



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

BREVE DESCRIPCION ADMINISTRATIVA
DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA II
ETAPA DE LA LINEA 3 SUR DEL METRO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
ARMANDO VILLARREAL ESTRELLA



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	
ORGANIZACION ADMINISTRATIVA EN EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL	13
Marco Histórico Jurídico	14
Departamento del Distrito Federal	17
Secretaría de Obras y Servicios	19
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano ...	21
Comisión Constructora de Ejes Viales	23
CAPITULO II	
ORGANIZACION ADMINISTRATIVA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO	29
Generalidades	30
Operación y mantenimiento	33
CAPITULO III	
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	58
Generalidades	59
Construcción de muros Milán	64
Excavación del núcleo central	71
Construcción de losa de fondo y losa de techo	74
Relleno y pavimentación	79

CAPITULO IV

ORGANIZACION PARA LA SUPERVISION DE LA LINEA 3 SUR DEL METRO	87
---	----

CAPITULO V

SISTEMAS ADMINISTRATIVOS APLICADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA LINEA 3 SUR	92
Control de calidad	95
Cuantificación	102
Avance de obra Vs. programa	105
CONCLUSIONES	114

INTRODUCCION

Se considera que para fines de siglo, el area metropolitana contará con una población comprendida entre 20 y 30 millones de habitantes, a los que deberá proporcionarse medios adecuados de transporte que brinden facilidad de traslado de un punto a otro de la ciudad sin emplear gran parte de tiempo, como sucede en la actualidad en que se generan más de 20 millones de viajes-persona-día, con una pérdida considerable de horas-hombre. La experiencia ha demostrado que la solución más efectiva es el empleo de transportes masivos, no solo para movilizar a las personas de manera rápida y económica, sino para reducir los conflictos viales originados por el empleo de medios en que la capacidad no está de acuerdo con la demanda.

Cuando en 1970 se puso en servicio la actual red del Metro, surtió efectos notables en una parte considerable de usuarios de transportes colectivos, en beneficio principalmente de estratos de población económicamente débiles. Actualmente el Metro, en sus tres líneas, cuenta con una longitud de 41 Kilómetros y 48 estaciones, 3 de las cuales son de correspondencia; la cantidad de pasajeros ha ido en aumento desde 1971, en que se inauguró el sistema completo, con una tasa del 12% anual. En 1976, el tráfico medio en un día laborable fué de 1,840,000 pasajeros y en los primeros meses de 1977 fué de 1,960,000 pasajeros.

A pesar de las vías rápidas construídas en los últimos años, las condiciones de circulación han ido empeorando, lo que ocasiona que en las horas pico, la velocidad comercial de los au-

A PARTIR DE

ESTA PAGINA

FALLA DE

ORIGEN

AMPLIACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"



LÍNEAS ACTUALES DEL METRO

4152 KM.



C A R A C T E R I S T I C A S

CONCEPTO	1971	1972	1973	TOTAL
LONGITUD DE CONSTRUCCION				
SUPERFICIAL	34	411		445
SUBTERRANEA	1603	100	571	2174
TOTAL	1637	1411	571	3619
CONCEPTO DE SERVICIO				
NUMERO DE ESTACIONES DE SERVICIO	10	20	7	37
NUMERO DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE SERVICIO			4	4
NUMERO DE CARRAN A SERVICIO DE TRAFICO				600

tobúses no sea mayor de 10 Kms./hr. esto ha hecho de la amplia --
ción del Metro una condición necesaria para lograr una mejoría en
el transporte que no puede seguir aplazandose por más tiempo.

Por esto, el Departamento del Distrito Federal, ha tra-
zado un plan de ampliación del sistema concebido en varias etapas
que deberán llevarse a cabo para 1980, 1990, 2000 y 2010 y así es
estructurar de manera paulatina una red acorde al desarrollo de la
ciudad y a las necesidades de movilidad de sus habitantes. En el
desarrollo de este plan, se tomaron como base los siguientes obje-
tivos:

- a.- Definir rutas que propicien el empleo del ---
transporte colectivo.
- b.- Determinar las rutas de manera que el progra-
ma de ejecución sea realista.
- c.- Facilitar la correspondencia con autobúses ur-
banos y suburbanos.

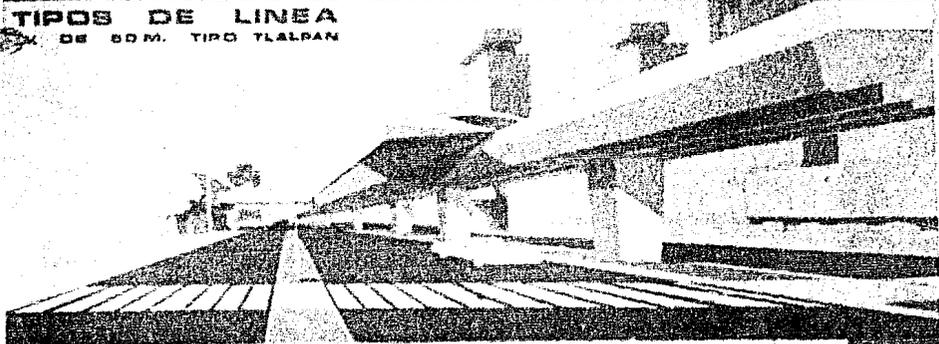
Se ha previsto que el ritmo de crecimiento de las li --
neas sea de 12 Kms. en promedio al año, pues debido a la magnitud
de las mismas, no es posible tener un crecimiento mayor; las a --
reas no servidas en las primeras etapas de ampliación, deberán so-
lucionar el transporte masivo con otros medios que puedan llevar-
se a cabo a menor plazo y costo.

Después de varios análisis y evaluaciones de posibles -
rutas de ampliación y considerando el empleo de los diferentes ti

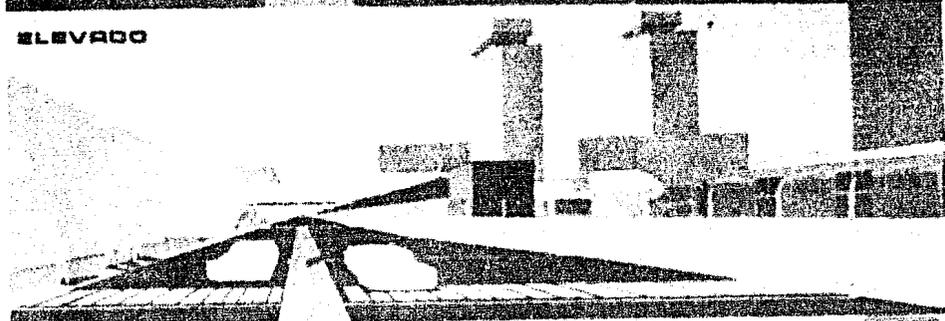
AMPLIACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"



TIPOS DE LINEA
DE 80 M. TIPO TALLAN



ELEVADO



SUPERFICIAL



SUBTERRANEO

pos de vías, superficial, elevado y subterráneo, se seleccionó como primera etapa de ampliación la siguiente alternativa:

LINEA 3

Se prolongará hacia el Norte en un tramo de 5.4 Kms. - que incluye 4 estaciones a partir de la terminal provisional de - Tlatelolco, con trazo sobre las calles de Héroes e Insurgentes - Norte. Su futura terminal denominada Zacatenco, estará ubicada en las inmediaciones de los Indios Verdes. Hacia el Sur, la longitud de prolongación será de 5.2 Kms. con 5 estaciones y trazo sobre - la Av. Cuauhtémoc y la Av. Universidad, con terminal provisional - en la estación Zapata, previendo en una etapa posterior su prolongación hacia el Sur.

LINEA 4

La línea 4 que correrá de Norte a Sur, cuenta con una - longitud de 11 Kms. desde la Calzada San Juan de Aragón hasta la - Av. Plutarco Elías Calles, corre sobre las Avs. Inguarán, Impren - ta, Morazán y la Viga, en el lado Este de la ciudad. Está previs - ta su prolongación hacia Ecatepec por el Norte y a Xochimilco por el Sur.

LINEA 5

Correrá de Oriente a Norponiente de la ciudad comunican - do la colonia Pantitlán, colindante con Cd. Nezahualcóyatl, con -

AMPLIACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"

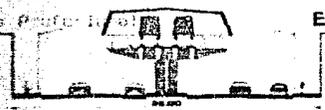


A. Villarreal, C. ...
Técnico Profesional

TIPOS DE LINEA

Fac. de Ingeniería U.N.A.M.

ELEVADO

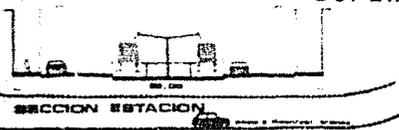


SECCION ESTACION

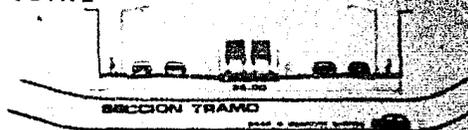


SECCION TRAMO

SUPERFICIAL

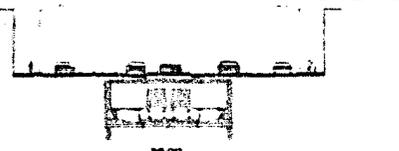


SECCION ESTACION



SECCION TRAMO

SUBTERRANEO



SECCION ESTACION



SECCION TRAMO

FACTORES

• COSTO DE OBRA CIVIL/KM EN MILLONES DE PESOS
 TIEMPO EJECUCION OBRA CIVIL M/MES
 OBSTRUCCION DE VIA PUBL. EN LA EJECUCION
 INTERFERENCIAS MUNICIPALES

CONSERVACION DE OBRA Y EQUIPO
 MANTENIMIENTO DE VIA

PAISAJE URBANO:

ASPECTO ESTETICO
 BARRERA FISICA

DISPONIBILIDAD VIAL SUPERFICIAL FUTURA
 LIBRAMIENTOS VIALES PERPENDICULARES INCLUIDOS

	SUBTERRANEO	SUPERFICIAL	ELEVADO
COSTO DE OBRA CIVIL/KM EN MILLONES DE PESOS	450	150	150
TIEMPO EJECUCION OBRA CIVIL M/MES	100-110	200-200	150-150
OBSTRUCCION DE VIA PUBL. EN LA EJECUCION	TOTAL	PARCIAL	PARCIAL, BAJA
INTERFERENCIAS MUNICIPALES	TOTAL	PARCIAL, BAJA	PARCIAL, BAJA
CONSERVACION DE OBRA Y EQUIPO	BUENA	BUENA	BUENA
MANTENIMIENTO DE VIA	NORMAL	BUENA	NORMAL
PAISAJE URBANO:			
ASPECTO ESTETICO	NO PROBLEMA	NO PROBLEMA	NO PROBLEMA EN BARRERAS
BARRERA FISICA	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE
DISPONIBILIDAD VIAL SUPERFICIAL FUTURA	TOTAL	NECESITA MAS CARRILES	NECESITA MAS CARRILES
LIBRAMIENTOS VIALES PERPENDICULARES INCLUIDOS	NO HAY	LIBRAMIENTOS INCLUIDOS	NO HAY
• SUBTERRANEO INCLUYE:	• ELEVADO INCLUYE:		

las zonas industriales de Vallejo y Tlanepantla. Tiene una longitud de 21.4 Kms. con trazo sobre la Av. Río Consulado, en el límite con el Edo. de México, continúa por la Av. Hangares, toma el trazo del Circuito Interior, desviándose por Paganini antes de llegar a la glorieta de La Raza, continúa por las Avs. de los Cien Metros, Fortuna, Azcapotzalco-La Villa y finalmente toma la radial Parque Vía hasta la colindancia con los municipios de Naucalpan y Tlanepantla. Se ha previsto su ampliación hacia los municipios metropolitanos del Edo. de México.

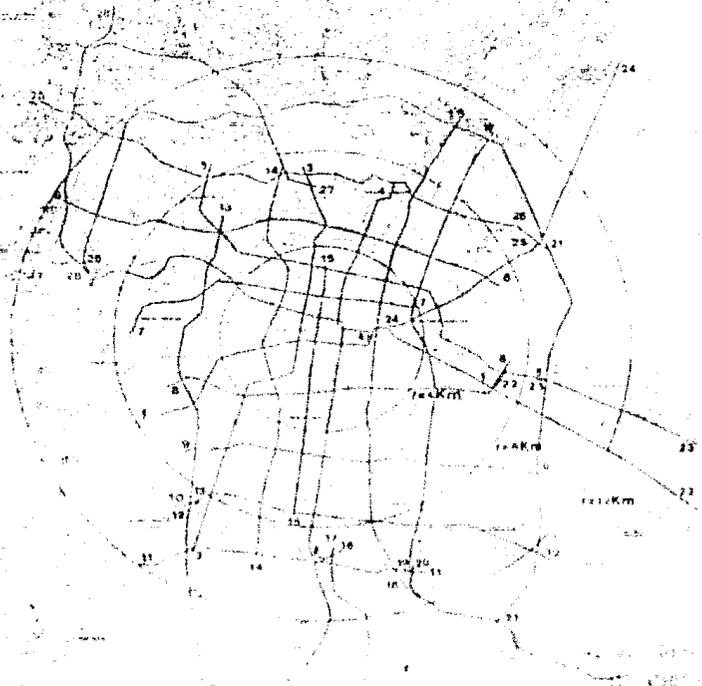
De esta descripción podemos deducir:

- 1.- Se comunican importantes centros de trabajo con grandes núcleos habitacionales.
- 2.- El 67% de la longitud total de las líneas, está en zonas en las que el ingreso familiar es menor de \$5,000.00 mensuales.
- 3.- El 60% de la longitud total corresponde a zonas cuya densidad es mayor de 250 habitantes/hectarea.
- 4.- Las líneas se ubican sobre rutas tradicionales de transporte colectivo y alta variedad de actividades.

Al término de la primera etapa de ampliación, la red --

AMPLIACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"

TRAZOS FACTIBLES DEL METRO
(AREA METROPOLITANA)



CONDICIONES:

- 1. Se extiende a las líneas de transporte colectivo que se indican en el plano adjunto, con una longitud total de 120.0 Km. más o menos.
- 2. Se extiende a las líneas de transporte colectivo que se indican en el plano adjunto, con una longitud total de 120.0 Km. más o menos.
- 3. Tendrán a cubrimiento de las zonas de alta densidad de población y de alta actividad económica.
- 4. Interconectarán las principales zonas de alta densidad de población y de alta actividad económica.
- 5. Permitirán la conexión de las principales zonas de alta densidad de población y de alta actividad económica.

mo sería la insuficiente densidad prevista en una zona, el desarrollo acelerado de otra o bien la elaboración de un Plan de Desarrollo que modifique las políticas adoptadas, por esto es necesaria la periódica revisión de objetivos como característica fundamental del plan para garantizar su consecución exitosa.

CAPITULO I

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA EN EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

Marco Histórico Jurídico.

Departamento del Distrito Federal.

Secretaría de Obras y Servicios.

Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

Comisión Constructora de Ejes Viales.

C A P I T U L O I

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA EN EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

Marco Histórico Jurídico.

Departamento del Distrito Federal.

Secretaría de Obras y Servicios.

Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

Comisión Constructora de Ejes Viales.

MARCO HISTORICO JURIDICO.

Con la Constitución Federal de 1824, dá comienzo la historia constitucional y administrativa del Distrito Federal, debido a un decreto que establece la residencia de los Poderes Federales en la Ciudad de México y cuyo distrito sería el comprendido - en un radio de dos leguas a partir de la plaza mayor, quedando bajo jurisdicción del Gobierno Federal el aspecto político y económico de dicho distrito. El Congreso de la Unión es autorizado, en la Constitución de 1857, para el arreglo interno del Distrito Federal, basándose en que las autoridades políticas, municipales y judiciales fueran elegidas libremente por los ciudadanos.

En 1903, se dicta la Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal, que señala al Presidente de la República para ejercer el Gobierno del Distrito Federal, sin tener la obligación de tratarlo como estado ni otorgarle autoridad ni patrimonio propios. En 1917, se fijan las bases de su organización política y se dispone que el Gobierno del Distrito Federal, esté a cargo de un gobernador, nombrado y removido libremente por el - Presidente de la República, del que dependería; se expide la Ley de Organización del Distrito y Territorios Federales, que estuvo vigente hasta diciembre de 1928 en que entra en vigor la Ley Orgánica del Distrito y Territorios Federales, en donde el órgano de gobierno creado para el Distrito Federal recibe el nombre de Departamento del Distrito Federal. Esta ley estableció las bases ad

ministrativas y de servicios públicos que han venido caracterizando al Departamento del Distrito Federal.

En diciembre de 1941, entra en vigor la Ley Orgánica -- del Departamento del Distrito Federal, en donde se señala que la función legislativa estará a cargo del Congreso de la Unión; el -- Presidente de la República tendrá a su cargo el gobierno de la entidad y lo ejercerá por medio de un funcionario denominado Jefe -- del Departamento del Distrito Federal, nombrado y removido libremente por el Presidente de la República y auxiliado en el desempeño de su cargo por un Consejo Consultivo, Delegados y demás órganos a que se refiere la ley. Se divide al Distrito Federal en la Ciudad de México y doce Delegaciones.

