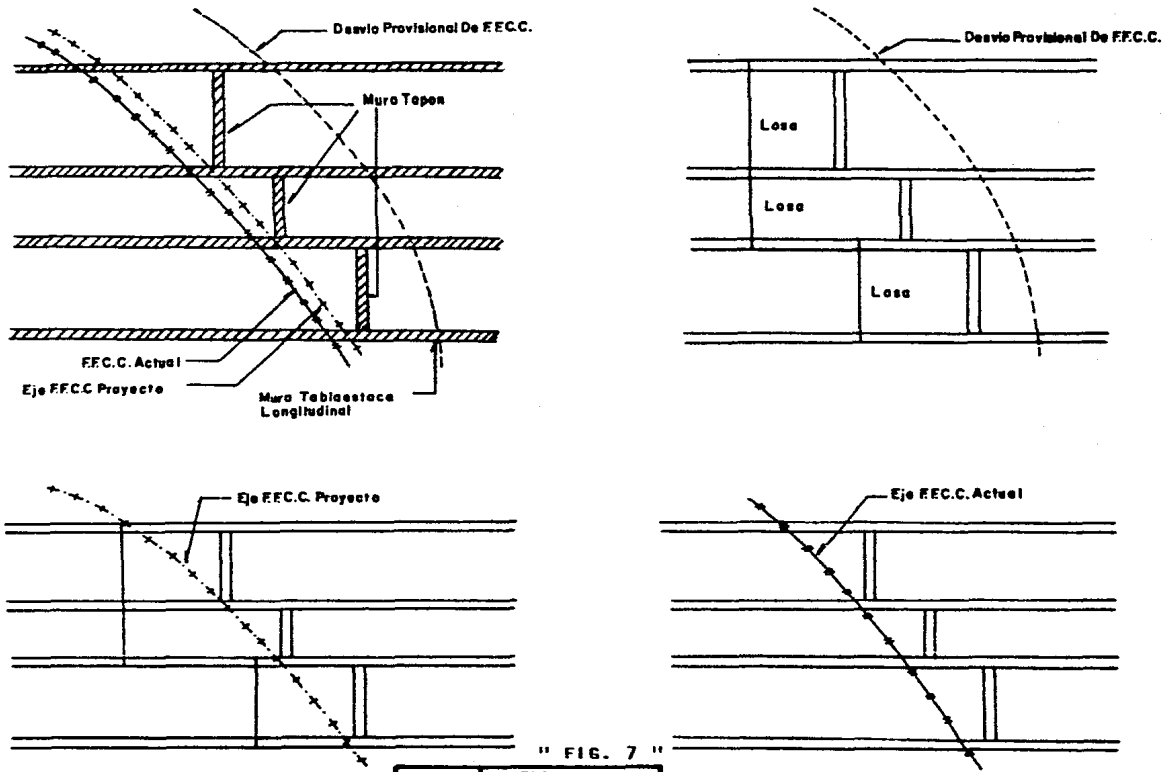
C. TIPOGRAFIA

bre este se realizará el trazo de lo que será la nueva posición de la vía, que funcionará en forma provisional; el trazo de la curva que continúa sobre la Avenida Eduardo Molina, nos permite ejecutar las excavaciones sin riesgo alguno, por encontrarse al oriente de los muros tapón que fueron colocados con anterioridad y que contribuyen a la estabilidad de la estructura al circular el F.F.C.C. (Fig. # 7), una vez colocada y conectada la vía será retirada la actual y el F.F.C.C. circulará en forma normal.

Paralelo a la vía de F.F.C.C. hacia el norte, está en servicio un gasoducto que también deberá ser desviado por encontrarse en lo que será la rampa de vialidad oriente - poniente, este desvío se efectúa en el CAD 10 + 579, haciendo una zanja perpendicular a la posición original del mismo, para después continuar sobre la misma Av. Consulado en la lateral de la rampa poniente - oriente, hasta un registro que se ha colocado en la esquina sur - poniente de la Av. Eduardo Molina; en esta zanja es colocada una tubería de 4" que es protegida por una tubería de acero, como la tubería deberá cruzar las vías de F.F.C.C. se hace necesario que un tramo de tubería sea hincado a presión por medio de gastos hidráulicos, ya que no es posible realizar ninguna zanja en la zona de vías; una vez que se hinca la tubería, es soldada a todo el tramo y se dejan las preparaciones necesarias para que con la ayuda de personal capacitado se realice el corte de la tubería que está en servicio y sea conectado a la tubería que fue colocada para su desvío.

De acuerdo a la importancia de las dos avenidas existían una serie de conexiones aéreas colocadas en la zona en que se realizarían los trabajos, por lo que fue necesario, solicitar a las compañías encargadas de las instalaciones eléctricas, de teléfono y de transporte eléctrico que modificaran temporalmente la conexión de sus servicios. Con la ejecución de los trabajos antes mencionados, fue posible el iniciar las actividades del paso deprimido.

El proceso constructivo de las rampas que forman la estructura del paso deprimido, puede considerarse similar ya que consiste básica-



" FIG. 7 "

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DESVIO PROVISIONAL DE FFCC
SERGIO ROGELIO CORONA TOLEDO	

mente en realizar excavaciones profundas entre muros colados en sitio en las que se alojarán losas y muros de acompañamiento. A continuación se describe, cuáles son las fases más generales en que podrían resumirse ta las actividades, teniendo en cuenta que en ciertos casos algunos de estas fases podrán ser omitidas por características o necesidades propias de las rampas.

La excavación, colocación de troqueles y colado de la estructura - se hace siguiendo la secuencia que nos marca la figura, cuando existan etapas de excavación indicadas con el mismo número, éstas podrán efectuarse simultáneamente; las fases de construcción son las siguientes:

1.- La excavación para todas las etapas tomará la cota del terreno natural en la elevación 33.0 Mt. se excava una de las etapas, con el largo y ancho correspondiente y formando un talud de 1:0.25 con la etapa - continua, hasta el nivel 29.70m., esta cota se encuentra 30 cm. abajo de los puntos de aplicación que corresponde al primer nivel de troqueles, - los cuales son colocados, haciendo coincidir sus puntos de aplicación -- con el eje de la junta de los muros colados en sitio y en los puntos en que coinciden pares de troqueles se coloca a 1.00 mt., medido centro a centro de cada troquel, quedando de esta forma situados simétricamente a la junta de construcción de los muros tablaestaca.

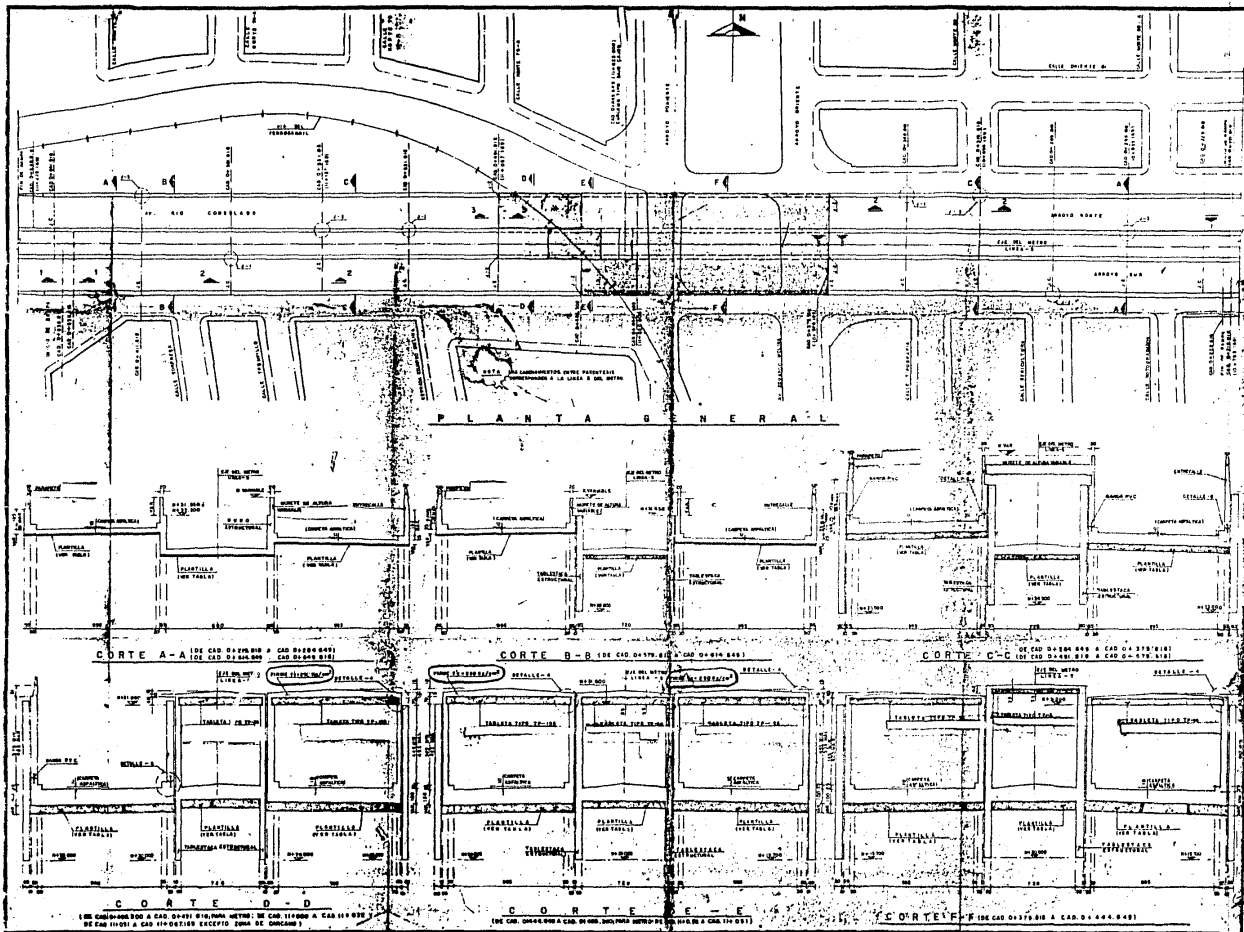
2.- Se excava hasta el nivel 26.90 m. y se coloca el segundo nivel de troqueles, 30 cm. arriba, una vez que todos sus puntos de aplicación fueron descubiertos; teniendo presente la recomendación sobre colocación de troqueles mencionada anteriormente.

