

114

2 Ene



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

**ANTEPROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION DE LA
INTERSECCION DE LA AVENIDA EJE 10 SUR (LAS TORRES)
Y CERRO DEL AGUA**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :

MARIO FLORENCIO MERINO PEREZ

México, D. F.

Julio de 1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

CAPITULO

PAG.

	INTRODUCCION	
1.	INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS...	11
1.1	Datos Físicos.....	11
	a) Situación Actual del Crucero.....	11
	b) Inventario de Usos del Suelo.....	14
1.2	Investigación de Planes de Desarrollo...	18
1.3	Datos Operacionales.....	22
	a) Inventario de Señalamiento.....	22
	b) Inventario de Semáforos.....	22
	c) Aforos Vehiculares de 16 Horas.....	24
	d) Aforos Direccionales.....	32
	e) Aforos Peatonales.....	32
	f) Accidentes de Tránsito.....	36
	g) Inventario de Rutas del Transporte -- Público.....	38
	h) Estudio de Velocidades y Demoras.....	44
	i) Inventario de Estacionamiento.....	48
2.	ANALISIS DE LOS DATOS.....	50
	a) Velocidades y Demoras.....	50
	b) Accidentes.....	66
	c) Capacidad y Niveles de Servicio.....	67
	d) Sentidos de Circulación.....	75
	e) Volúmenes Horarios de Proyecto.....	75
3.	ALTERNATIVAS DE SOLUCION GEOMETRICA.....	78
	a) Elaboración de Alternativas.....	78

INDICE

(CONTINUA)

<u>CAPITULO</u>	PAG.
	b) Análisis de Alternativas..... 84
4.	SOLUCION PRESENTADA..... 99
	a) Anteproyecto Geométrico Propuesto..... 99
	b) Proyecto de Semáforos..... 108
	c) Proyecto de Señalamiento..... 110
5.	CONCLUSIONES..... 114
	BIBLIOGRAFIA..... 118

INTRODUCCION

El tránsito en las ciudades establece un dato interesante, ya comprobado mediante estudios de origen y destino, en muchas ciudades del mundo. A mayor tamaño de la ciudad, un mayor porcentaje de los vehículos que entran a ella paran en la misma.

Se estima que en ciudades de medio millón de habitantes sólo entre el 5% y el 15% de los vehículos que entran son de paso. Esa proporción sigue disminuyendo a medida que aumenta el tamaño de la ciudad.

Los movimientos internos de la ciudad se han generado básicamente, entre la periferia y el centro comercial, gubernamental y bancario. Al desarrollarse las ciudades han creado otros centros comerciales, que se han convertido también en polos de atracción. De esta manera, en una ciudad con un solo centro comercial, la mayor parte de los movimientos diarios, son de tipo radial, es decir de la circunferencia al centro y viceversa.

En las ciudades que ya constan de varios centros de gravedad (tal es el caso de la Ciudad de México) los movimientos básicamente parten de, o llegan a los mismos y también se generan entre uno y otro centro.

El problema no se reduce a estas consecuencias solamente, sino que según un informe especial de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) el comité de expertos en estas cuestiones, indicó que se ha sobrepasado ya la cifra de 250,000 defunciones anuales por acci-

dentes de tránsito, y son cifras conservadoras; y además que por cada persona muerta en accidente, mas de 40 resultan lesionadas; por lo que el número de heridos es superior a 16'000,000; y la incapacidad temporal ó a -- largo plazo de éstas, es tal que altera la producción, -- aumenta los costos de atención médica y, globalmente, -- representa una sangría económica en todo el mundo.

Las estadísticas indican que los accidentes producen más muertes que cualquier enfermedad tomada aislada mente; solamente superados por el cáncer y las afeccio-- nes cardiovasculares. Por lo tanto se hace indispensa-- ble además de urgente, apoyados en la técnica más acu-- ciosa, a fin de superar el problema del tránsito actual y el creciente del futuro inmediato.