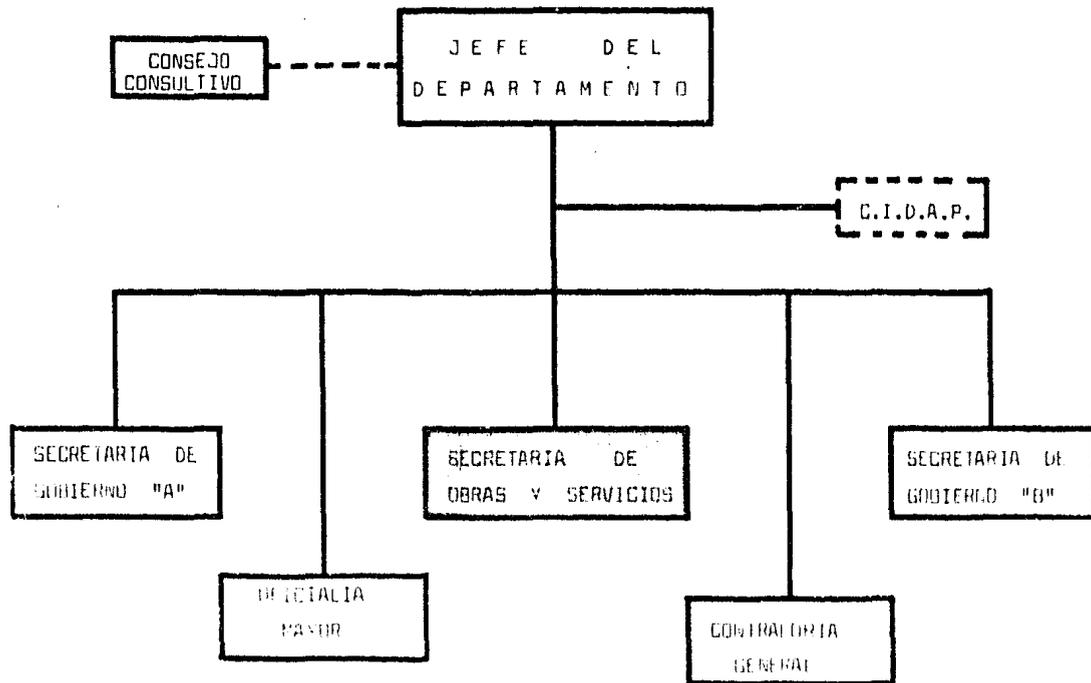
Una nueva ley orgánica entra en vigor en diciembre de -- 1970, con la cual se propone hacer más fluida y ágil la administración pública y facilitar a los habitantes el trámite de asuntos ante las autoridades locales. Se anuncia la desconcentración para buscar una agilidad en los trámites y permitir una relación más directa entre gobernantes y gobernados. Se aumenta a 16 el número de Delegaciones, otorgándoles amplias funciones e importantes poderes de decisión para prestar determinados servicios, sin perder la subordinación a un organismo central en cuanto a jerarquía y autoridad, salvaguardando así la unidad política general de la administración.

En 1978, la ley orgánica sufre modificaciones, reduciendo el número de órganos y redistribuyendo las funciones de la au-

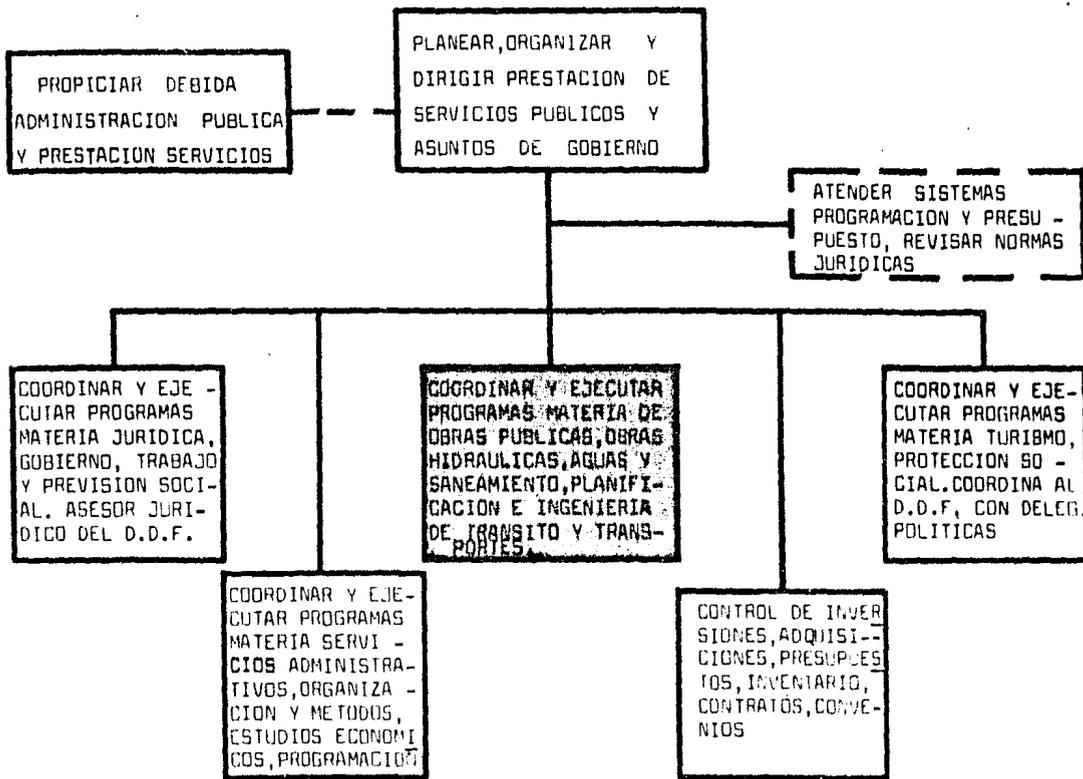
toridad central, esto se hizo con base en un análisis de atribuciones con miras a una mayor y más adecuada solución orgánica y funcional. En esta se establece el mecanismo jurídico que hace posible una mayor desconcentración de servicios públicos en la Ciudad de México, iniciándose así una nueva etapa en la administración pública de la ciudad.

toridad central, esto se hizo con base en un análisis de atribuciones con miras a una mayor y más adecuada solución orgánica y funcional. En esta se establece el mecanismo jurídico que hace posible una mayor desconcentración de servicios públicos en la Ciudad de México, iniciándose así una nueva etapa en la administración pública de la ciudad.

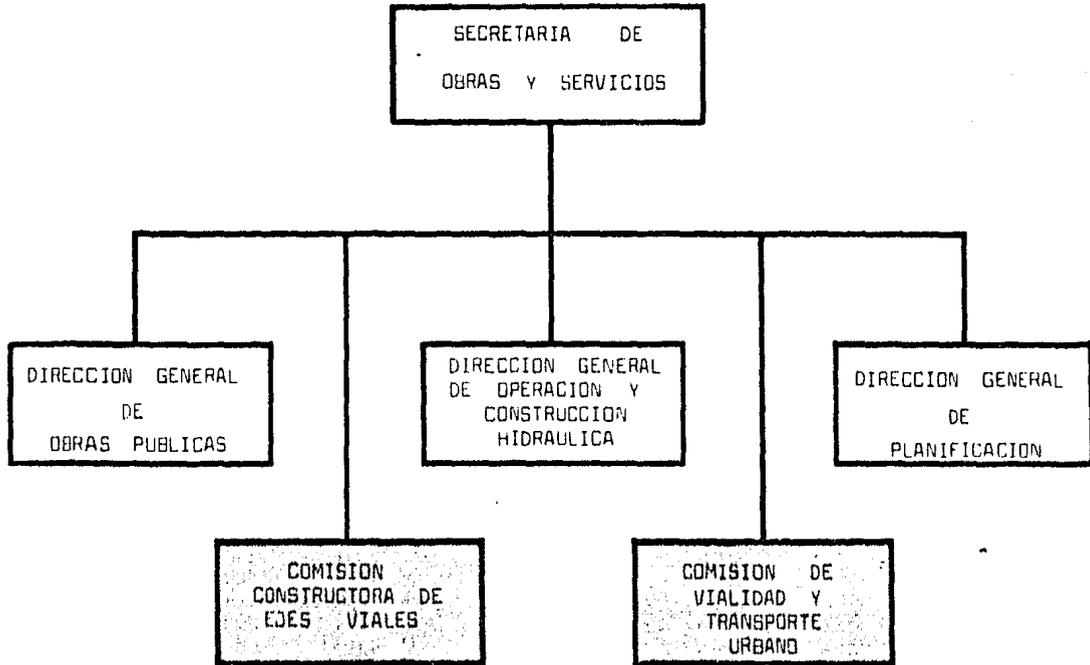
ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL



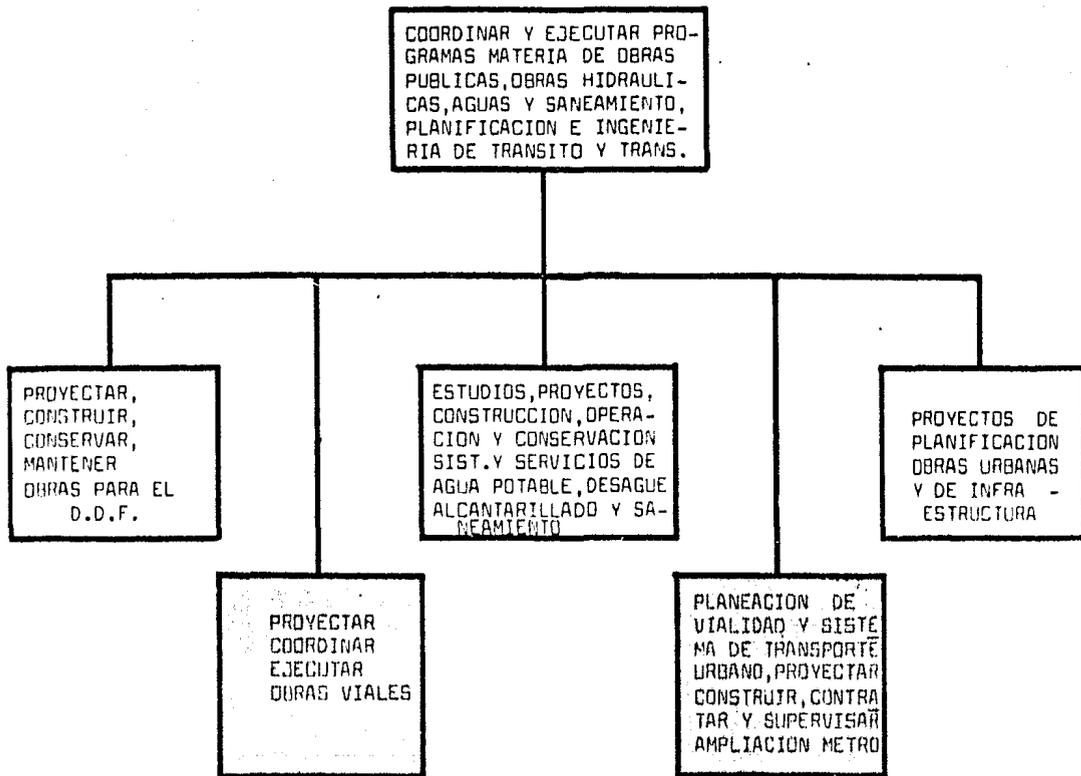
FUNCIONES



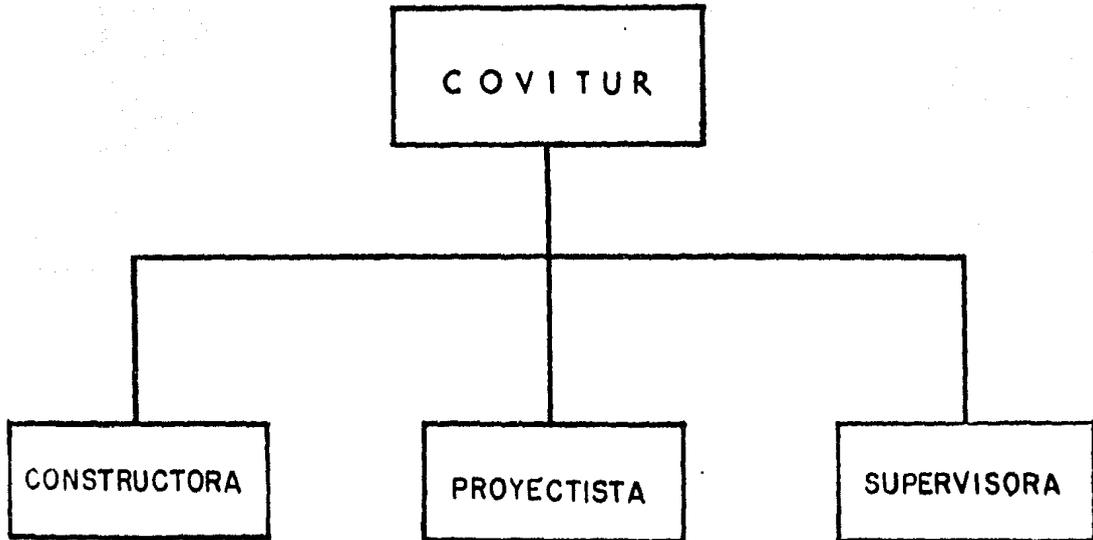
ORGANIGRAMA DE LA SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS



FUNCIONES



ORGANIGRAMA DE
COVITUR.



FUNCIONES

PLANEACION VIALIDAD Y
SISTEMA TRANSPORTE URBANO
PROYECTAR, CONSTRUIR, CON-
TRATAR Y SUPERVISAR OBRAS
AMPLIACION METRO.



COMISION CONSTRUCTORA DE EJES VIALES.

La mala planificación de la ciudad y sus alrededores, - ha ocasionado el desarrollo arbitrario de grandes núcleos habitacionales, gubernamentales, industriales, comerciales, educativos, etc. que obliga a las personas a realizar largos recorridos en su vida diaria; a su vez, el deficiente e insuficiente transporte público, que mueve al 78% de las personas, ha propiciado un aumento en el uso de automóviles particulares, que alcanza ya la cifra de un millón y medio, con incremento anual del 12% en el area metropolitana, ocasionando congestionamientos de tránsito, ruido intolerable, contaminación ambiental peligrosa, irritabilidad de conductores y desesperación de pasajeros, además de otros efectos -- psicológicos y sociales. Por lo mismo, se ha visto la necesidad - de contar con un plan de transporte para el area urbana, que permita mejorar gradualmente las condiciones de transporte.

La restructuración y el diseño de las vialidades es fundamental en este proceso para evitar problemas mayores cuando se lleve a cabo; por éste motivo, se creó la Comisión Constructora - de Ejes Viales, que es un órgano técnico coordinador para el estudio y ejecución de obras viales en el Distrito Federal, cuyos -- principales funciones son las de proyectar, coordinar y ejecutar obras viales, además de coordinar con otras dependencias del Distrito Federal la implantación de medidas de orden técnico y formular planes y programas para la construcción de obras complementa-

rias como estacionamientos, terminales de autobuses, etc.

Así se creó el Plan de Vialidad, que contempla la terminación del Anillo Periférico y el Circuito Interior, contando además con 34 ejes viales, 17 de Oriente a Poniente y 17 de Norte a Sur, diseñados para aumentar la capacidad de vehículos en las arterias, agilizar el transporte de pasajeros y de carga y evitar - que los viajes de tipo secundario o de paso se mezclen con los de carácter primario. Se prevé la ubicación de líneas del Metro, --- tren suburbano, tranvías y trolebuses que coincidan con los ejes viales para llevar a cabo la sustitución de medios cuando la de - manda aumente. Es necesario prohibir el estacionamiento sobre los ejes viales, por lo que simultaneamente deberá realizarse un programa de construcción de estacionamientos que replacen los lugares suprimidos en la vía pública y que induzcan a los propietarios -- rios de automóviles a emplear el transporte colectivo para entrar a la zona centro de la ciudad.

Como obras complementarias, se instalará un nuevo sistema de semáforos sincronizados electronicamente por computadoras, - se reducirán las líneas elevadas de alta tensión, telégrafos, teléfonos y otras, se instalará alumbrado público nuevo, árboles, - señalamientos, banquetas, guarniciones y pavimentos. Se ordenará la nomenclatura y sentido de circulación de las calles de la ciudad..

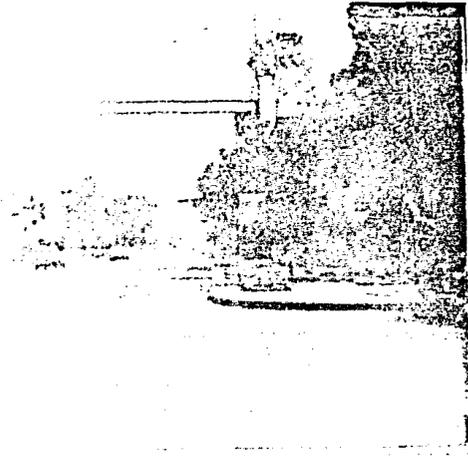
El resultado de la realización del plan se aprecia al - observar los porcentajes con los que participan cada uno de los -

rias como estacionamientos, terminales de autobuses, etc.

Así se creó el Plan de Vialidad, que contempla la terminación del Anillo Periférico y el Circuito Interior, contando además con 34 ejes viales, 17 de Oriente a Poniente y 17 de Norte a Sur, diseñados para aumentar la capacidad de vehículos en las arterias, agilizar el transporte de pasajeros y de carga y evitar - que los viajes de tipo secundario o de paso se mezclen con los de carácter primario. Se prevé la ubicación de líneas del Metro, --- tren suburbano, tranvías y trolebuses que coincidan con los ejes viales para llevar a cabo la sustitución de medios cuando la de - manda aumente. Es necesario prohibir el estacionamiento sobre los ejes viales, por lo que simultaneamente deberá realizarse un programa de construcción de estacionamientos que remplacen los lugares suprimidos en la vía pública y que induzcan a los propietarios de automóviles a emplear el transporte colectivo para entrar a la zona centro de la ciudad.