3.- Se continúa con la excavación hasta lo que será el nivel de - desplante en el nivel 24.30 m. colocando el tercer nivel de troqueles en el nivel 25.00 m.; cuando estas piezas hayan sido colocadas completamente, podrá ser retirado el 2º nivel con el fin de que se pueda maniobrar con mayor facilidad en las actividades posteriores sin perder la estabilidad de la estructura. En las tres fases ejecutadas se formaron taludes en la etapa continúa para evitar caídas a la zona excavada.

4.- Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación en cada etapa, se procedió a colocar una plantilla de concreto pobre con aditivo acelerante de fraguado, debiéndose colocar este concreto de acuerdo a las especificaciones dadas por el proyecto, cuidando, no rebasar los tiempos permisibles y los espesores de cada plantilla, ya que sus espesores fueron diferentes de acuerdo a la ubicación de cada etapa y al volumen de material que fue extraído. Los espesores totales de la plantilla en toda la longitud de vialidades y del cajón de obra metro, se indican en la tabla I. de la fig. # 8.

5.- Transcurrido un tiempo de seis horas del colado total de la plantilla en cada etapa de excavación, es retirado el tercer nivel de troqueles y se principia el armado de lo que será la losa inferior de la estructura, dejando las preparaciones necesarias para el armado posterior de los muros de acompañamiento, finalizado el armado de losa inferior se introducen tubos de P.V.C. en forma longitudinal los cuales funcionan como drenes y tendrán registros a cada 20 Mt. para recolección de aguas pluviales. También son colocadas bandas en forma longitudinal para la unión de muro - losa y, en forma transversal se colocan juntas de contracción y expansión a cada 30 mt., instalando lo anterior se procedió al colado de la losa, utilizando concreto de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ los armados, espesores y secciones del paso deprimido se observan en las figuras 8 y 9.

6.- En armado, cimbrado y colocado de los muros de acompañamiento se ejecuta en periodo de tres a cinco días, de colada la losa inferior, debiéndose dejar cajas de sección cuadrada en los lugares en donde existan interferencias con los troqueles, estas cajas nos permiten el retiro de los troqueles posteriormente. Alcanzada la resistencia en los muros de acompañamiento, se procede a la colocación de tabletas preesforzadas las que junto con un pequeño armado y un firme de comprensión colado sobre ellas constituye la losa superior de la estructura y una vez que esta losa superior alcance una resistencia de por lo menos el 85% de la de proyecto, podrá retirarse el primer nivel de troqueles.



NOTAS GENERALES

1. Este proyecto es el resultado de un estudio de campo realizado en el mes de mayo de 1958.
2. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
3. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
4. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
5. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
6. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
7. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
8. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
9. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
10. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.

NOTAS COMPLEMENTARIAS

1. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
2. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
3. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
4. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
5. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
6. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
7. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
8. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
9. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.
10. Se ha considerado un terreno de 100 metros de ancho por 150 metros de largo.

LEYENDA

- 1. Línea de eje de simetría
- 2. Línea de eje de simetría
- 3. Línea de eje de simetría
- 4. Línea de eje de simetría
- 5. Línea de eje de simetría
- 6. Línea de eje de simetría
- 7. Línea de eje de simetría
- 8. Línea de eje de simetría
- 9. Línea de eje de simetría
- 10. Línea de eje de simetría

CONDICIONES	PARA 25	PARA 50	PARA 75	PARA 100
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

ZONA DE INFLUENCIA DE FERROCARRIL	
J.C.A.	SEMIANAL
1.00	1.00
1.01	1.01
1.02	1.02
1.03	1.03
1.04	1.04
1.05	1.05
1.06	1.06
1.07	1.07
1.08	1.08
1.09	1.09
1.10	1.10
1.11	1.11
1.12	1.12
1.13	1.13
1.14	1.14
1.15	1.15
1.16	1.16
1.17	1.17
1.18	1.18
1.19	1.19
1.20	1.20

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORES DE TESIS
DR. FRANCISCO HERRERA CASARDO
DR. CESAR CASTELLANOS

ENTRONQUE EDUARDO MOLINA

PLANTA DE LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES GENERALES

FIG - B

INGENIERO ROQUELO CORONA TOLEDO

Una vez que la losa superior haya alcanzado la resistencia de 200 Kg/cm^2 se coloca material de relleno de tipo areno - limoso (tepetate), este material se coloca en capa de 30 cm. de espesor y debe compactarse hasta alcanzar un grado del 90%; en este momento la vía de F.F.C.C., regresará de la posición provisional a la posición definitiva.

El material de relleno se coloca para alcanzar el nivel de terreno natural y que sobre él se haga el tendido de la carpeta de asfalto necesaria para la circulación de vehículos de la Av. Eduardo Molina.

En la vialidad poniente - oriente (vialidad sur), como un caso -- particular, se tiene la presencia de un colector, que se encuentra ac--tualmente fuera de servicio, pero por su localización interfirió par---cialmente la realización de algunas de las etapas de construcción por - lo que fue necesario adoptar las siguientes soluciones:

- 1.- Cuando la profundidad de excavación de la etapa, descubrió totalmente el colector, éste fue retirado en su totalidad.
- 2.- En los casos en que la profundidad de la etapa de excava--ción descubrió + de la mitad del colector, se hizo el retiro total de - éste y el espacio dejado por la demolición del mismo, fue relleno con concreto $f'c=100\text{Kg./cm}^2$ hasta el nivel de desplante de la plantilla.
- 3.- Si la profundidad de la etapa de excavación descubrió la mitad o menos de la mitad del colector solo se demolia esta zona y la parte interior del mismo se rellena en igual forma al parrafo anterior.
- 4.- En los casos en que el espesor de la plantilla cubra total--mente el lomo del colector, no se hizo necesario retirar ni demoler el colector.

CAPITULO IV

COSTO DE LA OBRA.

I. Programación

La programación es la técnica utilizada por la Ingeniería Civil, como una valiosa herramienta de apoyo que permite medir y controlar la ejecución de las actividades que intervienen en la construcción de una obra basándose en el conocimiento anticipado de cuales son las actividades que deben realizarse; lo que a su vez facilita la determinación del proceso constructivo a utilizar y consiste, básicamente, en una representación gráfica de todas las actividades requeridas para la ejecución del proyecto, dándoles una distribución lógica y secuencial.

La representación se hace por medio de diagramas, en donde se colocan los tiempos esperados de iniciación y terminación de todas y cada una de las actividades del proyecto, con lo que puede hacerse una mejor distribución de los recursos disponibles, además de llevar un control de ejecución de obra, con lo que conoce cuales son las actividades que no podran sufrir retraso, para no afectar la correcta ejecución de la obra en los tiempos requeridos.