Conocemos el origen del problema y sabemos que --- existirán siempre serios obstáculos para darle solución permanente. Debemos aceptar que se logrará el éxito só-- lo parcialmente, con los últimos avances de la ciencia, tanto en construcción de las vías públicas como en las de los sistemas electronicos de control. Lo demás será tratar de sacarle el máximo provecho a lo existente, -- con una buena organización, con el máximo esfuerzo en -- la educación, orden y disciplina por parte del usuario y, con el personal policiaco suficiente y adecuadamente capacitado.

Pero sobre todo, sabemos que cuanto más conozcamos el problema, cuanto más investiguemos las fallas y las tendencias de los elementos que lo componen, cuanto más sepamos de los elementos resolutivos aplicados; mejor --

será nuestra posibilidad de resolverle. Particularizando en un problema específico, se desarrollarán las posibles alternativas de solución para el crucero formado por las siguientes avenidas: "LAS TORRES" (EJE 10 SUR) y "CERRO DEL AGUA" en el Sur de la Ciudad de México y perteneciente a la DELEGACION DE COYOACAN; ya que presenta características físicas y de operación deficientes en relación al volúmen vehicular que circula por él, y acusa por lo tanto la necesidad de transformación y adecuación para el mejor funcionamiento en las condiciones más críticas.

Este crucero es considerado de importancia por la ubicación que guarda en relación a la Ciudad Universitaria, si se toma en cuenta la inmensa población estudiantil que se mueve en las inmediaciones a ese lugar, la gente que ahí habita, además de la que por una u otra razón hace uso de éste crucero en cualquiera de sus sentidos.

INVESTIGACION Y RECOPIACION DE DATOS

1.1 Datos Físicos

a) Situación actual del Crucero.

Las vialidades urbanas se clasifican en 4 grupos:

1) Autopistas Urbanas.- son aquellas que proporcionan un rápido y eficiente movimiento de grandes flujos vehiculares entre zonas y a través de la mancha urbana. Estas vías tienen la particularidad de ser de acceso -- controlado.

2) Arterias Principales.- son aquellas que dan servicio entre sectores a lo largo de la ciudad y aunque -- proporcionan acceso directo a propiedades requieren de ciertas normas de control de acceso y de uso del área -- adyacente a las guarniciones.

3) Calles Colectoras.- son aquellas que tienen características geométricas más pobres que las dos anteriores y permiten la comunicación entre las arterias -- principales y las locales. Presentan la peculiaridad de tener acceso a las propiedades.

4) Calles Locales.- éstas tienen la cualidad de -- servir en áreas privadas ó locales y las cuales poseen acceso directo a las propiedades. Por ser como su nombre lo indica, este tipo de calles permiten características ó especificaciones mas pobres que las anteriores.

Dentro de las arterias principales está clasificada la Av. de Las Torres (Eje 10 Sur). Esta vialidad forma parte de la red ortogonal de avenidas que forman los ejes viales, y ha sido planeada para que partiendo del