Como obras complementarias, se instalará un nuevo sistema de semáforos sincronizados electronicamente por computadoras, - se reducirán las líneas elevadas de alta tensión, telégrafos, teléfonos y otras, se instalará alumbrado público nuevo, árboles, - señalamientos, banquetas, guarniciones y pavimentos. Se ordenará la nomenclatura y sentido de circulación de las calles de la ciudad..

El resultado de la realización del plan se aprecia al - observar los porcentajes con los que participan cada uno de los -



Nueva señalización.



Nueva fisonomía.

medios de transporte en el total de viajes-persona-día en la actualidad y para 1980, en que deberá terminarse la construcción de los ejes viales.

Transporte.	1977	1980
Autobuses Urbanos.	46%	39%
Metro.	9%	15%
Tranvías y Trolebuses.	3%	4%
Taxis.	12%	13%
Autos Particulares.	22%	25%
Otros.	8%	4%
	<hr/>	<hr/>
	100%	100%

El Plan de Vialidad y Transporte, deberá cumplir los siguientes objetivos:

- 1.- Disminuir tiempos de recorrido, aumentando la seguridad y comodidad.
- 2.- Mejorar la accesibilidad, creando más opciones de traslado a los centros de trabajo, recreación y servicios para democratizar el transporte.
- 3.- Proporcionar una reestructuración urbana y un ordenamiento en el uso de suelo, que implique una mejor prestación de servicios urbanos.

- 4.- Tratar de que la infraestructura vial para --
los medios de transporte con motores de com -
bustión, sean lo más eficiente y expedito po-
sible, a fin de disminuir la contaminación am
biental.
- 5.- Optimizar el uso de los diversos medios de --
transporte y la infraestructura existente.

Es necesario entonces que para integrar el Plan Rector-
de Vialidad y Transporte, se desarrollen cada uno de los subsistem
as que lo componen y de los cuales el Metro por sus característica
s de operación debe constituir la columna vertebral del plan.

CAPITULO II

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

Generalidades.

Operación y mantenimiento.

GENERALIDADES.

Como consecuencia de la explosión demográfica existente en la Ciudad de México, que se ve reflejado en un alto índice de crecimiento de la población, se multiplican y agravan los diversos problemas a los que se enfrenta la ciudad. Uno de los problemas que mayores dificultades presenta es el transporte.

Siempre se pensó que afrontar el problema del transporte era una obra de proporciones insuperables, se habían dado soluciones parciales, por medio de vías rápidas periféricas, que remediaban la situación en un radio de acción que no penetraba en los ejes fundamentales, la congestión y los aglomeramientos crecían en la zona céntrica de la ciudad, colaborando así en el desquiciamiento del tránsito de las zonas circunvecinas.

En octubre de 1966, con el fin de buscar una solución al problema, se constituyó el Comité Consultivo del Transporte, el cual estudió los distintos aspectos de la vialidad de proyecto especialmente los análisis estadísticos y la solución de transportación masiva en vía libre, tanto de superficie, elevadas, subterráneas a baja profundidad y profundas. Al término de los estudios, se llegó a la conclusión de que el tren subterráneo, conocido como "Metro", era el más adecuado a las condiciones prevalentes en el Distrito Federal, calles estrechas y traza irregular en la zona conflictiva del centro.

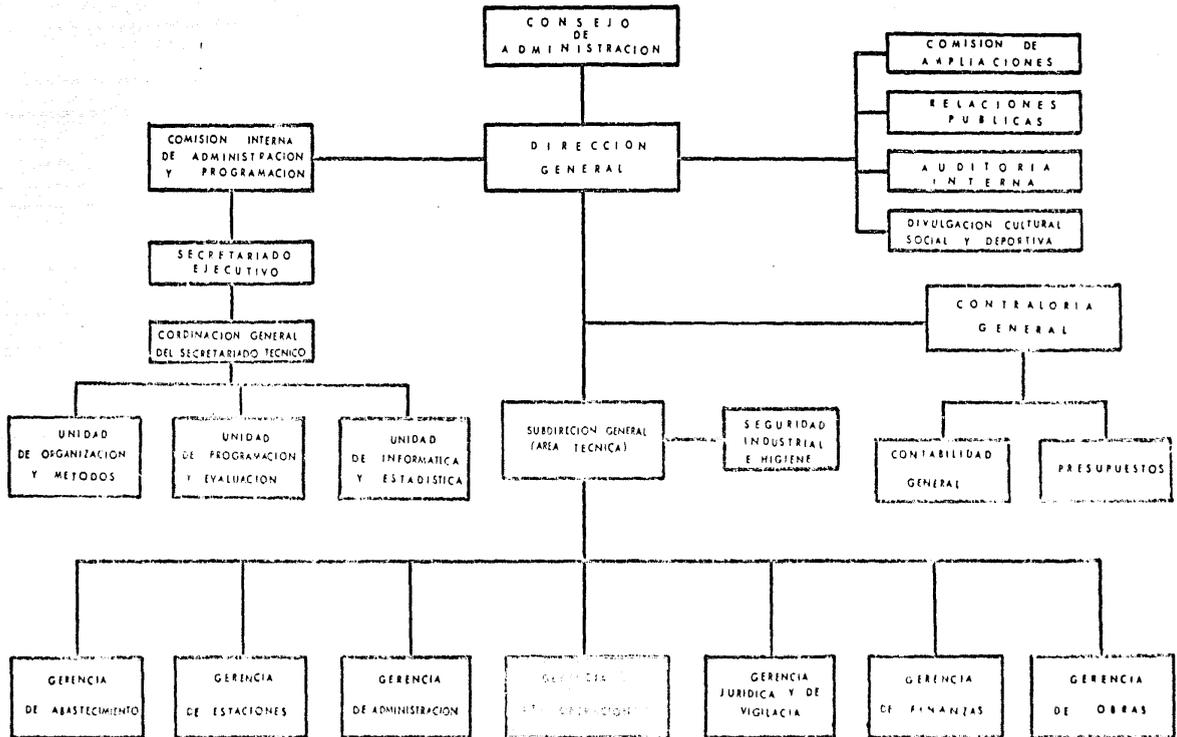
El 19 de abril de 1967, se constituye el organismo público

blico descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo, cuyas funciones serían las de construir, operar y dar mantenimiento a las instalaciones y equipo del nuevo sistema de transporte. Quedó establecido que la primera etapa de construcción constara - de tres líneas y que el Departamento del Distrito Federal, absorviera el costo total de la obra civil; o sea, que al fijar la tarifa unicamente se tratase de recuperar o amortizar el costo del equipo y el gasto de operación, a fin de que realmente fuese un - servicio adecuado a los sectores populares.

El 19 de junio de 1967, se dan por iniciadas las obras de construcción; el día 5 de septiembre de 1969, la línea uno, - que cruza la ciudad de Oriente a Sur-poniente, partiendo del cruce formado por la Calzada Ignacio Zaragoza con Avenida Rio Churubusco, terminando en los terrenos situados al Norte de la Ciudad - Santa Fé y la Avenida Observatorio, fué inaugurada, en el tramo - Zaragoza - Chapultepec, iniciando así una nueva época en el transporte.

Para el año de 1970, la línea dos que parte de Tasqueña y llega a Tacuba y la línea tres que une el Hospital General con - Tlatelolco, quedaron terminadas; en junio de 1972, se pone en funcionamiento el tramo Juanacatlán - Observatorio, tramo final de - la línea uno, quedando concluida la primera etapa de construcción. Esta primera etapa cuenta con 48 estaciones, tres de ellas de co - rrespondencia, distribuidas en tres líneas que ocupan una longi - tud total de 41.52 Kms.

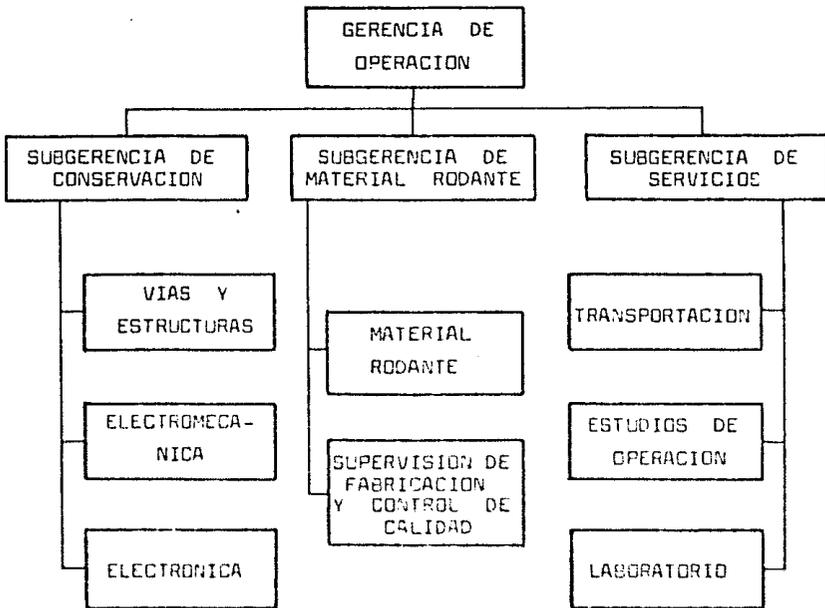
ORGANIGRAMA DEL SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO.



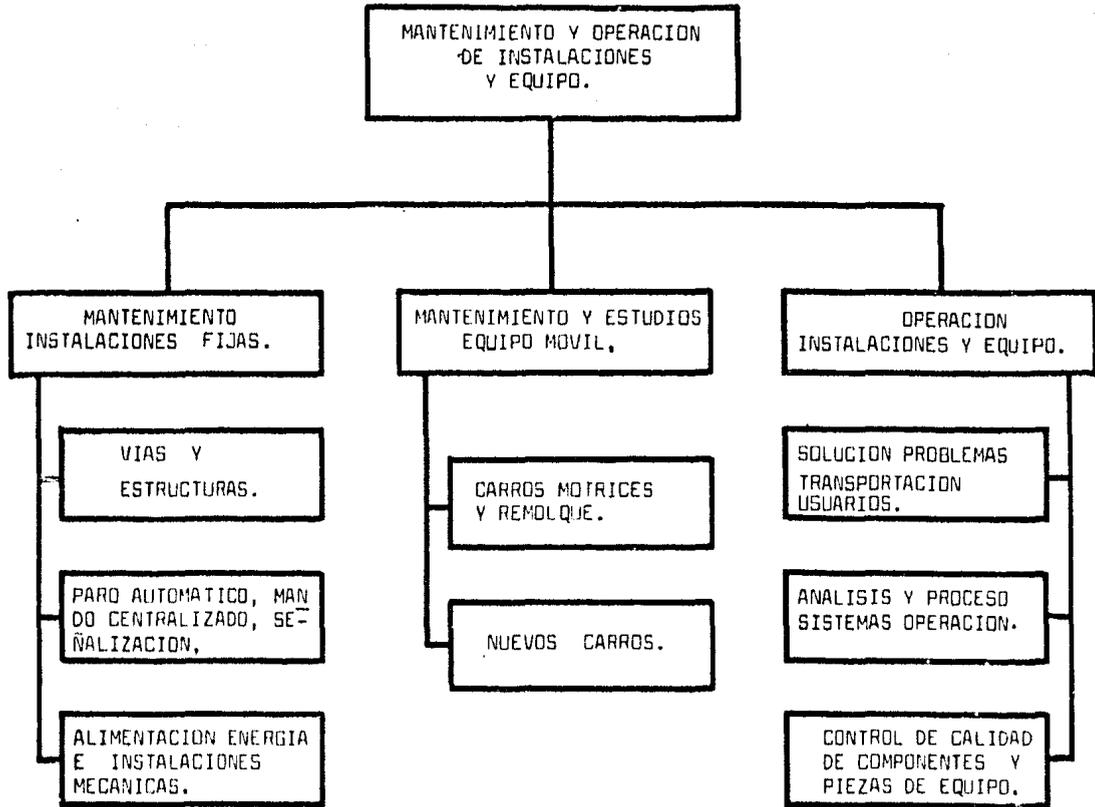
OPERACION Y MANTENIMIENTO.

Uno de los aspectos importantes en la aplicación de un sistema de transporte, es la planeación de la operación, así como la correcta utilización de los recursos que permitan ofrecer un servicio eficiente y continuo; ésta responsabilidad recae sobre la Gerencia de Operación.

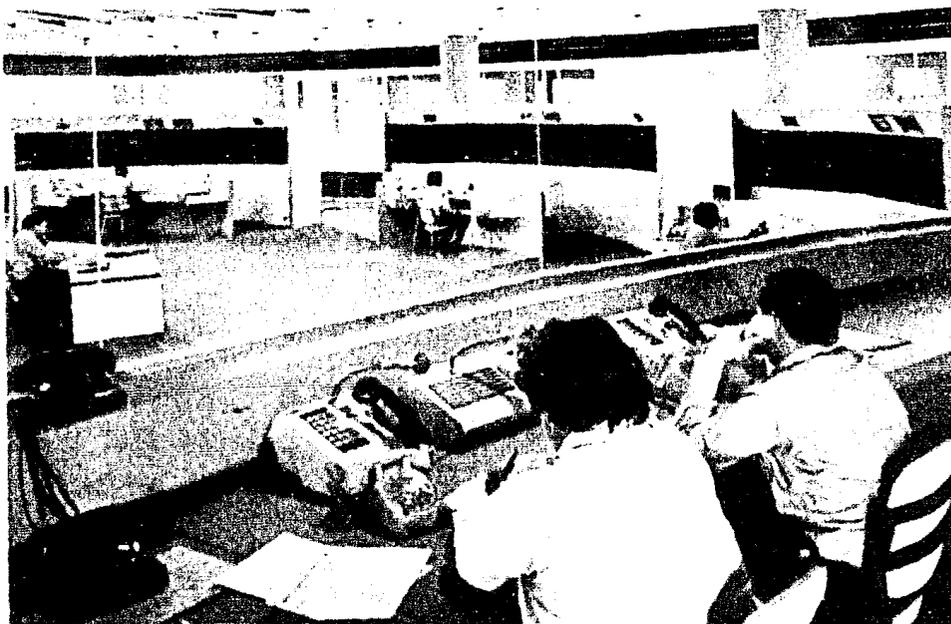
ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE OPERACION



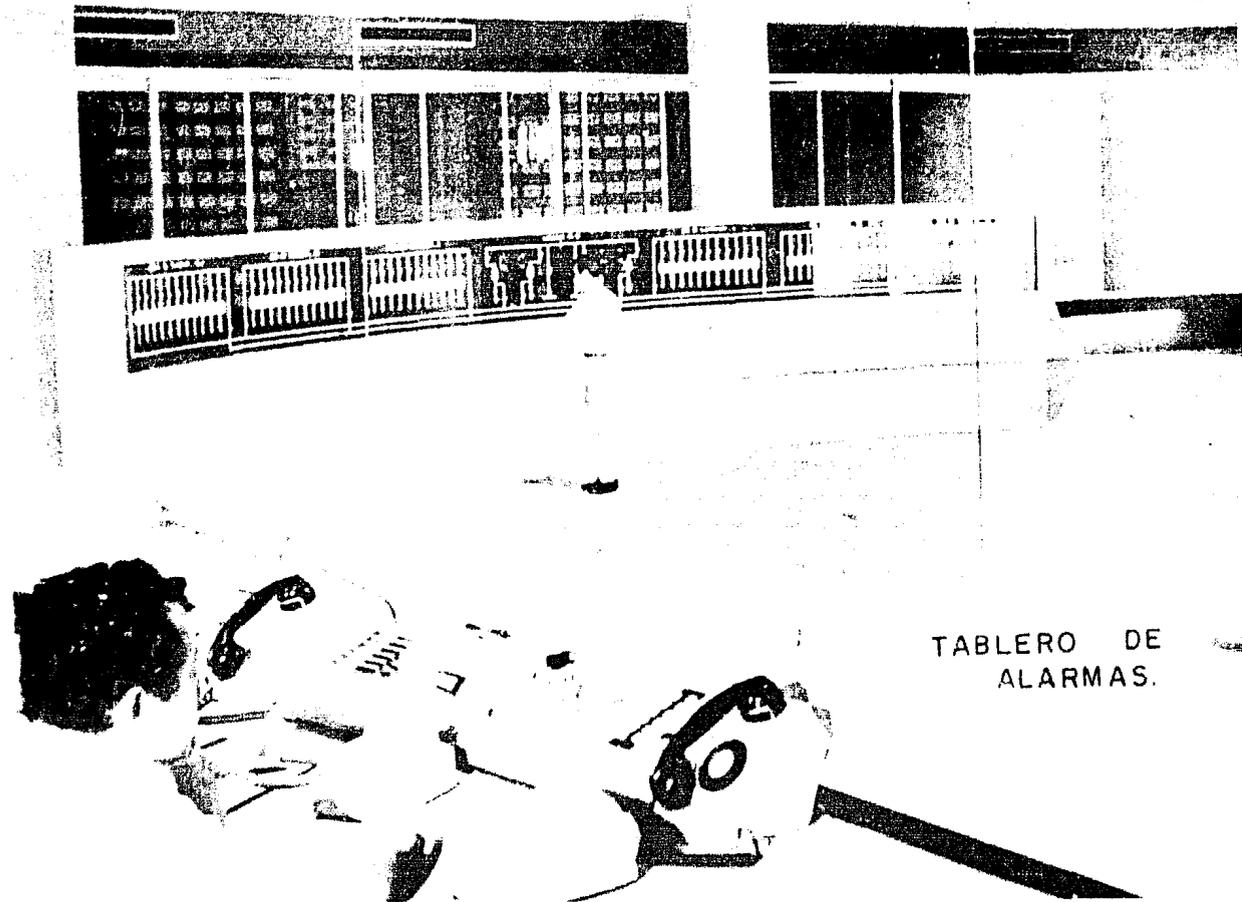
FUNCIONES



El centro nervioso del sistema, es el Puesto Central de Control, en donde se localizan los Tableros de Control Optico. En estos, se tienen indicados por medio de señales luminosas, todos y cada uno de los elementos que se encuentran en la línea como es taciones, posición de trenes, señales de vía, cambios de vía, vías primarias y secundarias, con esto es posible tener un control-total de cada línea. Además existe un Tablero de Alarmas en donde se registran las fallas en neumáticos, escobillas, alimentación - de tracción, tramo de protección y cortes de emergencia.