Para el caso particular del entronque Eduardo Molina-Río Consulado, se ha empleado para el control y avance de la obra los siguientes métodos:

- a) Método de la Ruta Crítica.
- b) Diagrama de Barras o de Gantt

a) Método de la Ruta Crítica

El método de la ruta crítica es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades que intervienen en un proyecto, el cual, debe ajustarse a las limitaciones de tiempo requeridas por el contratante; su representación constituye un modelo gráfico de la obra en el que la duración y secuencia de ejecución de cada actividad son determinadas en base a la experiencia obtenida con anterioridad; una vez que estas actividades han sido ligadas entre sí, ofrece múltiples ventajas con su utilización,

siendo algunos de estas las siguientes:

1. Nos define con anticipación la necesidad de recursos, para todas las actividades por ejecutar, y con esto podrán solicitarse en el momento adecuado.
2. Se determina cuales son las actividades que controlan el tiempo - de duración total del proyecto.
3. Permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista y - sus secuencias en la duración total del proceso.
4. Es posible coordinar los trabajos realizados por los contratistas que intervienen en el proceso.
5. Nos permite calcular nuestras erogaciones anticipadamente, lo que contribuirá a su vez a que efectuemos, una distribución de manera uniforme en los periodos en que así nos sea posible.

El método de la ruta crítica tiene como elemento básico un diagrama formado por eventos y actividades.

El evento es un momento dentro del proceso constructivo, que no consume tiempo, ni recursos, representa a la iniciación o la terminación de una actividad. Deben los eventos sucederse en una secuencia lógica y se representan por medio de círculos.

La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos. Se representa por una flecha y se localiza entre dos eventos.

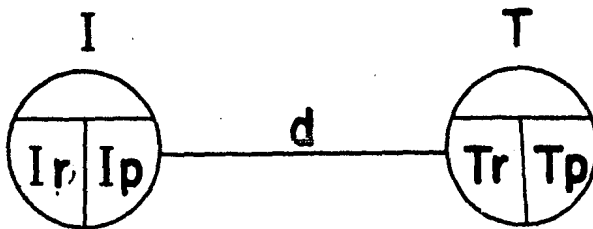
El conjunto de actividades constituye una cadena y el conjunto de cadenas ligadas entre si constituye la red ó diagrama.

Los eventos que están antes que otro evento se llaman antecedentes o procedentes y los que siguen inmediatamente a éste se denominan eventos subsecuentes; en el caso de las actividades se les clasifica en la misma forma.

La duración de una actividad no está en función de la longitud de la flecha, ya que está funciona simbólicamente en el diagrama, por lo tanto es necesario colocar el tiempo de duración de cada actividad en la parte de abajo de cada flecha del diagrama.

Las relaciones y secuencias de todos los trabajos quedan determinadas, de manera lógica si efectuamos una subdivisión en cada uno de los círculos que nos están representando los eventos, estas subdivisiones nos permiten numerar a los eventos progresivamente e ir obteniendo sus fechas de iniciación y terminaciones teóricas; basado en los tiempos de duración de cada actividad y al llegar al último evento, se conoce cual es la fecha teórica para la terminación total del proyecto, misma que compararemos, con la fecha requerida por el contratante, para determinar si el diagrama obtenido es considerado correcto; de no ser así habremos de realizar una comprensión en la duración de las actividades que nos lo permitan hasta ajustarse al tiempo requerido.

Con el fin de objetivizar la forma en que se subdividen los eventos en el diagrama, se presentan, dos de ellas a continuación definiendo cada uno de sus componentes:



Definiciones:

- I_p = Tiempo de Iniciación más próximo de la actividad.
- I_r = Tiempo de Iniciación más remoto de la actividad.
- T_p = Tiempo de Terminación más próximo de la actividad.
- T_r = Tiempo de Terminación más remoto de la actividad.

d = Duración de la actividad.

I = Evento Inicial.

T = Evento Final.

Además de conocer la duración total del proyecto, el diagrama nos representa cuales son las actividades que pueden variar en sus fechas - de ejecución, con lo que se puede clasificar las actividades de la siguiente manera:

- a) *Actividad No Critica:* Es aquella actividad que puede desplazarse en su ejecución y no afecta la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen.
- b) *Actividad Critica:* Es la actividad que no puede sufrir retraso en su ejecución, ya que si así fuera retardaría la fecha de culminación de la obra.
- c) *Actividad Ficticia:* Es aquella actividad que no consume ni tiempo ni recursos, ya que solamente nos expresa restricciones de dependencia entre las actividades.

Cabe mencionar que para poder preparar adecuadamente la ruta crítica, en la obra del entronque Eduardo Molina - Río Consulado, fue necesario analizar para, cada una de las actividades que intervinieron en el proyecto, las siguientes condiciones:

- 1.- Que actividad antecede a la actividad que se va a ejecutar.
- 2.- Que actividad se puede ejecutar simultáneamente a la que se va a realizar.
- 3.- Que actividad se va a ejecutar inmediatamente después de ejecutar - esta.

Estas características contribuirán a que se consiguiera una secuencia lógica para la ejecución de todas las actividades. (Fig. # 10)

b) Diagrama de Barras ó de Gantt.

Para complementar y objetivizar la programación del proyecto anterior, se utilizó además del método de la ruta crítica, el diagrama de Barras ó de Gantt, este diagrama se deriva de la red de actividades, y consiste en la representación gráfica del tiempo que se ha estimado para las principales actividades del proyecto a ejecutar, y con el cual se podrá llevar un control de obra que es muy importante en la fase constructiva. (Fig. # 11)

El diagrama se forma como sigue:

- 1.- Para las actividades que se han seleccionado como conceptos del programa, habrá una barra que a cierta escala, represente el tiempo de ejecución de cada una de ellas.
- 2.- Se convierte la escala de tiempos efectivos en una escala de días calendario, haciendo coincidir el origen de la escala con la fecha de iniciación del proceso, considerando también todos los días no laborables (días de descanso y días festivos).

Una vez representada cada actividad, si anotamos para cada período de tiempo, sobre la barra el costo correspondiente al volumen ejecutado, podrá conocerse el importe de la obra en ese lapso de tiempo.

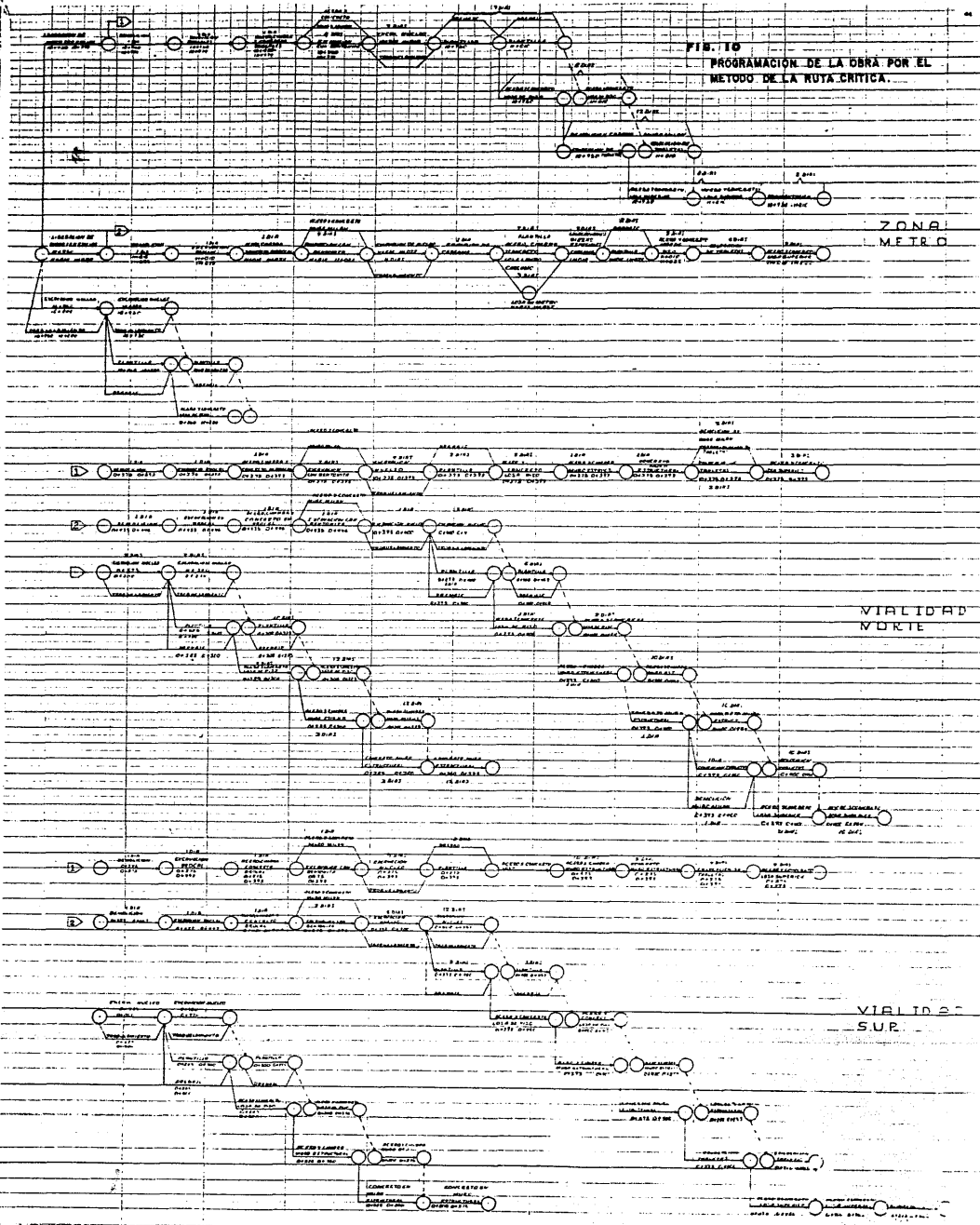
Tomando en cuenta las generalidades anteriores, se elaboraron los diagramas de ruta crítica y el de barras, para las actividades que intervienen en la ejecución de la obra correspondiente al entronque Eduardo Molina-Río Consulado, incluyendo su etapa de vialidades y de cajón de metro.