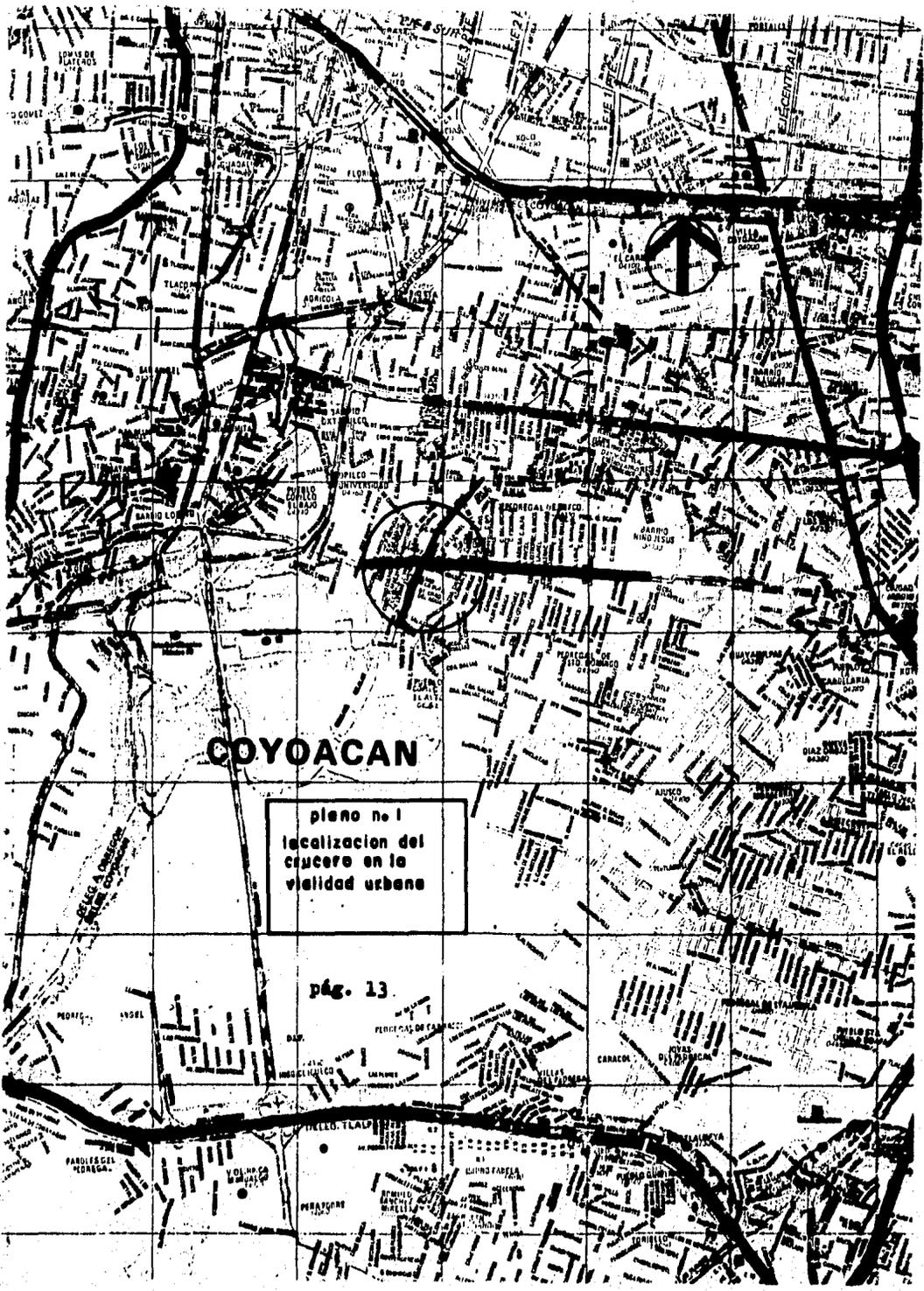
extremo oriente de la ciudad, en el cruce de la calzada México-Tulyehualco con la avenida Sn Rafael Atlixco en la Colonia López Portillo, se desplace hacia el poniente sobre la calzada México-Tulyehualco continuando por la calzada La Virgen, atravesando la calzada de Tlalpan hasta salir a la avenida Las Torres, para después continuar por Copilco y San Jerónimo hasta conectarse con el Anillo Periférico. Esta vía será de doble sentido.

Dentro de las calles colectoras queda clasificada la Av. Cerro del Agua, la cual funciona principalmente con el volúmen vehicular que ocurre ó abandona la Ciudad Universitaria.

El lugar donde ambas avenidas se cruzan se puede observar en el plano No. 1 de ubicación del cruce.

Al Oriente del crucero se desarrolla la Av. de --- "Las Torres" con dos sentidos de circulación y cuatro carriles en cada lado, alojando un camellón central de aproximadamente 8.00 mt. de anchura. Al Poniente continúa la misma avenida igualmente con dos sentidos, solo que a 160 mt. de distancia del crucero sufre un estrangulamiento en su sección de aproximadamente la mitad de la anchura original, quedando solo dos carriles de circulación en ambos lados hasta terminar en la Av. Copilco.