Tableros de Control Optico.



TABLERO DE
ALARMAS.

Los trenes están localizados en el Tablero de Control -
Optico por un foco rojo, que se enciende conforme el tren va avan-
zando y ocupando un tramo de vía, conocido como circuito de vía;-
a medida que el tren avanza va señalándose en el tablero de refe-
rencia el número con el cual circula y que es registrado al salir
de la terminal. La línea representada en el Tablero de Control Op-
tico se divide en zonas y éstas a su vez en secciones, con lo que
al suceder algún percance, se puede aislar rápidamente el tramo a-
fectado. Como complemento del Tablero de Control Optico tenemos -
el Pupitre del Regulador, en el que estan los botones de itinerarios
que llevan a cabo el movimiento de los aparatos de vía, con-
los que se traza la ruta a seguir por los trenes; existe un con-
trol para cada terminal y servicio provisional. También localiza-
mos en el Pupitre del Regulador los teléfonos de maniobra, encon-
trándose uno antes de cada aparato de vía; el radioteléfono de co-
municación con trenes que circulan en línea, se encuentra dividi-
do según las zonas en que este dividida la línea, por medio de él
los operadores reportan las averías que sufren. Por cada una de -
las líneas existe una Programadora de Tráfico, que controla la en-
trada y salida de trenes en las terminales.

Dentro del Puesto Central de Control encontramos el Cen-
tro de Comunicaciones, formado por teléfonos de comunicación in-
terna y directos, desde los cuales se tiene contacto inmediato -
con la Policía, Bomberos y Cruz Roja; cuenta además con sonido lo-
cal para todas las estaciones o para una en particular y con un -

tablero de alarma contra robo de taquillas, que funciona al ser accionado un dispositivo especial.

Desde el Puesto Central de Control, con ayuda del Centro de Comunicaciones y del Tablero de Control Optico, se vigilan y ponen en práctica todas las medidas para dar seguridad, tanto a los usuarios como al personal que labora en las líneas y a los propios trenes.

A lo largo de toda la línea se encuentran distribuidos los ruptores de corriente, cuando es accionado uno de ellos, se produce un corte de corriente en la zona correspondiente señalándose en el tablero con una línea roja que indica la ausencia de tracción en las barras guía. La palanca de emergencia colocada en el interior de los trenes, provoca su frenado automático al ser accionada y es necesario que dicho ruptor sea rearmado por el conductor para que el tren pueda continuar su marcha. Otra medida de seguridad, es el manipulador del conductor, consistente en un arillo que éste debe ir jalando, en caso de ser soltado el tren se parará inmediatamente.

Todos los trenes van provistos de un captor y si el conductor rebasa la velocidad permitida en línea o se pasa una señal en alto total, el tren se detendrá totalmente, pudiendo avanzar solamente que el Puesto Central de Control le restablezca el servicio. La señalización esta hecha de tal manera que conforme un tren avanza van quedando tras él dos señales en alto, evitándose así un posible alcance entre trenes.

Como consecuencia del cambio en las condiciones de operación, es necesario sustituir, adaptar o crear nuevos sistemas de operación en las instalaciones del Metro. Para satisfacer la creciente demanda de usuarios, es necesario que el intervalo entre trenes sea menor, lograr en los mismos tramos de línea tiempos de recorrido iguales para todos los trenes y tener un control automático de las perturbaciones que se presenten en la circulación de los mismos, debido entre otras causas al exceso de usuarios en los andenes, lo indicado anteriormente no es fácil de lograr con conducción manual, ya que cada operador conduce en forma diferente, además que al ser menor la separación entre trenes debe incrementarse la seguridad.

Estos razonamientos condujeron a la instalación del Sistema de Pilotaje Automático y al Sistema de Regulación Automático en Línea.

El Sistema de Pilotaje Automático es un sistema moderno de operación y control de trenes, con el que se puede cumplir con los siguientes objetivos:

- a.- Duración de recorrido en una interestación, idéntica para todos los trenes.
- b.- Intervalos de 100 segundos entre trenes.
- c.- Valores de aceleración y desaceleración adecuados a la economía del material rodante y al consumo de energía.
- d.- Incremento en la seguridad.

En el sistema aprobado para incorporarse al Metro, cualquier avería o anomalía provoca la parada inmediata del tren afectado, por lo que se le conoce como de "seguridad intrínseca" o "seguro si falla": Consiste en un programa de marcha, registrado permanentemente en alguno de los elementos de la vía y es recibido en los trenes por medio de captadores, ofrece gran flexibilidad, ya que la conducción de los trenes puede ser aplicada de cinco maneras distintas que son:

- a.- Pilotaje Automático. Mediante una orden de inicio de marcha dada por el conductor, el sistema provoca el arranque del tren, evita sobrelocidades, lo detiene ante señales de alto, lo detiene en el punto normal de paro en estaciones y controla el lado de apertura de puertas.
- b.- Conducción Manual Controlada. El operador realiza las órdenes de marcha, vigila y respeta las señales y límites de velocidad, abre puertas, etc. Si se infringen las condiciones impuestas por el Sistema de Pilotaje Automático, el tren para inmediatamente. Este tipo de conducción se puede emplear en servicio normal y mantener así los reflejos de los operadores.
- c.- Conducción Manual Limitada. Todas las órdenes de marcha son realizadas por el conductor. La velocidad de línea está limitada a 60 Kms./hr.

y en las zonas de maniobra a 25 Kms./hr. si se exceden estas velocidades o se rebasa una señal en alto el tren para automáticamente.

d.- Conducción Manual Restringida. Las órdenes de marcha son dadas por el conductor, pero la velocidad máxima está controlada automáticamente a 35 Kms./hr. y en caso de ser rebasada, el tren se detiene.

e.- Conducción Libre. En este caso la velocidad está limitada a 35 Kms./hr. No tiene protección de paro automático. Se emplea para sacar de línea un tren averiado.

Se ha demostrado que con conducción manual, el intervalo entre trenes no es posible bajarlo más allá de 120 segundos, lo que permite una capacidad de transporte de 45,000 pasajeros/hr por vía; con pilotaje automático se ha logrado bajar el intervalo entre trenes a 95 segundos, permitiendo una capacidad de 57,000 pasajeros/hr. por vía.

La función del Sistema de Regulación Automática en Línea, es garantizar una perfecta fluidez de tráfico, conservando en cualquier instante el intervalo entre trenes, o en caso de una perturbación importante en la marcha de uno de ellos, asegurar la regularidad del tráfico, reduciendo así la trasendencia de la falla y disminuyendo el efecto de acumulación de usuarios en los andenes. Este sistema puede funcionar con pilotaje manual, en donde

la acción de los trenes se lleva a cabo por medio de la operación automática de las señales de Despacho Bajo Orden y la indicación de marcha tipo. Si una línea cuenta con el Sistema de Pilotaje Automático, los dos sistemas quedan estrechamente ligados, correspondiendo al de Regulación Automática en Línea el inicio del proceso de salida y la selección del programa de marcha tipo, para cada tren en cada subestación de la red del Metro.

Se estima que para el último trimestre de 1978, ambos sistemas estarán totalmente listos para ser operados, aumentando considerablemente la capacidad de transporte diario.

Para la correcta planeación de la operación de un sistema de transporte, se requieren conocer las condiciones prevalentes, basados en el estudio estadístico de las variaciones de cada uno de los factores que intervienen en la operación como son pasajeros transportados, kilómetros recorridos, carros en servicio y energía consumida, estos factores son conocidos como Índices Básicos de Operación que demuestran objetivamente la utilización de recursos físicos y humanos con que cuenta el sistema para su operación.

Considerando a través del tiempo el comportamiento de los índices de operación, es posible determinar su tendencia estableciendo las condiciones que se tendrán en un futuro próximo. Es posible conocer el rendimiento del Metro comparando varios años de operación o bien comparando sus resultados de operación con los obtenidos por otros sistemas del mundo.

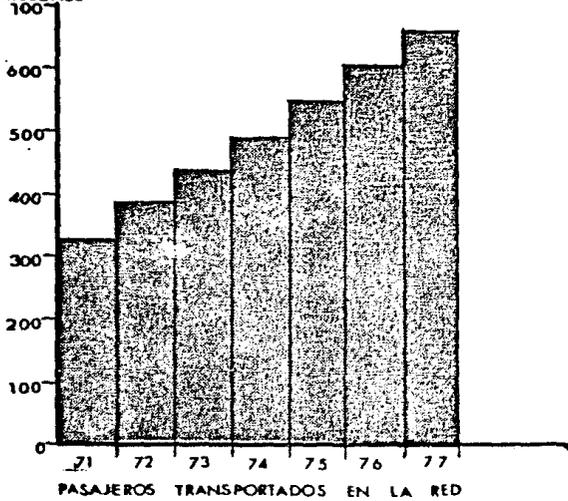
En seguida se presentan los índices de operación obtenidos de 1971 a 1977, es importante observar que la demanda anual del Metro aumenta en un promedio de 55 millones de pasajeros, que representa aproximadamente un 12 % de incremento.

INDICES DE OPERACION

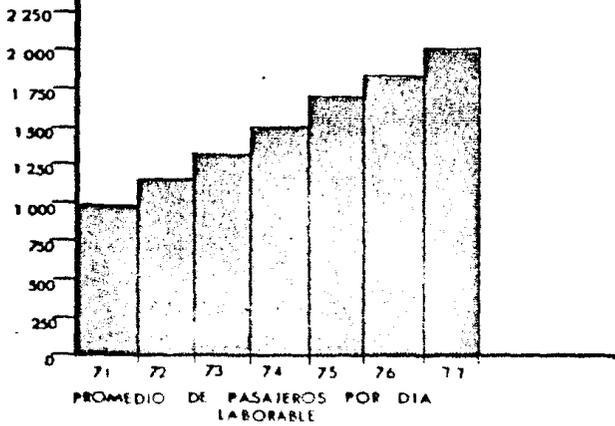
CONCEPTO	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
PASAJEROS TRANSPORTADOS EN LA RED	325,900,204	389,154,438	437,222,460	492,356,479	551,348,156	604,790,353	659,808,574
PROMEDIO DE PASAJEROS POR DIA LABORABLE	978,869	1,154,391	1,316,717	1,500,580	1,692,579	1,844,016	2,018,836
EFICIENCIA MAXIMA EN UN DIA	18-DIC. 1,220,927	16-DIC. 1,398,895	4-SEP. 1,521,581	13-SEP. 1,722,322	29-SEP. 1,892,980	15-NOV. 2,100,225	15-DIC. 2,277,519
PASAJEROS POR KM. DE LINEA EXPLOTADA	9,158,759	10,836,636	11,855,599	13,190,004	14,770,364	16,202,056	17,679,760
KILOMETROS RECORRIDOS	6,970,742	6,683,456	6,584,409	6,793,329	6,781,554	6,885,129	7,567,450
PASAJEROS POR KILO - METRO RECORRIDO	47.18	58.22	66.40	72.47	81.30	87.84	88.00
TOTAL DE CARROS	537	537	537	537	537	591	735
INDICE DE PASAJEROS POR CARRO - KM.	5.9265	6.4690	7.3780	8.0529	9.0335	9.7660	9.800
PASAJEROS POR CARRO - AÑO	612,477	724,692	814,194	916,865	1,044,523	1,023,331	837,700
KILOMETROS RECORRIDOS POR CARRO - AÑO	118,140	113,278	111,600	115,141	116,958	105,925	141,126
INDICE PASAJEROS POR KM. DE LINEA EXPLOTADA	1,736,260	2,113,651	252,223,000	262,411,000	20,810,000	256,506,000	281,829,000
INDICE PASAJEROS POR KM. DE LINEA EXPLOTADA - AÑO	0.3226	0.6337	0.5768	0.5150	0.4731	0.4241	0.4276

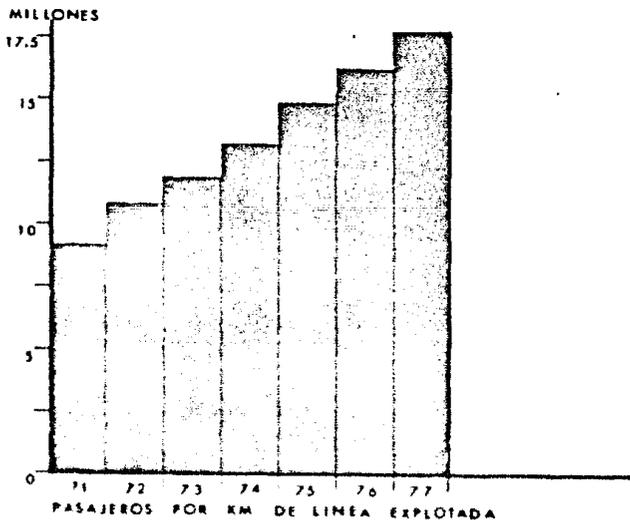
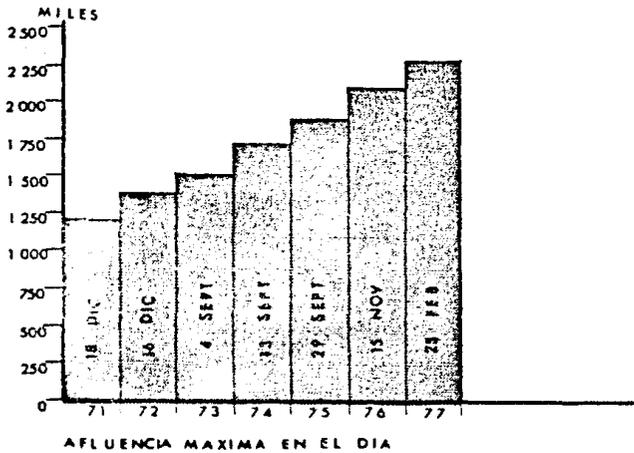
INDICES DE OPERACION

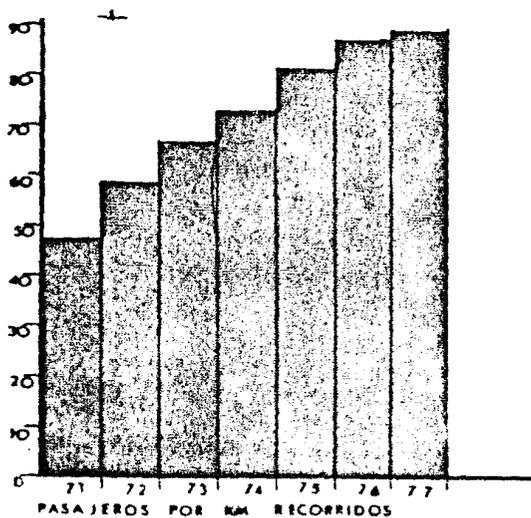
MILLONES

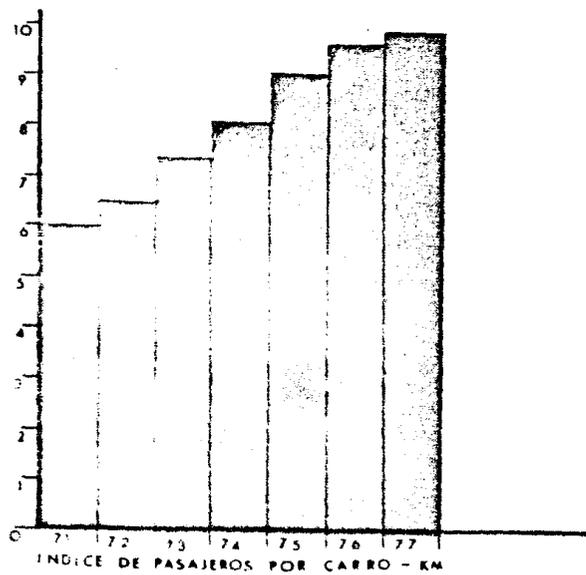
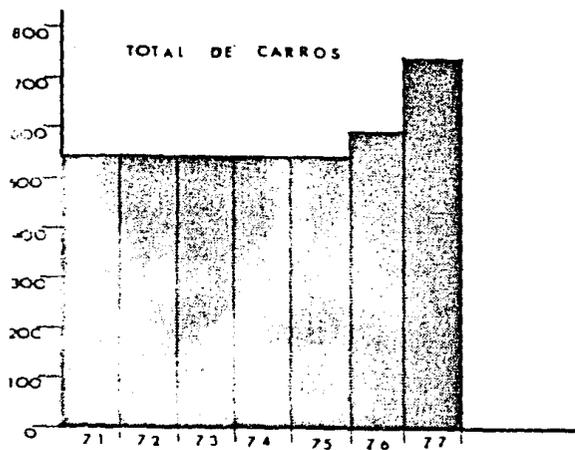