FIG. 10
 PROGRAMACION DE LA OBRA POR EL
 METODO DE LA RUTA CRITICA.

ZONA
 METRO

VIALIDAD
 NOROCC

VIALIDAD
 SUP.



II. Integración del Costo

Para todo proyecto que ha de ejecutarse, es necesario conocer la inversión aproximada que implica realizar dicho proyecto, para que de esta manera se pueda determinar si es factible la ejecución del mismo.

Lo anterior puede ser posible mediante el análisis de precios unitarios de todos los conceptos que intervienen en el proyecto, tomando en consideración las incertidumbres a que pueden estar sujetos en el tiempo que dure su realización, en los recursos a emplear, a su disponibilidad en el mercado, a los volúmenes por ejecutar del mismo y a la experiencia del analista; además de los costos que se pueden generar por otros factores que intervengan en forma directa o indirecta para la elaboración del mismo. Creando con todos ellos una simulación numérica, de los pasos a realizarse, para la obtención de una unidad de concepto de trabajo.

No es posible calcular precios unitarios sin apoyo en especificaciones, ya que son éstas, precisamente, las que definen la obra que se requiere y la forma en que debe ejecutarse. Con la obtención de todos los precios se determina un presupuesto razonable, real y definitivo.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| | 1. Materiales |
| a) Costos Directos | 2. Mano de obra |
| | 3. Equipo |
| | 1. Admon. Central |
| | 2. Admon. de obra. |
| b) Costos Indirectos | 3. Financiamiento |
| | 4. Fianzas y seguros |
| | 5. Imprevistos |

Costo Directo + Costo Indirecto = Costo Unitario

El Costo Unitario + Utilidad = Precio Unitario

A continuación se describen brevemente las características de cada uno de estos elementos:

a) *Costos Directos*

Es el importe de los conceptos, sin los cuales una determinada actividad no puede realizarse en forma correcta, ya que intervienen directamente durante la ejecución, siendo estos conceptos los materiales, la mano de obra y la maquinaria.

1. *Por Materiales*

Es el que corresponde a los gastos que hace el contratista al adquirir los materiales que se requieren para realizar una obra, con la única excepción de los materiales requeridos para las diferentes maquinarias, ya que sus gastos son cargados directamente a los costos horarios de cada una de ellas.

El costo de los materiales que se toma como base, para la elaboración del precio unitario de un concepto, es el costo del material puesto en la obra, ya que dicho precio facilita análisis posteriores, por estar integrado por los siguientes factores: el precio de adquisición en fábrica, más el costo del flete y por un porcentaje de desperdicios que se pudieran originar en las maniobras de carga y descarga o durante su transportación.

Es indispensable el tener una información actualizada, de los productos que pueden emplearse, ya que existen múltiples alternativas en el mercado de un mismo producto, o en los casos más desfavorables, tener en cuenta la posibilidad de cambiarlo por materiales que existen en la localidad o por algunos más económicos, siempre que esto lo permitan tanto las especificaciones, como la supervisión correspondiente.

Los materiales pueden ser permanente o temporales, los prime--

ros son los que pasan a formar parte íntegra de las obras, como el concreto y el acero, por ejemplo; los segundos son los que no forman parte íntegra de las obras y se consumen en uno o varios usos, es importante, considerar esta característica ya que si es programada correctamente la utilización de los materiales, se obtendrá una mayor economía en el proyecto.

2. Mano de Obra

El estudio del costo por concepto de la mano de obra, es de su importancia ya que su valuación, en la industria de la construcción es un problema dinámico y bastante complejo. Su carácter dinámico lo determina el costo de la vida que en la actualidad es cada día más elevado y variable, el desarrollo de procedimientos constructivos diferentes, a la dificultad o facilidad de realización, la magnitud de obra por ejecutar, el riesgo o la seguridad en el proyecto, el sistema de pago, etc.

En la industria de la construcción, se emplea poco personal altamente calificado y un gran porcentaje de obreros pertenecen al grupo de salario mínimo; cuando se requiera mano de obra especializada, habrá de tomarse en cuenta la posibilidad de traer personal de otras localidades, con el consiguiente pago de viáticos, pasajes y salarios mayores.

Los sistemas que en la industria de la construcción se siguen para cubrir al trabajador, el importe de su trabajo, son comúnmente los siguientes:

- a) Por día
- b) Por destajo
- c) Por tarea

Será por día cuando deba darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo, será destajo si la remuneración se valoriza en base a las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectadas por el precio previamente acordado; el sistema por tarea consiste en la asignación de un trabajo determinado y al ejecutar el traba

jador la tarea asignada podrá retirarse, recibiendo su jornal diario completo. De los tres sistemas anteriores, el más utilizado es el denominado por día, por los resultados óptimos que se obtienen con una adecuada vigilancia y a un menor costo. Debiendo utilizarse los salarios base señalados en el tabulador de los contratos de trabajo en vigor para los análisis de costo .

El costo real o costo empresa por concepto de mano de obra, se obtiene adicionando al salario base del trabajador el importe de diversas prestaciones con que goza el trabajador, entre las que se encuentran, -- las marcadas por la ley federal del trabajo, los días pagados no laborados, el aguinaldo, las cuotas al IMSS, vacaciones etc.

A continuación se presenta el análisis de la determinación de los factores de incremento al salario base, que integrados dan el costo real de la mano de obra.

Según prestaciones a la Ley Federal del Trabajo, los días obligatorios de pago y no laborales, establecidos en reglamentación laboral vigente, (Artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo), son:

- 1o. de Enero
- 5 de Febrero
- 21 de Marzo
- 1o. de Mayo
- 16 de Septiembre
- 20 de Noviembre
- 1o. de Diciembre (De cada 6 años, en la transmisión del poder ejecutivo federal).

7 ¹/₆ días

Los días no laborados por tradición, son:

Viernes Santo.

Sábado Santo.

3 de Mayo.

2 de Noviembre.

12 de Diciembre.

5 días

Días en que se considera, que el trabajador no labora por alguna -
enfermedad profesional.

2 días.

Las vacaciones pagadas no laboradas, de acuerdo al artículo 76 de
la Ley Federal del Trabajo.

6 días.

Días en que por alguna razón justificada el trabajador no labora.

1 día.

Séptimo día de cada semana.

52 días.

De donde es posible determinar el número de días efectivos trabaja-
dos al año.

Días Calendario	365
Días No Laborados	$73 \frac{1}{6}$
	$291 \frac{5}{6}$ Días.

Total de Días Pagados al Año.

Salarios	365 días.
Aguinaldo (artículo 87 de la L.F.T)	15 días.
Prima Vacacional del 25% (artículo 80 de la L.F.T. $0.25 \times 6 = 1.5$)	<u>1.50 días.</u>
	381.50 días.

Factor de incremento, debido al número de días laborados y el número de días considerados para su remuneración, de acuerdo a las prestaciones que otorga la Ley Federal del Trabajo.

$$\frac{\text{Días pagados al año}}{\text{Días trabajados al año}} = \frac{381 \frac{1}{2}}{291 \frac{5}{6}} = 1.3073$$

Educación.

Por concepto de educación se deberá cubrir el uno por ciento de la suma del salario base más las prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

$$1\% \times (1 + .3073 \%) = 1.3073 \%$$

Pago de Guarderías.

La ley indica que deberá cubrirse un pago por concepto de guarderías equivalente al uno por ciento del salario base.

Cuotas al IMSS.