Al Norte del crucero se desarrolla la Av. "Cerro del Agua" con solo dos carriles de circulación en ambos lados y un camellón al centro de 5 mt. de anchura. Al Sur se prolonga la misma avenida, también con dos carri



COYOACAN

plano n° 1
localizacion del
cruce en la
vialidad urbana

pág. 13

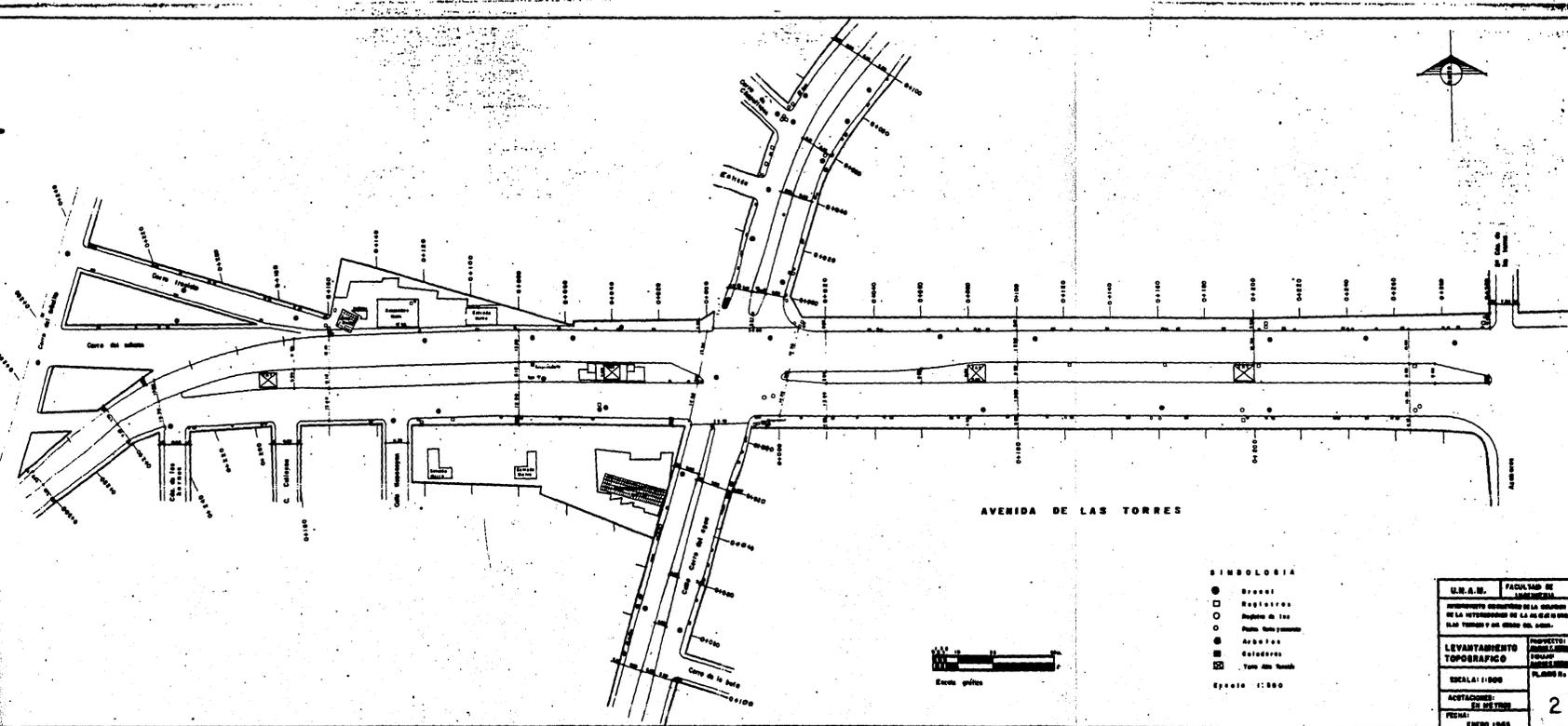
les de circulación en cada lado y camellón al centro, - pero de 2 mt. de ancho en su inicio hasta convertirse - en 5 mt. al sur.