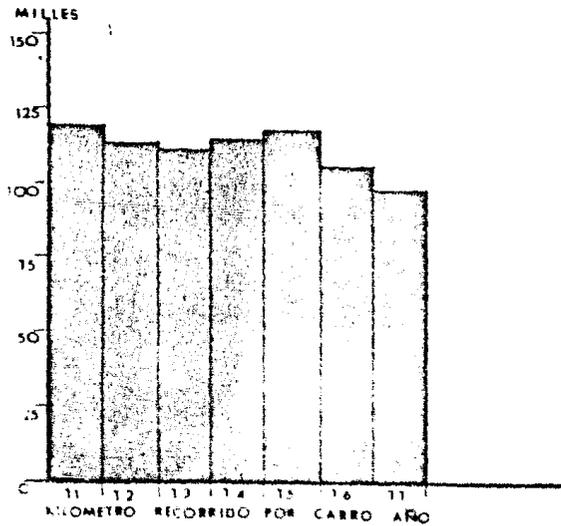
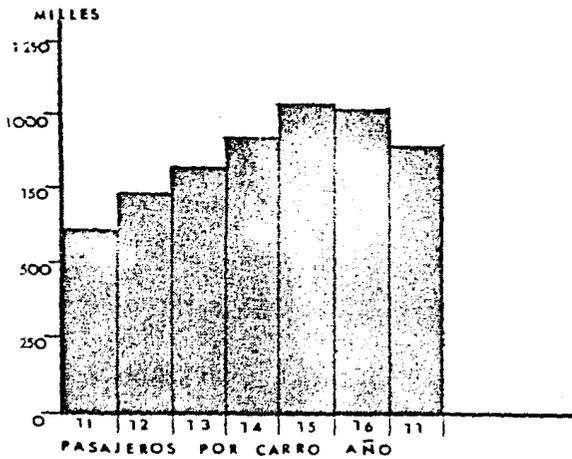
MILES

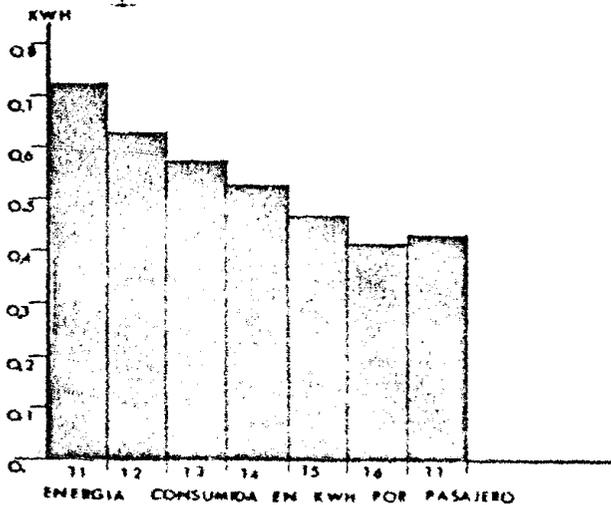
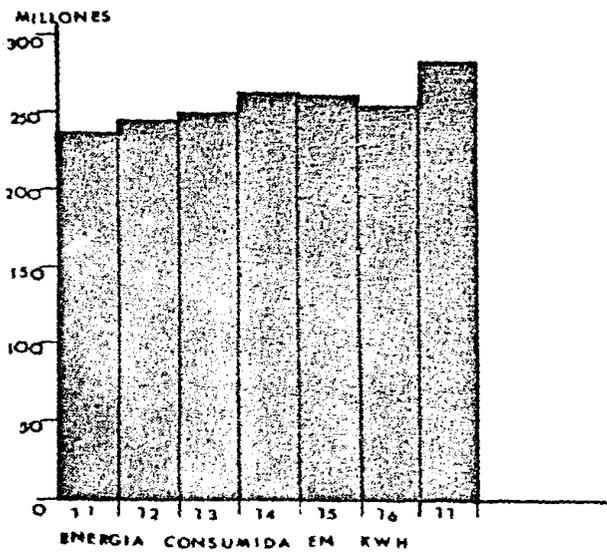












Haremos ahora una comparación entre la operación del Metro de México y la de otros Metros del mundo.

Nuestro Metro transportó durante 1976, la cantidad de - 604 millones de usuarios en tres líneas, 591 carros y 37.32 Kilómetros de servicio, así podemos ver que:

- 1.- El Metro de París transporta aproximadamente a 1,100 millones de usuarios, en una red de 16 - líneas, 3,842 carros y 145 Kilómetros de servicio. Al hacer la comparación con el de México, observamos que éste transporta poco más de la mitad de usuarios que el de París, con una -- quinta parte de longitud y un número de carros equivalente al 15 %.
- 2.- El Metro de Nueva York transporta 1,200 millones de usuarios al año, con una red de 26 líneas, 395 Kilómetros en servicio y 6,998 carros. El de México transporta la mitad de usuarios con menos de la décima parte de longitud y con un número de carros equivalente al 8.4 %
- 3.- El Metro de Londres transporta aproximadamente la misma cantidad de usuarios que el de México con una longitud once veces mayor, 414 Kilómetros en servicio y con un número siete veces mayor de carros.
- 4.- El Metro de Hamburgo transporta aproximadamen-

te 220 millones de usuarios al año, es decir - la tercera parte de lo que transporta el de México, pero con 2.5 veces más Kilómetros en servicio, 91.3 Kilómetros y con 40 % más de carros.

En lo que respecta à los Kilómetros recorridos por carro-año, tenemos:

Ciudad	Indice
México	106,000
Nueva York	82,100
Londres	76,000
Hamburgo	64,700
París	52,800

Con las instalaciones fijas y el equipo rodante de origen, 59 trenes en servicio, y tomando en cuenta el patrón de viajes establecido, se determinó que la saturación del sistema se alcansaría con una afluencia diaria de 1,400,000 usuarios, cifra ala que se llegó en el mes de junio de 1973; a partir de esta fecha fué presentandose un sobrecupo considerable. Al poner en circulación 99 carros más, la capacidad total de transporte ascendió a 2,361,000 pasajeros por día, para agosto de 1977 el lote llegó- a 76 trenes permitiendose ofrecer una capacidad total de transporte de 2,796,000 usuarios. Se espera que para fines de 1978, la capacidad de transporte ofrecido llegue a 3,210,000 pasajeros por día. Esto será posible debido a los modernos sistemas de operación.

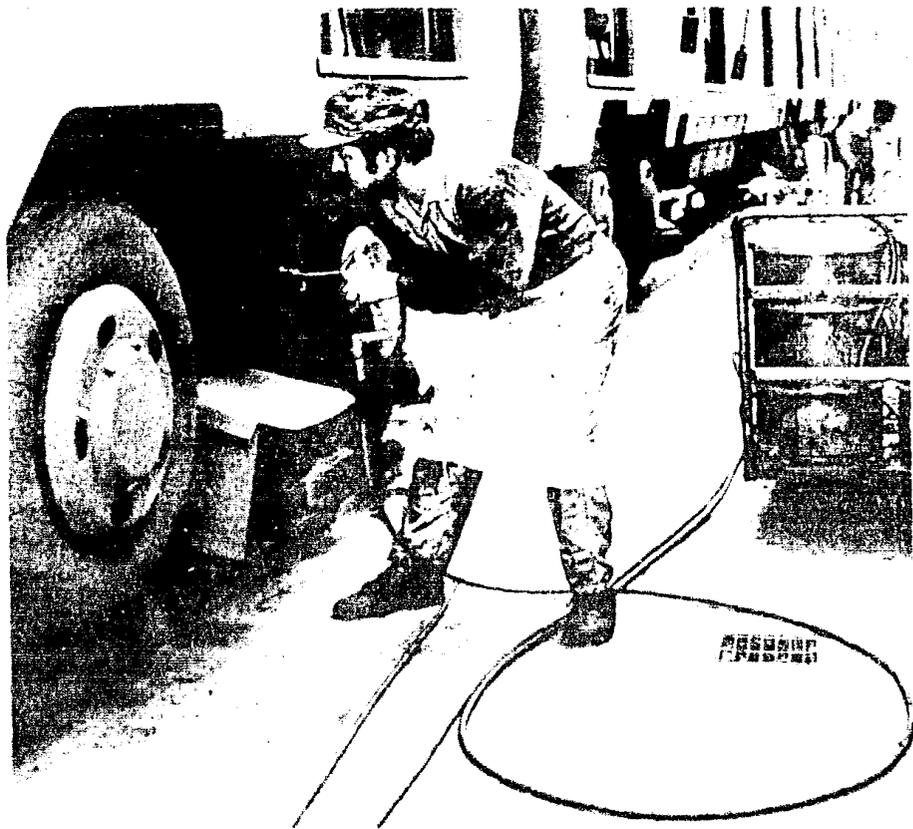
ción automática y a un número mayor de carros en servicio, también hay que tomar en cuenta las ampliaciones que se llevan a cabo en las rutas existentes y las nuevas líneas que se pondrán en servicio en un futuro próximo.

Los equipos eléctricos y electromecánicos, así como las instalaciones fijas y equipo rodante, necesitan ser sometidos a un mantenimiento regular, para evitar de esta manera, posibles fallas que pudiesen ocasionar un accidente de consecuencias graves. El mantenimiento que se presta a los equipos puede ser de dos maneras diferentes, una es la revisión periódica para preveer con anticipación cualquier falla que pudiera presentarse y la otra en el momento de presentarse la avería, con el fin de solucionar el problema; la situación ideal sería la de emplear unicamente el -- mantenimiento preventivo, solo que en la realidad esta situación no es posible de lograr, ya que la vida útil de partes y componentes de los equipos no es siempre la misma.

Cuando es necesario que los trenes trabajen con sobrecupo, la suspensión, barra de torsión, así como el chasis del bou qui, se ven sometidos a esfuerzos mayores y las llantas sufren un desgaste prematuro. En consecuencia, a fin de eliminar los efectos del sobrecupo, los trenes se someten a dos tipos de mantenimiento, uno mayor y el otro menor.

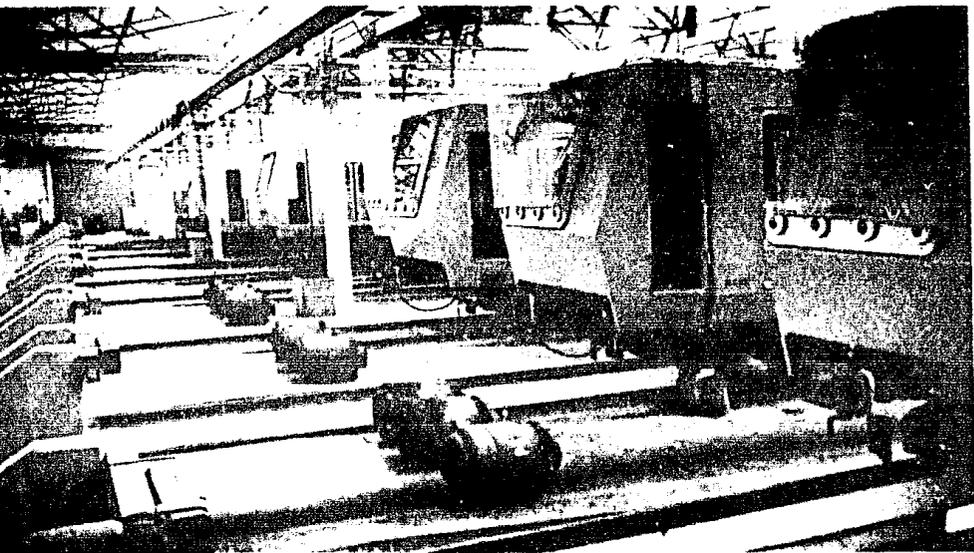
En los talleres de mantenimiento menor se llevan a cabo dos actividades distintas, la primera es un mantenimiento sistemático que se realiza aproximadamente cada 7,000 Kilómetros y en -- donde se actua específicamente sobre determinados componentes o piezas del tren, o sea que es un mantenimiento cíclico en el cual se verifican niveles de aceite, agua, batería, estado de las llantas, asientos, lamparas, hules de puertas, etc. evitando con esto

una falla mayor. La otra actividad, es la de lavado y limpieza de trenes, tanto por el exterior como por el interior.



Mantenimiento menor.

En los talleres de mantenimiento mayor, se realiza la - llamada revisión general, que es una revisión profunda de todos - los componentes de un carro, es llevada a cabo con una periodicidad de 400,000 Kilómetros para los carros remolque y de 300,000 - Kilómetros para los carros motrices, impidiendo de esta manera, - en gran parte, que se produzcan averías en los carros debido a la fatiga de sus componentes. En éste tipo de mantenimiento, se revisan los motores de tracción, sistema de freno, escobillas, ruedas guía, ruedas de seguridad, etc.



Mantenimiento mayor.

Debido al desplazamiento de los trenes y a las alteraciones naturales existentes en el perfil de las líneas, las vías son revisadas constantemente y efectuados los trabajos necesarios de compactación y nivelación en toda la red. Las instalaciones mecánicas como bombas, ventiladores, alimentación de energía, y las instalaciones electromecánicas como señalización, sonido, sistemas de acceso, sistema de control de circulación de trenes, etc. - también se revisan cuidadosamente, evitando con esto algún posible accidente.

Las estaciones, tuneles, talleres, etc. son conservados en buen estado para brindar un servicio eficiente y un aspecto agradable a los usuarios.

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Generalidades.

Construcción de muros Milán.

Excavación del núcleo central.

Construcción de losa de fondo y losa de techo.

Relleno y pavimentación.

GENERALIDADES.

Al definir un procedimiento constructivo para una obra determinada, es de gran importancia conocer las características físicas y mecánicas del suelo sobre el cual se piensa construir. Desde el punto de vista de Mecánica de Suelos, los trabajos de ampliación de la Línea 3 Sur se localizaron en una zona de alta compresibilidad, cuyas características generales son: un contenido de agua alto y una resistencia al corte que va de mediana a baja.

Para poder determinar con mayor precisión las propiedades del suelo, se realizaron varios sondeos a lo largo de la ampliación obteniéndose muestras de suelo de tipo alterado e inalterado, posteriormente estas muestras fueron llevadas al laboratorio en donde se les sometió a las siguientes pruebas:

- 1.- Torcómetro.
- 2.- Corte Directo.
- 3.- Compresión Simple.
- 4.- Compresión Triaxial.
- 5.- Análisis de Límites.
- 6.- Granulometría.

Conocidas las propiedades físicas y mecánicas del suelo se propone el tipo de estructura conveniente, que en el caso de la Línea 3 Sur, fué una estructura subterránea en forma de cojón.

El cajón es una estructura de forma rectangular hecha de concreto armado, diseñado bajo el principio de la cimentación-compensada y que presenta dos opciones en su construcción conocidas como:

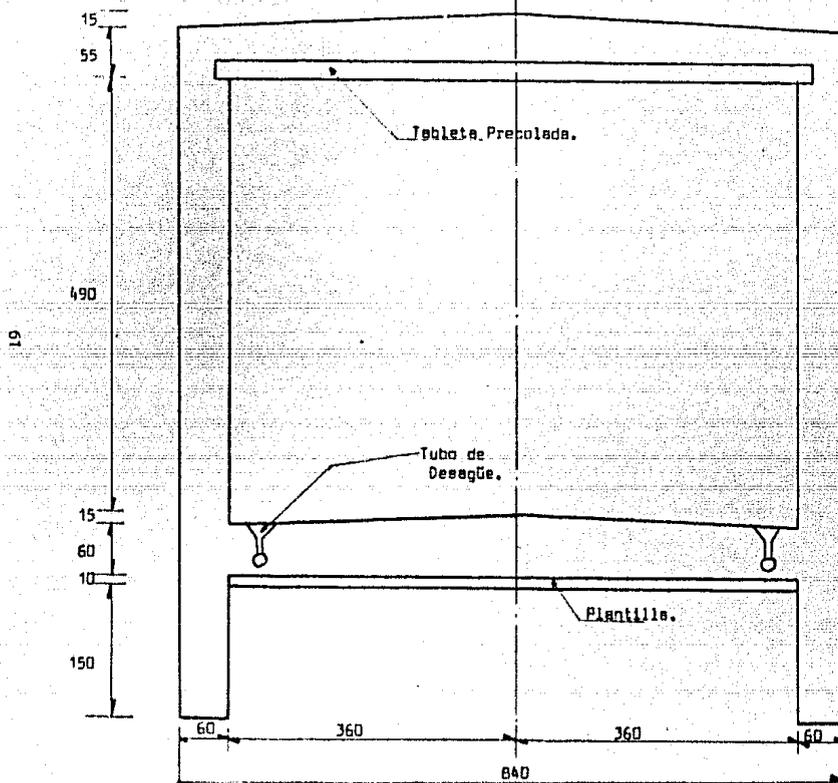
- 1.- Muro Milán Estructural.
- 2.- Muro Milán con Muro de Acompañamiento.

El empleo de uno u otro depende de que el suelo esté formado por arcillas altamente expansivas o nó, ya que la segunda opción, por ser de mayor peso, es más adecuado su empleo en arcillas altamente expansivas.