Se deberán cubrir las cuotas de los distintos seguros que marca la ley del IMSS, esta ley marca cuales serán los importes que corresponden tanto al patrón como al trabajador, de acuerdo al salario base que tenga el trabajador.

En el caso particular de los trabajadores que perciben el salario mínimo, será el patrón el encargado de pagar, el importe de los seguros del trabajador.

A continuación se presentan las tablas que muestran la relación de los factores antes mencionados.

3. Por Maquinaria.

Es el costo del uso correcto de la maquinaria adecuada y necesaria para la ejecución de los conceptos de trabajo, estipulados en las especificaciones y en el contrato y se integra con los cargos fijos de consumo y operación calculados por hora efectiva de trabajo.

Puede decirse que en general el costo de la hora maquinaria se compone de cargos fijos, cargos por consumo y cargos por operación.

- a) Cargos Fijos.- Son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros, intereses, almacenajes y mantenimiento.
- b) Cargos por Consumo.- Este es el costo que se deriva del uso de combustible y otras fuentes de energía, lubricantes y llantas.
- c) Cargos por Operación.- Es el derivado de los gastos que hace el contratista por concepto de pago de salarios del personal encargado de la operación de la maquinaria por hora efectiva de trabajo de la misma.

b) Costos Indirectos.

Son los gastos generales necesarios para la ejecución de una obra, no incluidos en los costos directos, que realiza el contratista y que se distribuyen en proporción a los cargos directos de los conceptos de trabajo y atendiendo a la modalidad de la obra.

El costo indirecto se calcula generalmente en base a un porcentaje sobre el costo directo de cada concepto de trabajo; estos porcentajes se han determinado en base a los análisis realizados en obras similares ejecutadas con anterioridad.

TABLA

SEGURO SOCIAL

GRUPO	Salario Base por día, en pesos		Enfermedades y Maternidad		Invalidez, vejez cesantía y muerte		Riesgos de trabajo patrón	Total cuota semanal patrón	Total cuota patrón por día laborado
	Mes de	Hasta	Cuota semanal		Cuota semanal		Cuota semanal.		
			patrón	trabajador	patrón	trabajador			
S	130	170	59.06	23.63	39.38	15.75	68.91	206.73	35.83
T	170	220	76.78	30.71	51.19	20.48	89.59	217.56	37.71
U	220	280	98.44	39.38	65.63	26.25	114.85	278.92	48.34
W	280	---	5.625% del sala- rio base	2.25% del sala- rio base	3.75% del sala- rio base	1.5% del sala- rio base	6.56% del sala- rio base	15.935% del sala- rio base	2.762% del salario base

- 125% Cuota Semanal Patrón + trabajador de seguro de invalidez, cesantía y muerte
- ** La Ley del IMSS indica que los 15 días considerados como aguinaldo deberán también cubrir la cuota correspondiente:

Total días cotizados anuales = 365 + 15 = 380 días

Coefficiente del IMSS = $\frac{380}{365} = 1.04$

Días laborados por semana = $6/1.04 = 5.77$ días

Total cuota patrón por día laborado = Total cuota semanal patrón

5.77

TABLA COSTO REAL DE LA MANO DE OBRA

CATEGORIA	SALARIO BASE	GRUPO SALARIO	PRESTA-- CIONES L.F.T. (30.7 %)	EDUCA--- CION (11%)	SEGURO SOCIAL	INFONAVIT (5 %)	GUARDE-- RIA -- (1%)	TOTAL POR DIA TRABAJADO
SOBRESTANTE	345.00	W	105.92	4.51	66.67	21.56	3.45	547.11
CABO	310.00	W	95.17	4.05	59.91	19.37	3.10	491.60
OF. ALBANIL	295.00	W	90.57	3.86	57.01	18.44	2.95	467.83
OF. SOLDADOR	302.00	W	92.71	3.95	58.36	18.88	3.02	478.92
OF. ELECTRICISTA	285.00	W	87.49	3.72	55.08	17.81	2.85	451.95
OF. FERRERO	295.00	W	90.57	5.86	57.01	18.44	2.95	467.83
OF. CARPINTERO	287.00	W	88.11	3.75	55.46	17.93	2.87	455.12
CHOFER	270.00	W	82.89	3.53	48.34	16.87	2.70	424.33
MANOBRISTA	262.00	W	80.43	3.42	48.34	16.34	2.62	413.15
PERFORISTA	262.00	W	80.43	3.42	48.34	16.34	2.62	413.15
OP. COMPRESOR	245.00	W	75.22	3.20	48.34	15.31	2.45	389.72
AYUDANTE DE OPER.	240.00	W	73.68	3.14	48.34	15.00	2.40	382.56
AYUDANTE GENERAL	231.00	W	70.92	3.02	48.34	14.44	2.31	370.03
PEON	210.00	W	64.47	2.74	46.48	13.13	2.10	339.02

Los conceptos que dan lugar a los costos indirectos, se clasifican en los siguientes grupos:

- 1.- Administración Central.
- 2.- Administración y Gastos de Obra.
- 3.- Financiamiento.
- 4.- Fianzas, Seguros, etc.
- 5.- Imprevistos.

1. Administración Central.

En todas las empresas constructoras, es necesario contar con grupos administrativos, para realizar diferentes actividades encaminadas a conducir, controlar y vigilar todas las operaciones de la propia empresa.

El cargo indirecto que corresponde a la administración central, puede ser diferente entre una empresa y otra, aunque estas estén realizando obras similares; Esta variación se debe a la utilización de distintos sistemas de organización administrativa que emplea cada empresa constructora; en la mayoría de los casos el valor que es considerado, varía del 5% al 8% del costo directo total de las obras de la empresa.

Existen varios conceptos que deben ser cubiertos por los servicios de administración central, destacando aquellos que están comprendidos en los siguientes incisos:

- a) Honorarios, sueldos y prestaciones del personal administrativo y técnico ejecutivo de las oficinas centrales de la empresa.
- b) Depreciación, mantenimiento y rentas de edificios y locales, muebles y vehículos.
- c) Gastos generales de oficina como son: papelería, útiles de escritorio, luz, correos, telégrafos, gasolina, etc.

- d) Gastos promocionales, por concurso, por seguros, pago de cuotas al IMSS por parte del patrón, etc.

2. Administración y Gastos de Obra.

El valor del costo indirecto, originado por éste concepto varía entre un rango del 10 al 20%; dentro de este aspecto quedan involucrados factores de suma importancia para la correcta ejecución de cualquier obra y el desglose del porcentaje se distribuye básicamente en los siguientes gastos:

- a) Sueldos, prestaciones, honorarios, cuotas al IMSS de todo el personal técnico administrativo que se tiene designado en la obra para dirigir y supervisar la ejecución de los trabajos.
- b) Depreciación, mantenimiento o renta de edificios, locales, campamentos, comedores, dormitorios, talleres, bodegas, casetas de vigilancia y demás tipos de instalaciones auxiliares necesarias en cualquier obra.
- c) Depreciación, mantenimiento, o renta de vehículos y camiones, para transportar el personal o el equipo de trabajo.
- d) Fletes y acarreos del mobiliario, papelería, artículos de oficina, de las instalaciones provisionales y de todo el material necesario para la construcción de caminos de acceso a la obra, etc.

3. Financiamiento.

Antes y durante la ejecución de los trabajos de construcción, se efectúan fuertes erogaciones, que deberán preverse para no tener graves consecuencias en los resultados finales de la obra; siendo por esta razón que se debe tener una estricta vigilancia y supervisión de las inversiones realizadas, así como del lapso de tiempo que transcurre para cobrar la obra ejecutada.

El monto del financiamiento depende, en cada caso particular de la relación que existe entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo, el primero, del programa general de obra, y el segundo de la forma establecida en el contrato realizado y varía, en la mayoría de los casos, entre un 0% al 5% del costo total de la obra por ejecutar.

4. Fianzas y Seguros.

Dentro de la construcción, al igual que en otras industrias, se pueden presentar situaciones que afecten la ejecución o el funcionamiento de cualquier obra, es por lo que tanto la parte contratante, como la ejecutora buscan proteger sus inversiones, por medio del pago de pólizas o seguros. Para ello, existen diferentes tipos de fianza en las cuales sus objetivos principales son:

- a) El garantizar que el contrato realizado sea cumplido en el tiempo y las condiciones previamente establecidas.
- b) Asegurar que la obra haya sido ejecutada con la calidad deseada, y de no ser así poder realizar las modificaciones necesarias.

La obtención de seguros no debe omitirse, pues de esta manera la compañía estará protegida de algún suceso no previsto que pudiera afectarla grandemente; en particular el tipo de seguros más usados son aquellos que cubren las siguientes situaciones: incendios, robos, daños a terceros, accidentes de la maquinaria o equipo, seguros de vida individuales o de grupo, o un seguro general de obra que cubre todos los mencionados anteriormente y algunos más. En terminos generales, este renglón puede representar del 1% al 5% del costo directo total.