La circulación está controlada por semáforos y señalamiento tanto horizontal como vertical, pero es frecuente que durante las horas de mayor demanda, se formen colas de vehículos sobre la Av. Cerro del Agua, ocasionando que se forme congestión dos ó tres cuadras antes del crucero. Aparentemente resulta insuficiente la capacidad vehicular que posee esta avenida dada la duración del ciclo y la distribución del tiempo para cada fase del semáforo. De igual manera influye la demanda vehicular que presenta esta avenida, y los diferentes movimientos direccionales que se generan en el crucero.

Las condiciones físicas actuales del crucero se -- presentan en el plano No. 2 de levantamiento topográfico.

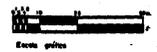
b) INVENTARIO DE USOS DEL SUELO

Las actividades que se desarrollan normalmente en la zona y en las edificaciones ubicadas a ambos lados de las calles que forman el crucero, no influyen significativamente en los volúmenes vehiculares que se presentan, ni en la demanda de estacionamiento. Tratándose de una zona principalmente habitacional, el bajo porcentaje de zona comercial es visible. La mayor parte de -- construcciones son edificios de 4 y 10 niveles pertenecientes a unidades habitacionales que cuentan con estacionamiento propio. En un porcentaje menor existen ca--



AVENIDA DE LAS TORRES

- SIMBOLOGIA**
- Orzorio
 - Registro
 - Punto de luz
 - Pomo, tubo y anillo
 - Arroyo
 - Estadero
 - ⊗ Torre Alta Bomba
- Escala 1:500



U.R.S.M.	FECHA Y AÑO DE LANTAMIENTO
PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA AVENIDA DE LAS TORRES Y SU ANEXO DE 100 METROS DE ANCHO DE CALLES.	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LAS TORRES Y SU ANEXO DE 100 METROS DE ANCHO DE CALLES.
ESCALA: 1:500	PLANO No.
ACOTACIONES: EN METROS	2
FECHA: ENERO 1966	

sas habitación de 1 y 2 niveles, además de algunas áreas verdes, lotes baldíos y una escuela secundaria.

Por lo tanto, el volúmen vehicular proviene principalmente de la población estudiantil que usa estas avenidas para dirigirse a la Ciudad Universitaria, además de otro porcentaje menor que se dirige a otros sitios te---niendo que hacer uso de este crucero. Se puede observar que ambas avenidas no son usadas como estacionamiento; - esto como consecuencia de la ausencia de oficinas, comercios etc. en la zona; ya que como se mencionó anterior--mente, la zona es mas habitacional que comercial contan--do con zonas propias para estacionamiento.

Al Poniente del crucero se localiza una estación -- del sistema de transporte colectivo "Métro"; ésta corresponde a la línea 3, y es la llamada estación "Copilco". Sus salidas y entradas están sobre las aceras Norte y -- Sur de la Av. Las Torres. El inventario de las construc--ciones aledañas al crucero, el uso al que están destina--das y el número de niveles con que cuentan, se encuentra registrado en el plano No. 3 de usos del suelo.

1.2 INVESTIGACION DE PLANES DE DESARROLLO.

Es del dominio público que las autoridades del Departamento del Distrito Federal prosiguen la tarea dentro de los lineamientos marcados por el Plan de Desarrollo Urbano del D.F. para dotar a la ciudad de un sistema vial constituido por vías radiales y anillos concéntricos.

Aunque han pasado ya 23 años desde que se inauguró el primer tramo del Anillo Periférico, aún no se tiene la mitad del mismo, pero reconociendo la necesidad de aliviar el congestionamiento del núcleo central, se aprobó la construcción del anillo interior, con prioridad sobre aquel.

El Distrito Federal abrió al tránsito el primer tramo de una autopista urbana, parte del Viaducto Miguel Alemán, por el año de 1954 y en 1962 se inauguró el primer tramo del Anillo Periférico. Actualmente los tramos construidos del Anillo Periférico y la calzada de Tlalpan, así como el Viaducto Miguel Alemán, con longitud conjunta de cerca de 50 kilómetros, han demostrado lo siguiente: tener capacidad para alojar el mayor número de vehículos, permitir mayores velocidades de recorrido, causar menos demoras y arrojar el menor número de accidentes que cualquier otra arteria de la ciudad.