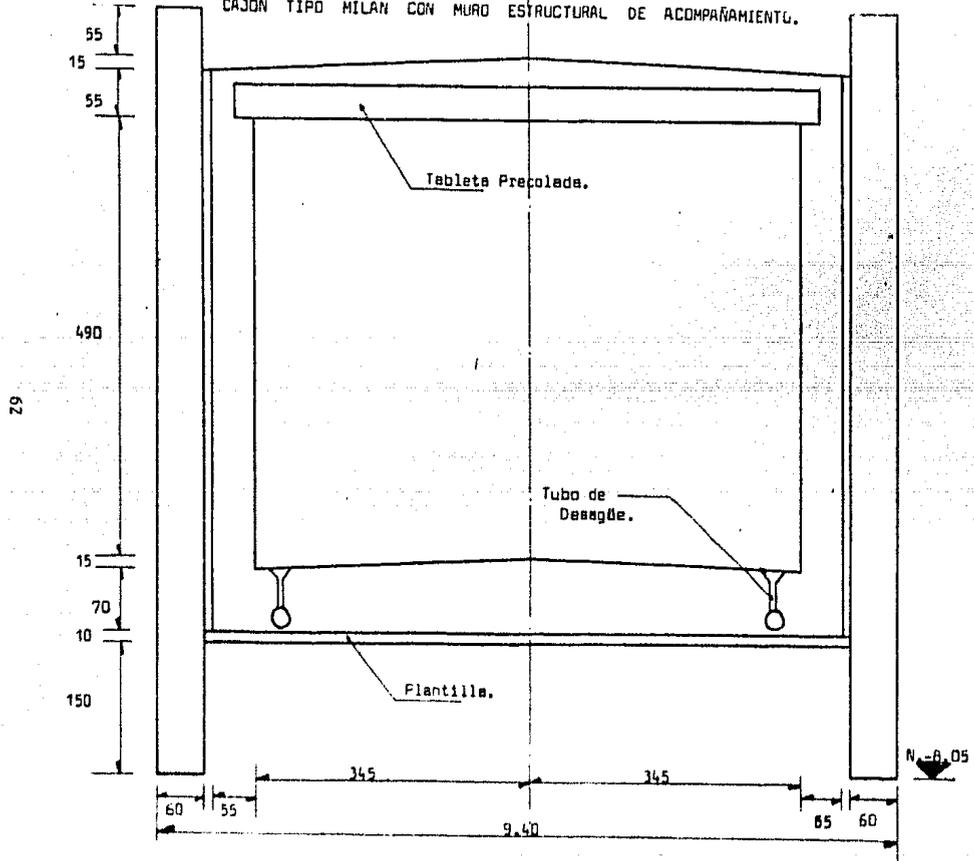
En la ampliación de la Línea 3 Sur, se emplearon los dos tipos de estructura, el Milán con Muro de Acompañamiento en el tramo comprendido del Centro Médico a la Estación Eugenia y el Milán Estructural en el tramo limitado por la Estación Eugenia y la Estación Zapata. Sin embargo en ambos casos el procedimiento constructivo es casi el mismo y puede ser resumido de la manera siguiente:

Es un procedimiento constructivo de excavación a cieloabierto, en donde primeramente se construyen los muros Milán para que sirvan de tablaestacas durante la excavación del núcleo y posteriormente pasen a formar parte estructural del cajón, siendo las paredes del mismo, al menos en el tipo Milán Estructural, ya que en el tipo Milán con Muro de Acompañamiento, los muros Milán quedan como tablaestacas y posteriormente sirven como cimbra para

CAJON TIPO MILAN ESTRUCTURAL.



CAJON TIPO MILAN CON MURO ESTRUCTURAL DE ACOMPAÑAMIENTO.



colar los Muros de Acompañamiento, que son las paredes estructura
les del cajón. Esta es la única diferencia entre los dos procedi-
mientos constructivos; así, las actividades más importantes duran
te su ejecución son:

I.- Construcción de Muros Milán.

- a.- Brocales.
- b.- Excavación Profunda.
- c.- Estabilización de Tableros.
- d.- Construcción de Muros.

II.- Excavación del Núcleo Central.

- a.- Abatimiento del Nivel Freático.
- b.- Excavación y Troquelamiento.

III.- Construcción de Losa de Fondo y Losa de Techo.

IV.- Relleno y Pavimentación.

CONSTRUCCION DE MUROS MILAN.

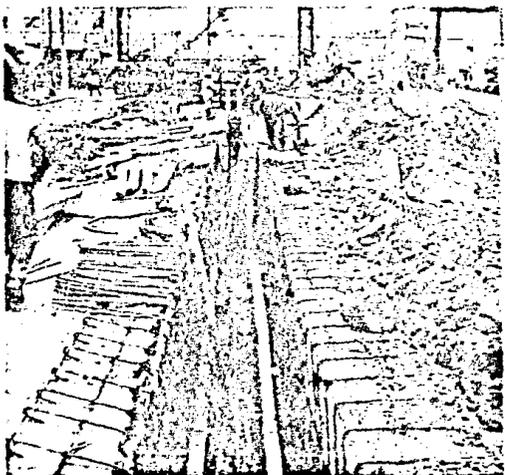
Brocales.

Son estructuras en ángulo recto, de concreto armado, -- compuestas por una rama horizontal llamada alero y una vertical -- llamada faldón, su función es la de retener los rellenos sueltos, descubrir ductos y tuberías de servicios públicos y servir como a apoyo y guía a los equipos de construcción.

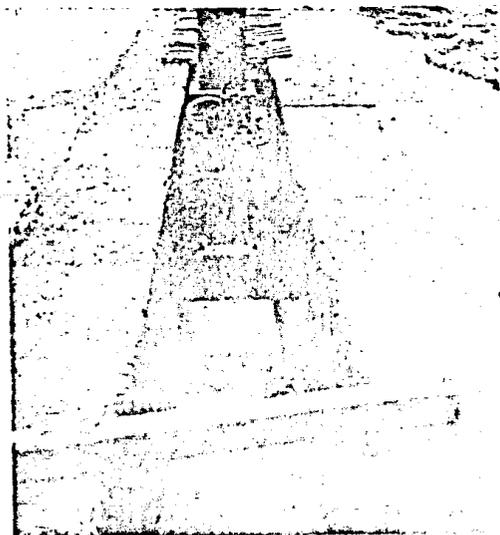
Para construir los brocales, se excava una zanja con herramientas manuales, a una profundidad que varía entre 1.5 y 2.0 mts. con un ancho igual al del muro por construir más una holgura de 5 cms. terminada la zanja, se coloca el armado y se cuelan los brocales. Una vez colados los brocales, se troquelan y la zanja -- se inunda con un lodo estabilizador hasta un nivel de 0.50 mts. a bajo de la rama horizontal del brocal. El lodo deberá dejarse en reposo un mínimo de 8 hrs. antes de iniciar los trabajos de excavación de los muros.

Excavación Profunda.

Manteniendo siempre el lodo estabilizador a 0.50 mts. a bajo del nivel superior del brocal, se hará la excavación hasta -- la profundidad de desplante de los muros, atacandolos en forma al ternada y por tramos o tableros de 5.00 mts. Esta excavación es -- realizada por medio de dragas de almeja fina o de almeja semiguig da para garantizar la verticalidad y el alineamiento de los mu --



Construcción de brocales.



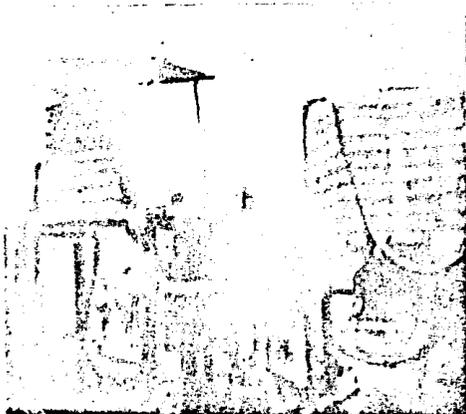
Excavación profunda.

ros por colar, ya que se requiere conservar una distancia mínima entre muros.

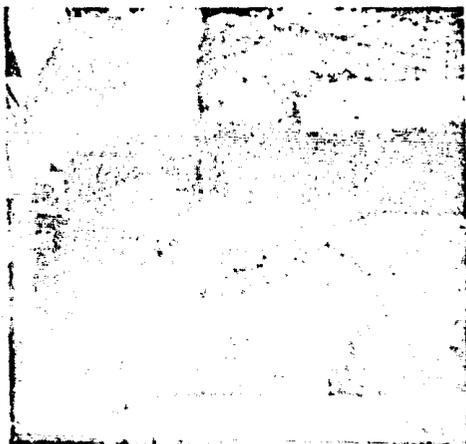
Estabilización de Tableros.

Las paredes de los tableros excavados no son estables por sí mismos, aún cuando se conserve un tirante de agua equivalente al nivel freático o mayor, por lo que para evitar que las paredes se derrumben se estabilizan empleando un lodo estabilizador. Este lodo debe cumplir con ciertas características y especificaciones como son:

- a.- Debe ser una solución estable, es decir, no debe haber sedimentación del material empleado en la preparación del lodo, en este caso bentonita sodica en agua.
- b.- Debe ser tixotrópico, o sea, en reposo debe -- presentar resistencia al corte, actuando como gel, mientras que en movimiento no la debe -- presentar, actuando como un sol. El paso de -- gel a sol es reversible.
- c.- Debe tener una densidad mayor que la del agua para contrarrestar la presión hidrostática, -- manteniendose entre 1.03 y 1.10 gr/cm³
- d.- Debe formar una película impermeable con el -- suelo, con un espesor comprendido entre 1.0 y



Elaboración de
lodo bentonítico.



Estabilización de
tableros.

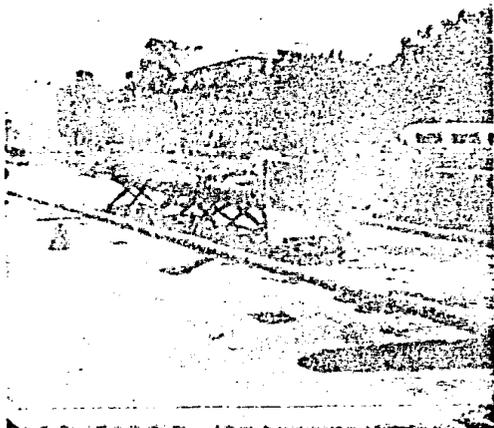
1.5 mn. para evitar filtraciones de agua.

- e.- Viscosidad Marsh entre 35 y 50 segs.
- f.- Contenido de Arena máximo del 3%.
- g.- Potencial Hidrógeno entre 7 y 10.

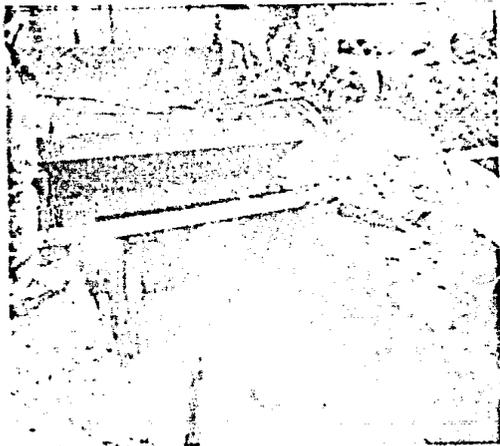
Construcción de Muros.

Terminada la excavación y estabilizados los tableros, se colocan las parrillas, que forman el armado de los muros, por medio de una grúa, por lo que son debidamente rigidizadas para -- que al ser levantadas no sufran deformaciones. Una vez colocadas y centradas, deben asegurarse a los brocales para evitar que flo-- ten en el lodo y emerjan durante el colado; el tiempo máximo en -- tre la introducción de la parrilla y el comienzo del colado del -- muro, no debe ser mayor de 4 hrs. para evitar una impregnación ex cesiva de lodo en el armado y reste adherencia entre el concreto y las varillas.

Para colar los muros, se vacía el concreto sobre unas - tolvas o embudos conectados a una tubería para colado, introduci- da de tal manera que el extremo inferior de la tubería quede 20 - cms. arriba del fondo del tablero para colocar un balón inflado - que selle la tubería e impida la entrada de lodo que se pueda mez- clar con el concreto. Al iniciarse el colado y ser vaciado el con- creto dentro de la tubería, el balón desciende permitiendo el li- bre flujo del concreto; se recomienda que la tubería se mueva sua vemente de arriba hacia abajo para agilizar el vaciado, vigilando



Tubería para colado
de muro Milán.



Colado de muro
Milán.

que la tubería permanezca ahogada en concreto y no interrumpir -
el vaciado de concreto en más de 15 minutos.

Como el peso específico del concreto es mayor que el de
la bentonita, ocasiona que ésta suba al ser vaciado el concreto.-
En resumen, la construcción del muro Milán consiste en la sustitución del terreno natural por lodo bentonítico y de éste por concreto.

EXCAVACION DEL NUCLEO CENTRAL.

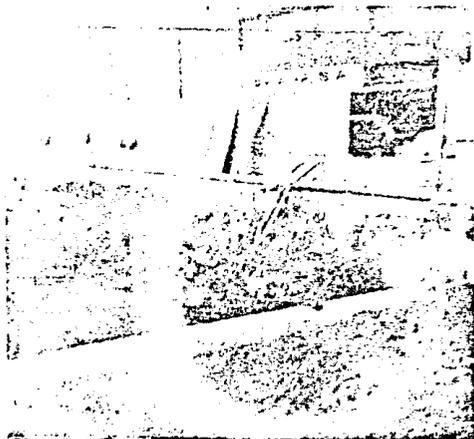
Abatimiento del Nivel Freático.

Previamente a la excavación del núcleo central, se realiza el abatimiento del nivel de aguas freáticas por medio de pozos de bombeo, colocados a cada 10 mts. uno de otro sobre el trazo del Metro. El abatimiento se lleva a cabo una vez colados los muros, de manera que sirvan como frontera y no se cause problemas a las estructuras próximas a la obra. El nivel de succión de las bombas se establece a 2.00 mts. abajo de la profundidad máxima de excavación, empezandose a bombear, en una longitud de 30 mts. o cho días antes de iniciar la excavación y suspendiendose después de que la losa de fondo ha sido colada.

Excavación y Troquelamiento.

Cuando los muros han alcanzado su resistencia nominal, de modo que funcionen como tablaestacas, se empieza la excavación del núcleo, teniendo un avance máximo de 7.00 mts a lo largo del eje del Metro. Al mismo tiempo que se hace la excavación, se colocan troqueles para evitar que el empuje del material voltee los muros; la excavación al igual que la colocación de troqueles se realiza por etapas establecidas de antemano.

Se recomienda que dentro de las 24 hrs. siguientes de haber alcanzado la máxima profundidad de excavación, se proceda a colar la losa de piso para evitar expansiones en el terreno.



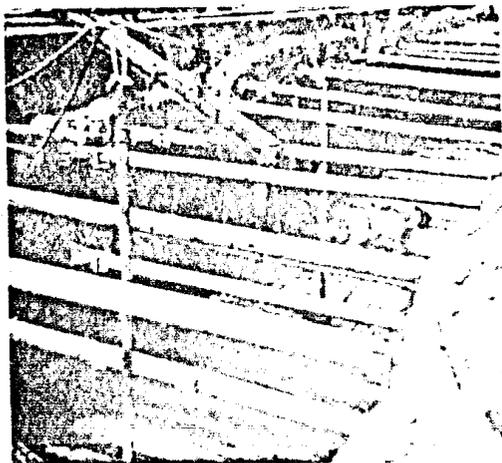
Abatimiento del
nivel freático.



Excavación del
núcleo central.



Excavación y troquelamiento del núcleo central.



Troquelamiento del núcleo central.

CONSTRUCCION DE LOSA DE FONDO Y LOSA DE TECHO.

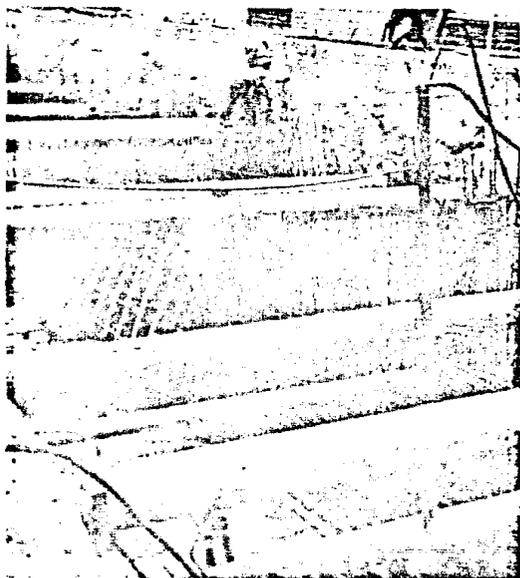
Cuando la excavación alcanza el nivel de desplante requerido, se afina el fondo y se coloca una plantilla de concreto-pobre, que permite asegurar el recubrimiento requerido en la losa de fondo y trabajar con comodidad y limpieza. Sobre la plantilla se colocan los tubos para drenar el cajón y el fierro de refuerzo para la losa de fondo, traslapando éste con el refuerzo de los muros, en caso de muros estructurales, o dejando las preparaciones necesarias para los muros estructurales de acompañamiento, garantizando una junta continua entre losa y muro.

Para colar la losa de fondo, el concreto se deposita a una profundidad de 8 a 10 mts. por medio de canalones y "trompas de elefante" para evitar su segregación. Colada la losa, se coloca el armado de los muros de acompañamiento ligándolo a las preparaciones dejadas en la losa de fondo y se prepara su colado, éste no deberá hacerse por tramos mayores de 5.00 mts. de longitud.