5. Imprevistos.

Por muy bien organizado que se tenga un proyecto, se pueden presentar causas o elementos, no previstos, que repercuten en el costo con

siderando inicialmente, asimismo, durante la estimación y ejecución existen errores que no pueden ser evitados, tampoco se pueden eliminar completamente los accidentes y en algunos casos son tan poco comunes que no pueden ser cubiertos por medio de seguros, elementos de este tipo constituyen un riesgo que se debe tener presente, además de los que se presentan en forma regular originados por suspensiones y demoras de trabajo -- por conflictos obrero-patronales, atraso en suministro de materiales, escasez de mano de obra y equipo, modificaciones en el proyecto, errores y omisiones en el presupuesto; y los que se sabe pueden presentarse, tales como, ciclones, fenómenos telúricos, etc.. En resumen puede decirse que el porcentaje con que se expresan los posibles imprevistos, dependerá -- del grado de incertidumbre que se tenga con respecto a todos y cada uno de los factores que integran el costo de esa obra.

C. Utilidad.

En el caso de la industria de la construcción, cada empresa determina libremente el monto de su utilidad basándose, principalmente, en -- las obligaciones que adquiere y de acuerdo a la importancia de la obra -- por ejecutar. La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo y de los costos indirectos; y puede concebirse, como una -- remuneración por el capital que maneja; aplicándose este factor, como un incentivo basado en el grado de riesgo a que estará sujeto el contratista, además de diferentes factores que podrán influir en su determinación como son: grado de dificultad, técnica de la obra, localización de la -- misma, magnitud de la obra, etc., debido a todo lo anterior, el porcentaje de utilidad varía generalmente entre un 8% y un 15% dependiendo del -- tipo de obra por ejecutar.

Ahora bien, los rangos de porcentajes que han sido mencionados, -- son datos obtenidos de la experiencia de obras similares, en donde todos estos conceptos integran el costo indirecto total y en conjunto este valor es aproximadamente del orden del 35% del costo directo de la obra. -- Pero de deberá tener presente que este porcentaje puede variar por las --

situaciones que vive el país de carácter económico.

A manera de resumen y refiriendonos en particular a los trabajos - realizados en el entronque Edo. Molina-Consulado, se presentarán algunos análisis de precios unitarios, por considerar que su determinación es básica para el conocimiento de los costos y del presupuesto que fueron empleados para la ejecución de la obra.

Ejemplo 1.

Concreto premezclado de 200 - 3/4 - 10, colocado en losas y muros de cajón, el precio incluye acarreos, vaciado, vibrado y terminado.

1.- Materiales.

Costo de concreto premezclado puesto en obra = \$ 1880.50 /m³

2.- Mano de Obra.

Contando con una brigada compuesta por 2 albañiles, 18 ayudantes y 1/10 de cabo, pueden ser colocados 20 M³/Jor.

2 albañiles	2 (467.83) = \$	935.66
18 ayudantes	18 (370.03) = \$	6660.54
1/10 cabo	1/10 (491.60) = \$	49.16
		<u>\$ 7645.36/ Jornada</u>

Costo por M³ = $\frac{\$ 7645.36/ \text{Jor}}{20 \text{ M}^3/ \text{Jor}}$ = \$ 382.27/m³

Herramienta 3% \$ 11.47/m³

3.- Maquinaria.

El análisis de costo horario de la maquinaria empleada, se presenta en la parte anexa de este trabajo.

Vibrador marca Mecsa modelo K - 4	\$	31.69/m ³
Indirectos + Utilidad	\$	<u>807.07/m³</u>
P. U.	= \$	3113.00/m ³

EJEMPLO 2

Excavación en cepas a mano, de material Tipo I, de 0-2 mt. de altura, incluyendo traspaleo del mismo.

1.- Mano de Obra.

El rendimiento alcanzado en cada peón es de 6 m^3 excavados por jornada, la supervisión de la excavación es realizada por 1/10 de cabo.

1/10 cabo	1/10 (491.60)	=	\$ 49.16
1 peón	339.02	=	\$ 339.02
			<hr/>
			\$ 388.18 / turno

Considerando una eficiencia del 80% durante el turno de 8 horas, tenemos :

$0.80 \times 6 \text{ m}^3/\text{tno.}$	=	$4.8 \text{ m}^3/\text{tno.}$	
Costo Directo	=	$\$ 388.18 \text{ Tno.}$	
		<hr/>	=
		$4.8 \text{ m}^3/\text{tno.}$	\$ 80.87 m^3
Herramienta 3%	=		\$ 2.43 m^3
Indirectos + Utilidad	=		\$ 28.30 m^3
			<hr/>
			P. U. = \$ 111.60 m^3

EJEMPLO 3

Acero de refuerzo, grado duro en losas y muros de acompañamiento de cajón o estación; el precio incluye ganchos, traslapes, desperdicio, habilitado, acarreo y alambre.

Se analizará para la varilla de diámetro más empleado en la obra del entronque Edo. Molina - Consulado.

De 12.7 mm (No. 4) $F_y = 4,000 \text{ Kg./cm}^2$

1. Materiales

	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Varilla	Ton.	17,500.00	1.10	\$ 19,250.00
Alambre	Kg.	24.00	30	\$ 720.00
				<hr/>
				\$ 19,970.00 Ton.
				\$ 19.97 /Kg.

2. Mano de Obra

Se obtiene un rendimiento de 220 Kg./tno. de cada pareja formada por un oficial fierrero y un ayudante.

1 Oficial fierrero	\$ 467.83
1 Ayudante general	\$ 370.03
1/10 Cabo	\$ 49.16
	<hr/>
	\$ 887.02/ton.

Considerando una eficiencia del 85% durante el turno:

220 Kg. / ton. x 0.85 % = 187 Kg./ton.

$\frac{\$887.02}{187 \text{ Kg. / ton.}}$	=	\$ 4.74/Kg.
Herramienta 0.03 x 4.74	=	\$ 0.14/Kg.
Indirectos + Utilidad		\$ 8.69/Kg.
		<hr/>
P. U.	=	\$ 33.54/Kg.

EJEMPLO 4

Excavación en zanja para muro colado en sitio, sin incluir lodo - bentonítico con una sección tipo de .60 x 6.00 x 8.00 realizada con -- equipo Williams.

Composición del ciclo teórico observado en la excavación

Bajada de la almeja en la zanja	15 seg.
Ataque del material	37 seg.
Subida de la almeja arriba del brocal	15 seg.
Tiempo para escurrir el lodo en la excavación	10 seg.
Giro de la almeja y descarga al camión volteo	40 seg.
Regreso de la almeja a la parte superior de la zanja	15 seg.

tiempo utilizado en el ciclo 132 seg.

Características del equipo empleado.

La almeja tiene una capacidad de 0.23 m^3 y en cada maniobra se obtiene un 75% de su capacidad.

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento horario} &= \frac{3600 \text{ seg.}}{132 \text{ seg.}} \times 0.28 \text{ m}^3 \times 0.75 \\ &= 5.72 \text{ m}^3/\text{hr.} \end{aligned}$$

El volumen de material a excavar por cada tablero es --

$$V = 0.60 \times 6 \times 8.00 = 28.8 \text{ m}^3.$$

Tiempo utilizado para cada tablero en condiciones normales

$$T = \frac{28.80 \text{ m}^3 \times 60 \text{ Min.}}{5.72 \text{ m}^3 / \text{hr.}} = 302 \text{ min.}$$

###

El ciclo de excavación completo, es aquel en que también son considerados los movimientos del equipo al pasar de un tablero a otro.

Circulación entre tableros	10 min.
Nivelación y preparación de equipo	15 min.
Excavación de cada tablero	302 min.
	<hr/>
	327 min.

Maquinaria y Equipo	Costo horario
Praga LS - 108	\$ 1,365.00
Equipo Williams	\$ 690.40
	<hr/>

Cargo Horario = \$ 2,055.40
del Equipo

Cargo de Maquinaria y Equipo.

$$\frac{327 \text{ min.} \times \$ 2055.40}{60 \text{ min.} \times 0.65 \times 28.80 \text{ m}^3} = \$ 589.39 / \text{m}^3.$$

Cargo por Mano de Obra.

El personal que se emplea durante la construcción de los muros - de acompañamiento es el siguiente:

1 ayudante de operador, que verifica la verticalidad del equipo, la descarga del material a los camiones de volteo y de realizar sondeos para verificar la profundidad de la excavación entre otras actividades.

2 peones, que ejecutan trabajos de limpieza tanto en el cucharón de la almeja y la zona de excavación, así como la de ir reduciendo los tramos de la lingada que es utilizada para bajar y vibrar el concreto - del muro.