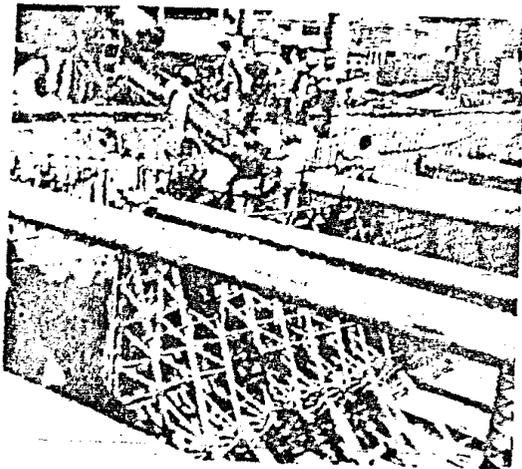
La losa de techo se construye en base a un sistema formado por tabletas precoladas y presforzadas que forman parte de la estructura y que además sirven como cimbra a una losa de concreto armado. Antes de colocar las tabletas precoladas, se nivelan y preparan los muros sobre los cuales apoyarán 20 cms. de cada extremo de las tabletas, sobre éstas se coloca el armado para la losa superior y se procede a su colado, quedando así formada la losa de techo.



Armado para losa
de fondo.

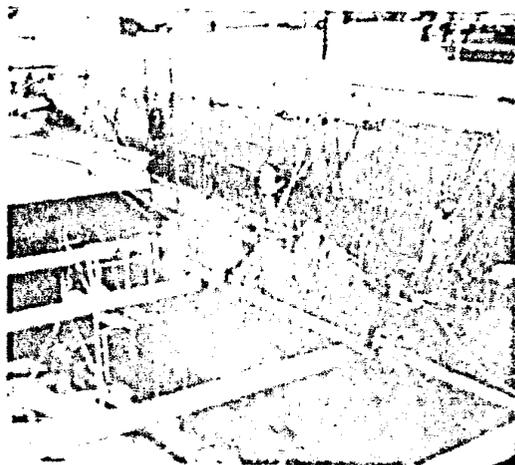


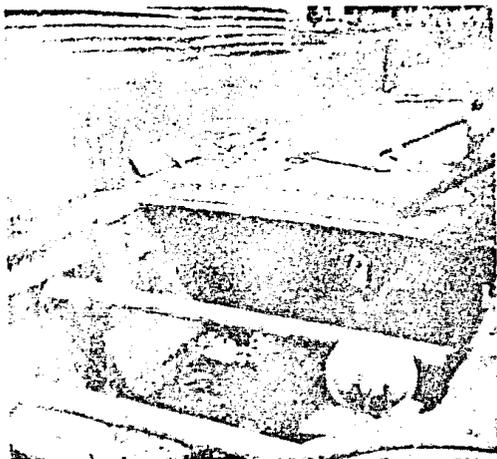
Armado para muros
de acompañamiento.



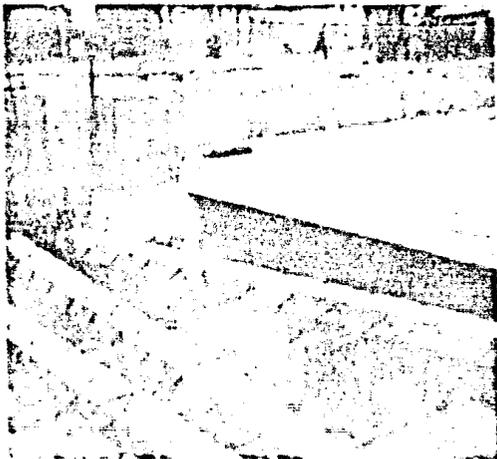
Etapas del muro de
acompañamiento.

Nivelación del muro
Milán estructural.

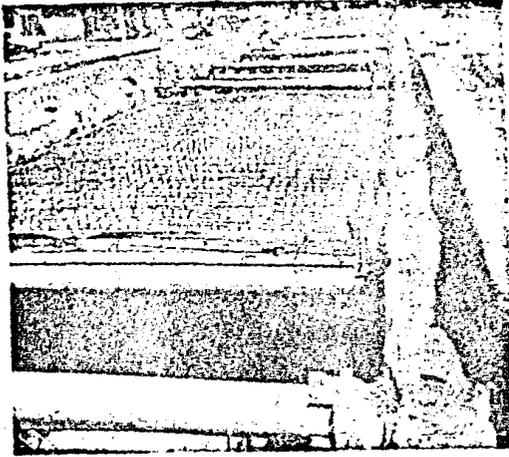




Losa de techo apoyada
en muro Milán estruc-
tural.



Losa de techo apoyada
en muro estructural
de acompañamiento.



Armado para losa superior.

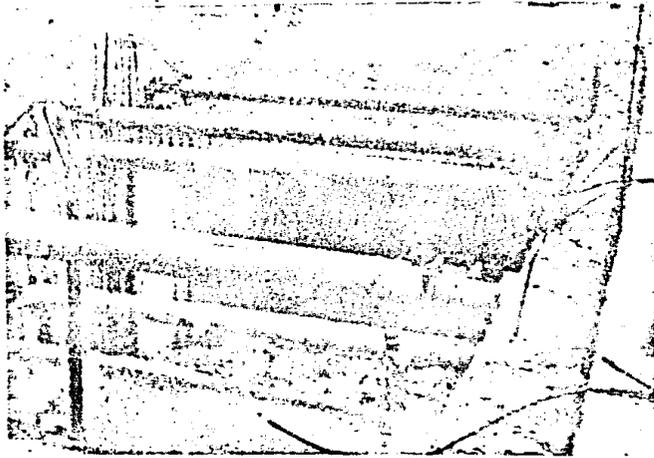


Cajón semiterminado.

RELLENO Y PAVIMENTACION.

Una vez que la losa de techo tiene la resistencia requerida, se impermeabiliza con un riego de asfalto sobre el que se esparce una capa de arena y se instala un sistema de drenes colocado a cada extremo de la losa, aprovechando el bombeo que se le dá a la losa, hecho ésto, se colocan los rellenos, que serán de material areno-limoso, generalmente tepetate o grava controlada, en capas de 20 cms. de espesor y compactadas manual o mecánicamente hasta un 95%, cumpliendo con la prueba Proctor Estandar.

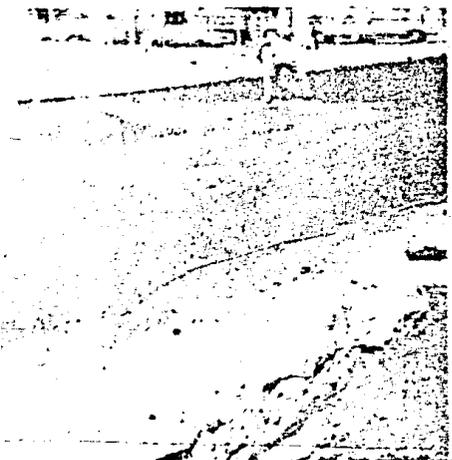
Terminados los rellenos, se pavimentará el tramo siguiendo el procedimiento normal de tender base, subbase, riego de impregnación y liga y carpeta asfáltica. Con ésto el tramo estará totalmente terminado, en cuanto a obra civil se refiere



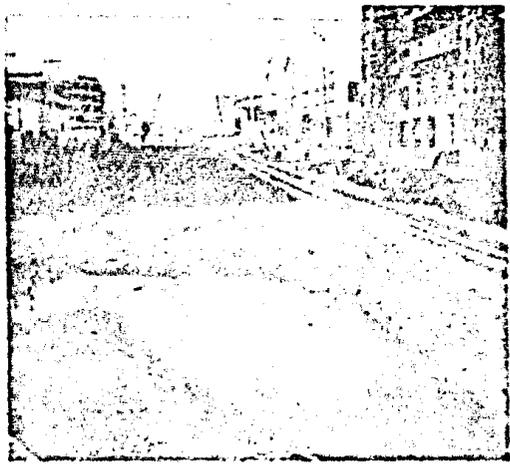
Relleno sobre cajón terminado.



Compactación
mecánica.



Riego de impregnación
y liga.



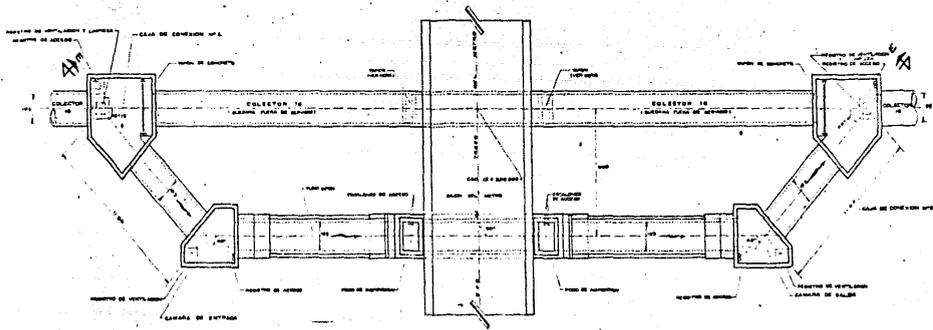
ndido de carpeta
fáltica.

El procedimiento constructivo descrito, es aplicable a todo tramo subterráneo, aunque cada uno presenta problemas particulares que es necesario resolver, así en la Línea 3 Sur, se presentaron algunos casos que requirieron un procedimiento constructivo particular y que fueron entre otros:

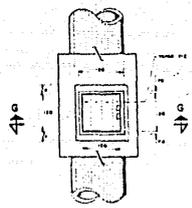
- 1.- Cruce de la Línea 3 Sur con Viaducto Miguel Alemán y Río de La Piedad.
- 2.- Cruce de la Línea 3 Sur con colector de aguas negras en Av. Baja California.
- 3.- Cruce de la Línea 3 Sur con colector de aguas negras en Av. Morena.
- 4.- Cruce de la Línea 3 Sur con colector de aguas negras en la calle de Eugenia.

Aparte de las interferencias mencionadas, se encontraron otras de menor importancia que no significaron un problema grave durante la construcción y que fueron resueltas sin mayor dificultad.

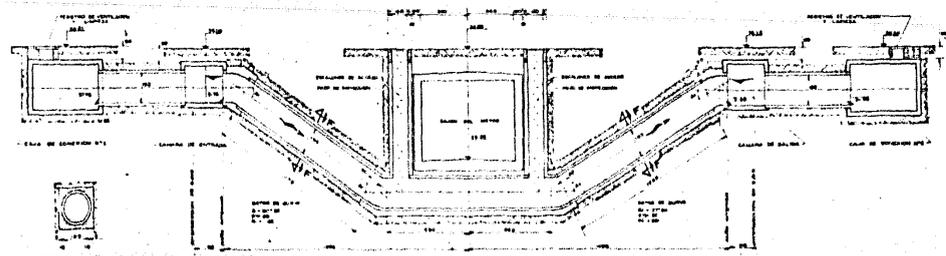
SOLUCION CONSTRUCTIVA PARA EL CRUCE DE LA LINEA 3 SUR
 CON COLECTOR DE AGUAS NEGRAS



P L A N T A

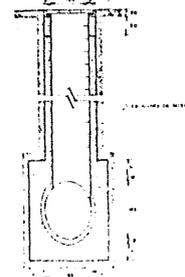


P L A N T A



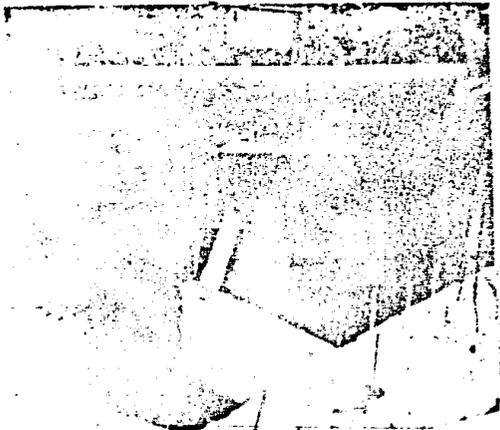
CORTE F-F

C O R T E E - E

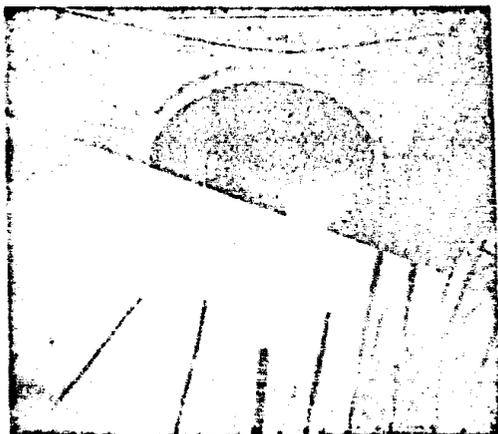


CORTE G-G
 POZO DE INSPECCION

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA LINEA 3 SUR
 TERCER FASE
 PLAN DE INSPECCION



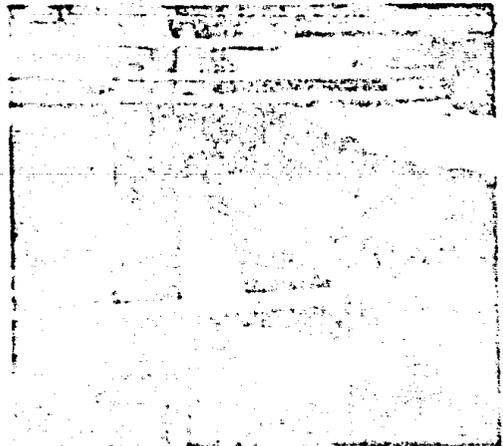
Sifón para colector
de aguas negras.



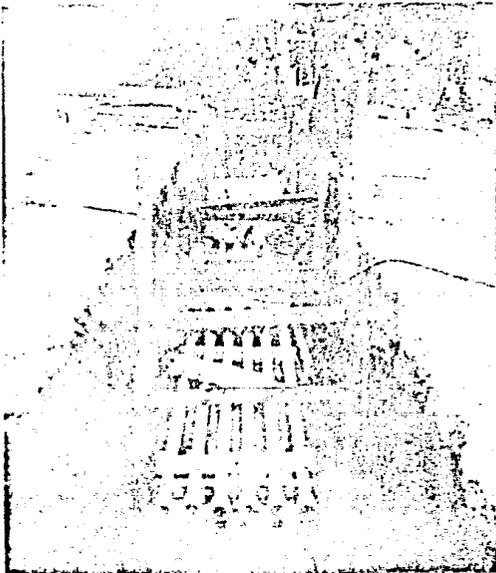
Sifón para colector
de aguas negras.



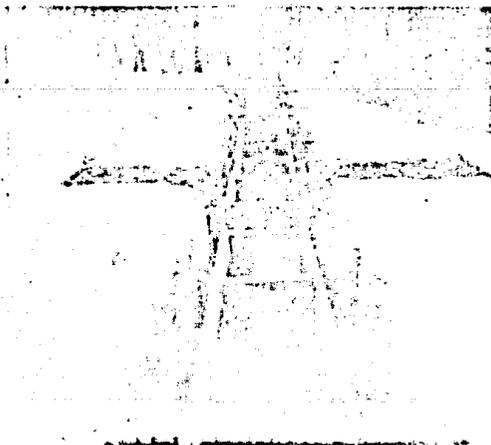
Diversas interferencias en la línea.



Interferencias en la línea.



Nuevas tuberías para
cableado telefónico
y eléctrico.



Nueva tubería de
agua potable.

CAPITULO IV

ORGANIZACION PARA LA SUPERVISION DE LA LINEA 3 SUR DEL METRO

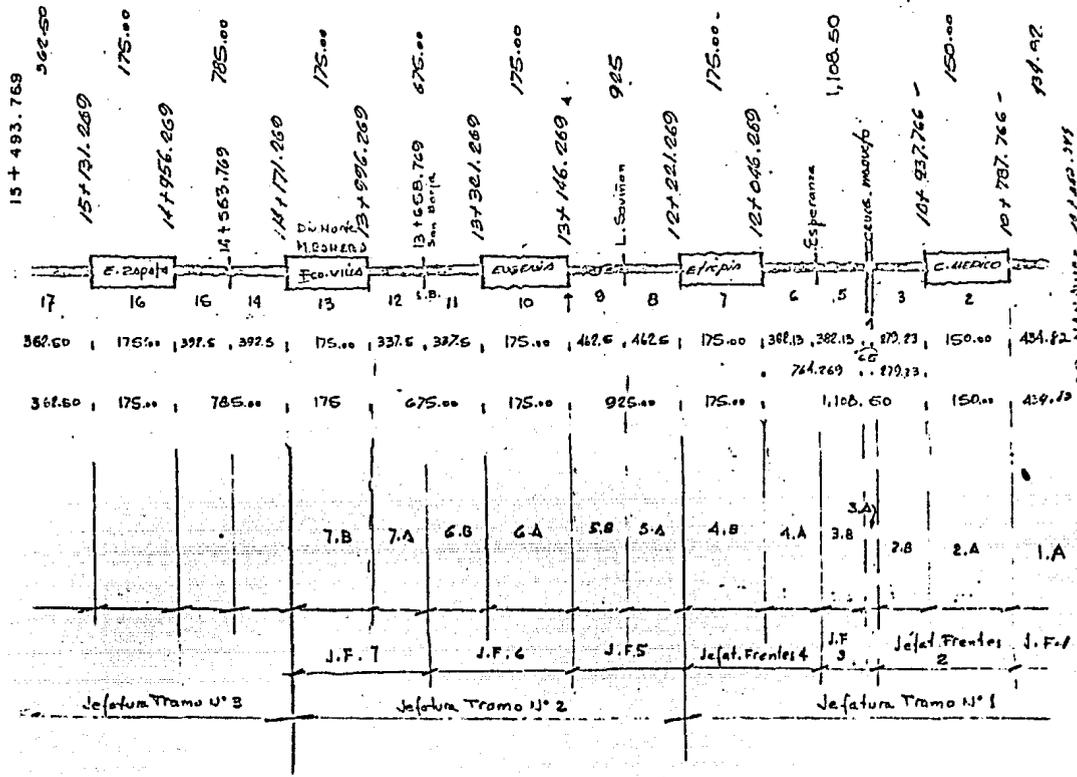
Al decidirse la ampliación del Metro, se acordó que la elaboración del proyecto, ejecución de la obra y supervisión de la misma, fuesen llevadas a cabo por compañías particulares, que estuviesen dedicadas a las actividades requeridas por una obra de tal magnitud como lo es el Metro.

Este es el inicio de una nueva etapa gubernamental, en donde la supervisión de la obra no está a cargo de la propia dependencia oficial, sino que también es encargada a una empresa especializada de la industria privada. La compañía supervisora, es una empresa constituida por ocho compañías particulares dedicadas a la asesoría, supervisión, organización y control de obras, formada para poder atender obras grandes, en donde las dependencias oficiales o particulares no tienen que crear un departamento de supervisión o tratar con varias compañías pequeñas dentro de una misma obra, sino que contratan una compañía especializada que cuenta con el personal necesario y con la cual tratan todos los asuntos relacionados con la supervisión de la obra.

Esto es un paso importante, ya que anteriormente cualquier dependencia, no dedicada a la construcción, creaba un departamento de supervisión para una obra intrascendente y a cuyo término absorbía todo el personal contratado, recargando las nóminas de tal dependencia; con la nueva política esto no ocurre ya que al término de la obra, la compañía supervisora termina su cometido y se da por terminado el motivo que propició su contratación.

Puesto que la compañía que presta la supervisión se de-

dica a ésta actividad, se puede asegurar que cuenta con un grupo de profesionales altamente calificados, lo que redundará en una mayor calidad y eficiencia dentro de la obra, al contrario del personal nunca dedicado a la supervisión que es contratado por las dependencias oficiales y que varias de las veces en vez de colaborar en la ejecución de la obra, se convierten en un obstáculo, debido a su poco criterio e ineficiencia, ocasionando atrasos y poca calidad en las obras.

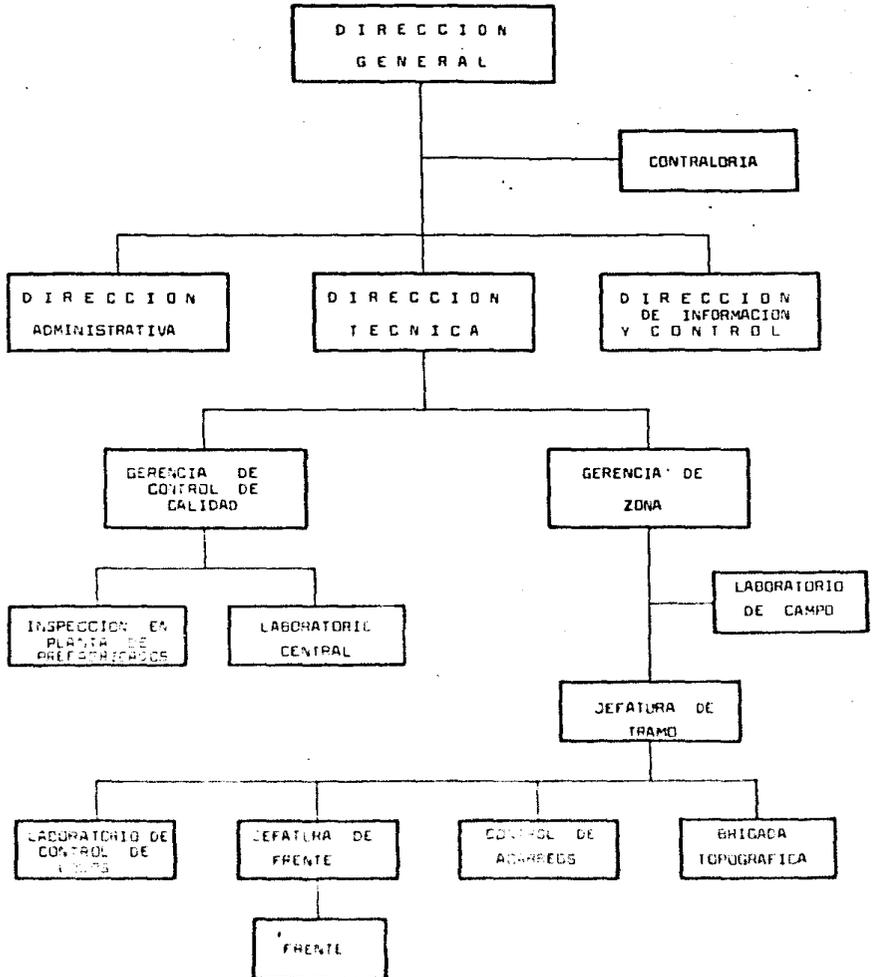


Gerencia Zona N° 2

LINEA 3 SUR FRENTE DE TRABAJO

15 + 493.769
 15 + 131.269
 14 + 956.269
 14 + 563.769
 14 + 171.269
 13 + 658.769
 13 + 321.269
 13 + 146.269
 925
 12 + 221.269
 175.00
 12 + 046.269
 1,108.50
 150.00
 10 + 937.766
 10 + 787.766
 362.50
 175.00
 397.5
 785.00
 175.00
 337.5
 397.5
 175.00
 422.5
 462.5
 175.00
 388.15
 382.15
 279.23
 150.00
 434.82

ORGANIGRAMA DE SUPERVISION



CAPITULO V

SISTEMAS ADMINISTRATIVOS APLICADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA LINEA 3 SUR

Control de calidad.

Cuantificación.

Avance de obra Vs. programa.

Para la ejecución de toda obra, hay que tomar en cuenta ciertos lineamientos generales de trabajo que consisten en definir y coordinar los medios disponibles para su realización, respetando las normas tradicionales de trabajo que son: rapidez, economía y calidad de la obra.

Una vez que las disposiciones generales son enunciadas y los procedimientos constructivos ordenados, se estará en condiciones de formular un plan de trabajo, valorando todos los conceptos que tienen injerencia dentro de la obra.

Aprobado el plan de trabajo es necesario que se respete y conserve hasta la terminación de la obra y es aquí en donde la Supervisión pasa a ser parte esencial en la buena ejecución y en el buen logro de los fines que se persiguen.

Podemos definir a la Supervisión como:

La observación y verificación de que el procedimiento constructivo empleado, cumpla con un proyecto geométrico establecido de antemano, con los materiales y métodos adecuados dentro del tiempo y costo mínimo pactado.

El concepto es muy amplio y puede ser aplicado en alguna de sus partes o en su totalidad, como podría ser el verificar solamente volúmenes de obra ejecutada o controlar la calidad de los materiales empleados en una obra.

En la Línea 3 Sur, se ejerció una supervisión parcial -

ya que no se tuvo relación con los precios unitarios acordados ni con el buen uso de los recursos financieros dentro de la obra, reportándose solamente volúmenes de obra ejecutada para su pago. Para llevar a cabo la supervisión, se emplearon los siguientes tipos de control:

Control de Calidad.

Quantificación.

Avance de Obra Vs. Programa.

CONTROL DE CALIDAD.

Es una de las etapas más rígidas dentro de la supervisión, pues se verifica la calidad de los materiales y el procedimiento constructivo utilizados en la obra.

Los materiales empleados deben cumplir con todas y cada una de las especificaciones requeridas en el proyecto, sin permitir que exista una tolerancia mayor de la considerada por el proyectista, evitando que el constructor emplee materiales de poca calidad que no cumplan con las especificaciones de proyecto.

El procedimiento constructivo, es vigilado de manera estricta para que satisfaga las indicaciones del proyecto, en caso de no ser apropiado, se le hace ver al contratista para que corrija inmediatamente el procedimiento que esté empleando y se apege a lo indicado en el proyecto.

Salvo autorización del proyectista, los materiales especificados y el procedimiento constructivo recomendado, no pueden ser alterados, pues un material que no cumpla los requisitos de proyecto o una alteración en el procedimiento constructivo recomendado pueden ocasionar desde una pequeña falla en la estructura hasta el colapso total de la misma, por lo mismo la supervisión es muy estricta en el cumplimiento de las especificaciones del proyectista y solo se considera volumen de obra terminada la que ha cumplido con las especificaciones y ha sido aprobada por la supervisión.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

A. Villarreal Estrella
Ingeniero Profesional

ANALISIS DE LODO BENTONITICO

Fac. de Ingenieria
U. N. A. H.

CONTRATISTA:		LINEA:		PANEL N°:		LADO:	
TRAMO:		FRENTE:		MUESTREO EN PLANTA		MUESTREO EN ZANJA	
PLANTA:	DOSIFICACION:	CADENAMIENTO:		FECHA:		IB	INFORME N°
C O N C E P T O		R E S U L T A D O		L I M I T E S E S P E C I F I C A D O S			
VISCOSIDAD PLASTICA (centipoises)				5 - 25			
LIMITE DE FLUENCIA (lb/100 ft ²)				10 - 15			
VISCOSIDAD MARSH (segundos)				35 - 50			
CONTENIDO DE ARENA (%)				3 m a x.			
VOLUMEN DE AGUA FILTRADA (c m ³)				20 m a x.			
DENSIDAD				1.03 - 1.08			
ESPESOR DE LA COSTRA (m.m.)				1.0 - 1.5			
pH				7 - 10			
OBSERVACIONES:							
FORMULO:		REVISO:		ENTERADO:		ENTERADO:	
_____ SUPERVISOR		_____ SUPERVISOR		_____ CONTRATISTA		_____ CONTRALORIA	

UBICACION _____
 OPERO _____
 OBRA _____
 FECHA _____

Armando Villarreal Estrella
 Tesis Profesional
 Facultad de Ingeniería
 U. N. A. M.

COMPACTACION EN CAMPO

DETERMINACIONES DEL PESO VOLUMETRICO HUMEDO

UBICACION DE LA PRUEBA							
PESO MATERIAL EXCAVADO (Kg)							
PESO INICIAL ARENA OTTAWA (Kg)							
PESO FINAL ARENA OTTAWA (Kg)							
PESO ARENA OTTAWA DEPOSITADA (Kg)							
PESO VOLUMETRICO ARENA OTTAWA (Kg/m ³)							
VOLUMEN EXCAVADO (C.C.)							
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/m ³)							

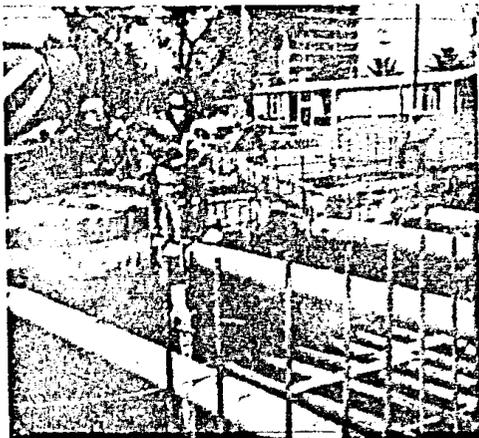
DETERMINACIONES DE LA HUMEDAD DEL LUGAR

RECIPIENTE N°							
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (gr)							
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr)							
PESO DE AGUA (gr)							
PESO DEL RECIPIENTE (gr)							
PESO DE SOLIDOS (gr)							
HUMEDAD (%)							

RESULTADOS FINALES

PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/m ³)							
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (Kg/m ³)							
% DE COMPACTACION							

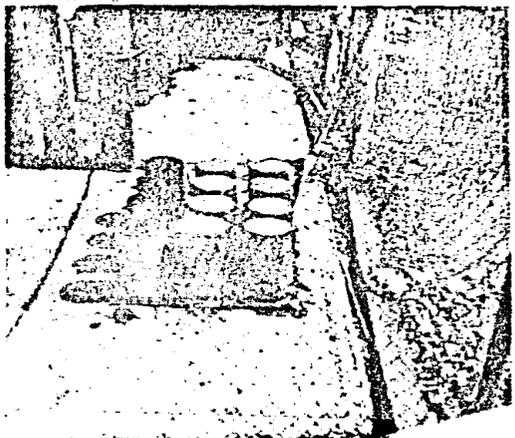
OBSERVACIONES :



Verificación del procedimiento constructivo.



Prueba de revenimiento



Cilindros de concreto
para pruebas de resis
tencia.



Traslado de cilindros
a laboratorio.

CUANTIFICACION.

Una vez que la supervisión aprueba cierto volumen de obra, es necesario que se cuantifique para conocer el volumen de obra ejecutada en un cierto período y conocer al mismo tiempo el volumen de obra por ejecutar. La cuantificación nos sirve como control de pago, pues según es el volumen de obra ejecutada, es el importe que se le debe de cubrir al contratista por su trabajo

La cuantificación se lleva a cabo diariamente y al término de la semana se hace un reporte, del total de obra realizada en este lapso de tiempo, para que le sea pagado al contratista.

AVANCE DE OBRA Vs. PROGRAMA.

Conocido el volumen de obra ejecutado, es posible determinar el avance de obra que se vaya teniendo y compararlo con el programa inicial de la obra, que es un supuesto presentado al inicio de la misma; en esta comparación podemos notar inmediatamente el adelanto o atraso que existe en la obra en un momento dado.

El avance de obra se lleva por medio de gráficas y esquemas en donde se señalan las actividades que componen la obra y el avance que ha tenido cada una desde el inicio de la misma. Entre los métodos aplicados encontramos:

Grafocolor.- Consiste en indicar con color en planos, los avances de obra que se vayan teniendo para determinar visualmente la obra terminada y la obra por realizar.

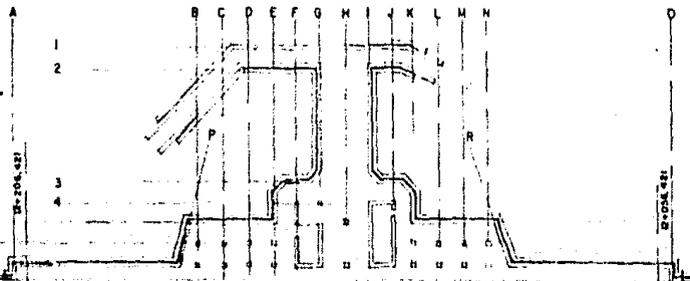
Porcentaje de terminación.- Son volúmenes de obra ejecutada convertida en porcentajes del total de la obra y nos indica el porciento de obra terminada y el porcentaje de obra por terminar.

Diagrama de barras.- Es un diagrama que muestra los avances de obra por medio de barras en las cuales se ve el tiempo que tarda en llevarse a cabo una actividad de la obra y la posición que tiene dicha actividad en relación al programa supuesto de trabajo.

Armando Villarreal Estrella
 Tesis Profesional
 Facultad de Ingeniería
 U. N. A. M.

GERENCIA DE OBRA CIVIL METRO

LÍNEA 3 SUR DEL METRO



REPORTE _____
 AVANCE AL _____
 DE _____ DE 197__

ESCALA 1:1000
 0 50 100 200.
 ESCALA GRÁFICA

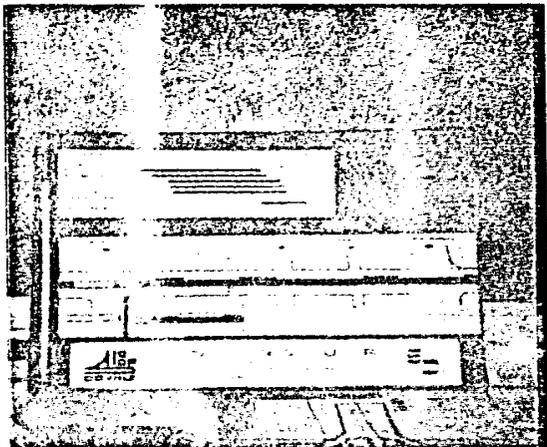
CONCEPTO

DEMOLICION		
EXCAVACION ZANJA		
COLADO BROCAL		
COLADO MURD.		
EXCAVACION NUCLEO		
COLADO LOSA DE FONDO		
COLADO MURD ACOMPAÑAMIENTO		
COLOCACION PRETENSADOS		
COLADO LOSA CUBIERTA		
RELLENO		
OBRAS EXTERIORES		

SUB-TRAMO: ESTACION ETIOPIA (3.26)

LONGITUD: 150.00 m.

13
14



Métodos gráficos de control.

CONCLUSIONES

Se ha tratado a lo largo de este trabajo, el problema - que representa el transporte de un lugar a otro de la ciudad, con las condiciones de sobrepoblación que imperan en la Ciudad de México, comentando la importancia que tienen las diversas dependencias oficiales en la solución particular de un problema; en este caso el transporte urbano y la justificación de la solución adoptada: ampliación de las líneas del Metro y creación de Ejes Viales, considerando que la supervisión de las obras es factor primordial para alcanzar las metas fijadas.

Así concluimos que:

Las inversiones por parte del gobierno, deben estar ampliamente justificadas para ponerse en práctica, evitando gastos no indispensables.

La desconcentración administrativa de los órganos encargados de planear la vialidad y el transporte, es fundamental para evitar soluciones a corto plazo y mal planeadas.

Dependiendo del tipo de vialidad y transporte que opere en una ciudad, será el grado de desarrollo que en ella se obtenga

La solución al problema del transporte consiste en mover al mayor número de personas y no de vehículos.

Al definirse una solución y establecerse los métodos de trabajo, es necesario verificar su debido cumplimiento.

La supervisión bien aplicada garantiza que las metas fijadas se alcancen con éxito.