1 cabo para controlar toda la ejecución del muro, al personal y al equipo que se emplea.

El cargo que genera la utilización de este personal es el siguiente:

1 ayudante de operador	\$ 382.56
2 peones 2 (\$ 339.02)	\$ 678.04
1 cabo	\$ 491.60
	<hr/>
	\$ 1552.20 / turno.

$$\frac{327 \text{ min.} \times \$ 1552.20 / \text{turno.}}{8 \text{ hr.} / \text{turno} \times 60 \text{ min.} \times 0.65 \times 28.80 \text{ m}^3} = \$ 56.49 / \text{m}^3$$

Costo Directo de la Excavación	\$ 589.39
	\$ 56.49
Indirectos más utilidad	\$ 226.06
P.U. =	<u>\$ 871.94/ m³</u>

Costo de la Obra

Para todas y cada una de las actividades por ejecutar fue necesario analizar sus precios unitarios, ya que son estos los que nos permiten conocer el costo total de la obra.

Actualmente estos precios han variado, debido a los incrementos - en el costo de los equipos, mano de obra y materiales; pero esto siempre sucederá: y para que estos precios sean aplicables sólo deberá ser utilizado algún factor que compensen las diferencias de las condiciones actuales, a las del momento en que sea ejecutada cada actividad.

Describiremos a continuación los conceptos que intervinieron para la realización del Entronque Edo. Molina - Consulado, sus volúmenes correspondientes y el precio unitario de cada uno de ellos, con lo que conoceremos aproximadamente el costo total empleado para su construcción.

Construcción de Brocales

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Demolición de concreto asfáltico	M ³	751.13	\$ 362.12	\$ 271,999.19
Demolición de concreto hidráulico	M ³	144.04	\$ 962.60	\$ 130,023.46
Carga con máquina del material demolido	M ³	895.17	\$ 104.96	\$ 93,957.04
Acarreo en camión del material demolido	M ² Km.	14,322.72	\$ 13.98	\$ 200,231.63
Trazo y nivelación del terreno	M ³	13,695.88	\$ 7.49	\$ 102,562.14
Excavación en zanja de 0-2 mt. de profundidad	M ³	1,687.96	\$ 97.10	\$ 163,900.92
Carga con máquina del material excavado	M ³	1,687.96	\$ 89.70	\$ 151,410.01
Acarreo en camión del material excavado	M ² Km.	27,007.36	\$ 12.11	\$ 327,059.12
Acero de refuerzo grado duro	Kg.	13,034.56	\$ 33.54	\$ 437,179.14
Cimbra para brocal	M ²	3,751.02	\$ 313.61	\$ 1,176,357.38
Concreto de 150-1 ¹ / ₂ -10 colado en brocales	M ³	606.36	\$2,208.59	\$ 1,339,200.63
Ademes recuperables de madera	P.T.	18,702.95	\$ 6.88	\$ 128,676.29
SUBTOTAL =				\$ 4'522,576.95

Construcción de Muros Colados en Sitio

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Cimbra para compuerta de lodo bentonítico	M ²	174.08	\$ 354.83	\$ 61,768.81
Excavación en zanja para muro colado en sitio	M ³	8,205.20	\$2,487.72	\$20'412,240.12
Acarreo en camión del material producto de excavación	M ³ Km.	131,283.20	\$ 12.11	\$ 1'589,839.55
Cimbra metálica de sección trapecial con portajuntas	Pza.	214.00	\$7,855.57	\$ 1'681,091.98
Banda de PVC transversal en muros	M	1,455.30	\$ 431.71	\$ 628,267.76
Acero de refuerzo grado duro	Kg.	474,786.84	\$ 28.85	\$13'697,600.53
Acero de refuerzo grado estructural	Kg.	12,445.00	\$ 26.50	\$ 329,792.50
Concreto de 150-3/4-18 colocado en muro	M ³	3,709.49	\$2,974.54	\$11'034,026.38
Concreto de 200-3/4-18 colocado en muro	M ³	4,400.80	\$2,115.86	\$13'712,276.64
SUBTOTAL =				\$63'146,902.92

Escavación de las Rampas

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Bombeo hidráulico para abatir el nivel freático	M ³	62,426.06	\$ 346.83	\$ 21'651,230.39
Demolición de concreto hidráulico (brocales)	M ³	606.36	\$ 902.69	\$ 547,355.11
Carga con máquina de material demolido	M ³	606.36	\$ 104.96	\$ 63,643.55
Acarreo en camión del material demolido	M ³ Km.	9,701.76	\$ 13.98	\$ 135,630.60
Excavación del núcleo a cielo abierto entre muros	M ³	62,426.06	\$ 262.26	\$ 16'371,858.60
Acarreo en camión del material excavado	M ³ Km.	998,816.96	\$ 12.11	\$ 12'095,673.39
Troqueles metálicos de estación	Pza.	450.00	\$36,266.12	\$ 16'319,754.00
Troqueles metálicos de cajón	Pza.	189.00	\$17,340.91	\$ 3'277,431.99
SUBTOTAL =				\$ 70'462,577.63

Losas Inferiores

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Concreto de 100-3/4-10 en plantillas	M ³	9,422.55	\$ 2,067.86	\$ 19'484,514.24
Acero de refuerzo grado duro	Kg.	769,840.90	\$ 33.54	\$ 25'820,463.80
Juntas de contracción en losas de fondo	M	183.00	\$ 670.29	\$ 122,663.07
Juntas de expansión en losas de fondo	M	183.00	\$ 1,064.51	\$ 194,805.33
Preparación de junta cajón-losa	M-cajón	330.00	\$ 2,115.36	\$ 698,068.88
Concreto de 200-3/4-10 en losas	M ³	11,093.53	\$ 3,113.00	\$ 34'534,158.00
Curado de concreto	M ²	6,600.00	\$ 12.26	\$ 80,916.00
SUBTOTAL =				\$ 80'935,589.32

Instalación Hidráulica

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Dren de tubo de PVC	M	506.00	\$ 1,060.69	\$ 700,055.40
Tubo de Fo. Go. de 76 mm. diametro	M	35.00	\$ 534.98	\$ 18,706.80
Coladeras de FoFo	Pza.	52.00	\$ 294.83	\$ 15,331.16
Registro Precolado	Pza.	22.00	\$ 1,252.98	\$ 27,563.58
Cubierta precolada para drenes	Pza.	660.00	\$ 912.00	\$ 601,920.00
Equipo de bombeo	Lote	1.00	\$230,000.00	\$ 230,000.00
			SUBTOTAL =	\$ 1'593,576.94

Muros de Acompañamiento

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Acero de refuerzo grado duro	Kg.	85,537.88	\$ 33.54	\$ 2'868,940.40
Cimbra (varias alturas)	M ²	5,414.32	\$ 511.03	\$ 2'766,870.95
Concreto de 200-3/4-10 en muros	M ³	1,977.80	\$ 3,113.00	\$ 6,156,981.40
Curado de Concreto	M ²	5,414.32	\$ 12.26	\$ 66,387.56
			SUBTOTAL =	\$11'859,099.31

Losa Superior

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Tableta TP-28 0.40 X 0.94 X 7.50	Pza.	24	\$ 29,055.94	\$ 696,862.56
Tableta TP-49 0.55 X 0.94 X 7.55	Pza.	31	\$ 47,374.86	\$ 1'468,620.60
Tableta TP-3 0.25 X 1.40 X 7.50	Pza.	37	\$ 30,381.24	\$ 1'124,105.80
Tableta TP-98 0.55 X 1.40 X 11.15	Pza.	111	\$ 91,555.19	\$ 10'162,626.00
Tableta TP-100 0.70 X 0.94 X 11.15	Pza.	45	\$ 184,250.91	\$ 8'291,290.90
Acero de refuerzo grado duro	Kg.	12,562.34	\$ 33.54	\$ 421,340.88
Concreto de 200-3/4-10	M ³	782.06	\$ 3,113.00	\$ 2'434,552.70
Impermeabilización con banda Rino Hide	M ²	3,475.82	\$ 526.86	\$ 1'831,270.53
Relleno con tepetate compactado	M ³	1,737.91	\$ 353.82	\$ 614,907.32
Relleno con grava controlada compactada	M ³	1,042.74	\$ 375.89	\$ 391,955.54
Carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor	M ²	5,875.88	\$ 211.33	\$ 1'241,327.06
			SUBTOTAL =	\$ 28'678,859.89

Actividades Complementarias

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Desvíos Provisionales	Lote	---	1'500'000.00	\$ 1'500,000.00
Obras Inducidas	Lote	---	4'500,000.00	\$ 4'500,000.00
			SUBTOTAL =	\$ 6'000,000.00

Resumen general del costo de realización del entronque Eduardo Molina -
Consulado.

<u>Concepto</u>	<u>Importe</u>
Construcción de Brocales	\$ 4'522,576.95
Construcción de Muros Colados en Sitio	\$ 63'146,902.92
Excavación de las Rampas	\$ 70'462,577.63
Losas Inferiores	\$ 80'935,589.32
Instalaciones Hidráulicas	\$ 1'593,576.94
Muros de Acompañamiento	\$ 11'859,099.31
Losa Superior	\$ 28'678,859.89
Actividades Complementarias	\$ 6'000,000.00
	<hr/>
	\$267'199,182.96

Importe Total = \$ 267'199,182.96

C A P I T U L O V

" CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES "

Conclusiones y Recomendaciones

El problema que se presenta por la insuficiencia de transporte público se está resolviendo paulatina, pero gradualmente, por las autoridades capitalinas, basándose en la planeación y dirección de la comisión de vialidad de transporte urbano; y se dice paulatinamente, por que el problema del transporte público, tiene un comportamiento dinámico, que se agudizo, por no haber sido atendido en su oportunidad, con la importancia que merecía, por la falta de planeación, organización, apatla, con la que se visualizó desde años atrás.

Afortunadamente la situación ha cambiado, en la actualidad existen estudios y proyectos necesarios que intentan dar solución al problema.

La situación es clara cuando se analiza lo que un sistema de transporte significa, siendo éstos la conjugación o combinación armónica de tres elementos fundamentales: vías de comunicación, vehículos y personas así los sistemas de transporte están constituidos por una infraestructura, una estructura y una superestructura, o sea que si queremos contar con un sistema de transporte eficiente, tendremos que eliminar la desproporción que existe entre el número de unidades públicas que se tienen y de la cantidad de pasajeros que dependen de ellos, básicamente es en el transporte público en donde se origina tan crítica situación, agudizado por los congestionamientos, contaminación, la utilización de grandes áreas para circulación y estacionamiento, desperdicios de combustible, que produce la utilización de transporte particular, además de producir una irreparable pérdida de tiempo en todos los usuarios de uno u otro medio de transporte afectándose el desarrollo socioeconómico de la ciudadana y del país en general.

Un sistema integral y coordinado de transportación parece ser la respuesta acertada, para resolver esta situación, ya que no hay solución única.

El sistema de transporte colectivo METRO, es y seguirá siendo la -

base fundamental del sistema, por la eficiencia demostrada para movilizar grandes cantidades de pasajeros, y por tener las características de velocidad, capacidad, seguridad y economía que ningún otro medio de transporte puede ofrecer. Las líneas por construirse, deberán seguir teniendo como hasta ahora, un trazo óptimo, en cualquiera de sus alternativas, con el fin de servir al mayor número de ciudadanos, siendo aconsejable la no suspensión de la construcción de líneas futuras, ya que en la continuidad, que se pueda dar a la ampliación de este sistema radicará el éxito o el fracaso del plan rector de vialidad y transporte urbano.

Con la municipalización de los autobuses, se ha dado otro paso importante ya que se reorganizaron e integraron las líneas existentes intentando abarcar la extensión de la ciudad, asimismo fueron mejoradas las instalaciones, equipos y unidades necesarias para beneficio físico y económico de sus usuarios.

La reorganización en trolebuses, taxis y peseros que se está efectuando, es una de las labores más difíciles, pero tendrá que continuar ejecutándose, debido a que no existe otra opción más acertada, siendo el cambio necesario e indispensable.

La construcción de obras viales inconclusas, el solucionar los cruces de avenidas importantes, el optimizar los cruceos semaforizados y la creación de estacionamientos públicos, son otras de las formas que contribuirán a mejorar dicha situación del transporte público, por lo que deberá existir una adecuada comunicación y planeación entre todas las secretarías e instituciones con el fin de evitar retraso o duplicidad de actividades.

Como se observa, es todo un sistema el que se debe integrar, correspondiendo la parte más importante a los transeúntes y usuarios en general, por lo que una campaña permanente de concientización, ayudará a participar de una manera más responsable a toda la ciudadanía, para alcanzar lo que tanto necesitamos, un sistema de transporte eficiente, seguro, cómodo, veloz y económico; solucionando de esta manera uno de los tantos problemas que sufre la Ciudad de México.

La presentación de este trabajo basada en la construcción del entronque Eduardo Molina - Consulado, fue debido a que en el cruce de estas avenidas, como en muchas otras se presentaron problemas en la continuidad del flujo vehicular, además de ser, la avenida Río Consulado una de las más grandes e importantes de las que se tienen, a pesar de que no se encontraban funcionando en una manera óptima, por la falta de continuidad e irregularidad de su trazo y que con la determinación de la construcción de la línea 5 del metro, debieron efectuarse actividades y soluciones importantes para dar paso al nuevo proyecto que se ejecutó a lo largo de esta avenida. (Fig. # 12)

La obra realizada sobre la Av. Río Consulado fue compleja por algunos problemas que se presentaron durante la ejecución de la misma, podríamos citar los desvíos de gaseoductos, colectores, tuberías de agua potable, líneas eléctricas, telefónicas, alta tensión, vías de FFCC, -- automóviles, peatones y el cruce realizado en el gran canal. Estas situaciones se observan con frecuencia en las zonas ya habitadas, porque se careció de una planeación y una anticipación acertada en cuanto al trazo de los servicios públicos, por lo que la experiencia obtenida en su solución podrá aplicarse en las obras que habrán de construirse a futuro.

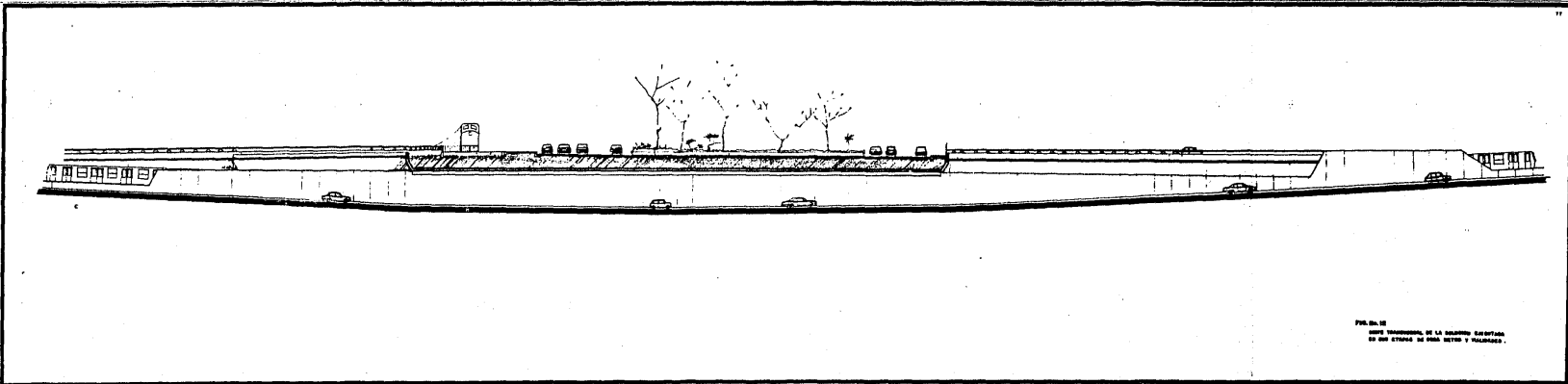


FIG. 10. 10
SECCION TRANSVERSAL DE LA CALLE DE LA ALHAMBRA EN UN PUNTO DE 100 METROS DE ANCHURA.

BIBLIOGRAFIA

1. Apuntes de "Ruta Crítica y Diagramas de Barras" Materia de Construcción II, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1980.
2. Apuntes de "Programación de Obra" Materia de Planeación, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1980.
3. Apuntes de "Ruta Crítica" Sección de Construcción, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1978.
4. ISTME - COVITUR "Especificaciones de Construcción del Metro" México, 1980.
5. Juárez B. E. y Rico R. A. "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos" México, 1978.
6. Noreña C. Fco.; Carreño R. José y Negrete G. Ernesto, "Plan Maestro Del Metro", Revista de Ingeniería, México, 1982, Vol. LII # 1, -- pags. 115 - 126.
7. Castañeda N. Carlos "Proyecto de la Obra Civil del Metro" Revista De Ingeniería, México, 1982, Vol. LII # 1, pags. 127 - 161.
8. "Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios", Sección de Construcción, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1978.
9. Suárez S. Carlos, "Costo y Tiempo en Edificación", Ed. Limusa, 3a. Edición, México, 1980.