Debido a los atractivos que ofrecen estas vías se ha originado que a diario se congestionen. Es injusta la apreciación que expresa una parte de los usuarios diciendo que no han servido ya que se saturaron a los pocos --

años de inauguradas. Realmente deberían razonar y preguntarse ¿qué sucedería actualmente si no hubiesen sido --- construídas? sin embargo, lo anterior ha sido considerado al tomar la decisión de construir otra autopista urbana de trazo anular, más cerca del centro y con un lado, el Poniente, muy cercano al tramo más congestionado del Anillo Periférico.

Los estudios recientes de volúmenes de tránsito y de accidentes, y otros de origen y destino hechos para el metro, permitieron establecer un proyecto de ejecución inmediata, para drenar parte del caudal del Periférico, por dos vías radiales, hacia el Anillo Interior. Así nacieron las radiales de Río San Joaquín y de Parque Vía, actualmente en operación. Su objetivo es el de ligar la autopista México-Querétaro con el anillo citado, en forma directa. Una vez en éste, los usuarios tendrán una forma expédita de rodear el centro de la ciudad y penetrar a él por la calle que le signifique menor problema. Simultáneamente a éstas obras viales deben realizarse otras de diversa magnitud, desde pasos a desnivel hasta una serie de reformas mediante la supresión de glorietas y la introducción de isletas de canalización y control de semáforos.

A partir de la divulgación del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, todos los centros de población en el país se dieron a la tarea de producir los instrumentos destinados a regular, normar y orientar su crecimiento durante los próximos 20 años.

Con tal motivo y siguiendo las políticas y línea---

mientos que marca el citado Plan Nacional, la Ciudad de México ha elaborado el Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, cuya meta al año 2000 se pretende lograr mediante la organización territorial de tres áreas perfectamente definidas. La primera contiene las superficies susceptibles de desarrollo logradas mediante la reedensificación e integración de actividades complementarias. La segunda consiste en áreas de amortiguamiento -- destinadas a la recreación y servicios con baja densidad de construcción y por último las zonas de preservación ó de reserva que contendrán las actividades agropecuarias, forestales y de recarga acuífera.

El plan se ha desarrollado mediante planes parciales correspondientes a cada delegación en las que está dividida la ciudad. El crucero en estudio se encuentra -- enclavado en la delegación Coyoacán, quedando sujeto a los planes de vialidad que marca el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de esa delegación.

El cual está definido por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, D.D.F., ya que es la dependencia que tiene a su cargo el estudio y proyecto de los problemas de tránsito que sufre la Ciudad de México, y su repercusión en el problema global urbano. Por lo que se trató -- de investigar por medio de este organismo sobre los planes existentes para este crucero en particular.

Se encontró que hasta el momento de realizar esta -- investigación, dicha dependencia no ha definido con exactitud una solución a este crucero, ya que se habla de la inevitable construcción de un puente elevado en el senti

do de la Av. de Las Torres pero aún no se muestra proyecto alguno.

En cuanto a darle continuidad a el eje vial 10 Sur en dirección hacia el poniente, existe un problema a la altura de la Calzada de Tlalpan, ya que aún no se ha definido la avenida por donde se hará este cruce. Esto se debe a que el sitio mencionado debe contar con una adecuada estación de bombeo en perfecto funcionamiento ya que alojará un paso a desnivel y como consecuencia un problema de drenaje de aguas pluviales.

1.3 DATOS OPERACIONALES

a) Inventario de Señalamiento Horizontal y Vertical.

El señalamiento horizontal con que cuenta el cruce-ro consiste básicamente en marcas en el pavimento tales como: pasos peatonales, líneas de alto y rayas separadoras de carriles.

El señalamiento vertical está formado por señales - informativas, restrictivas y preventivas. Se cuenta con señales informativas de decisión, cuyos tableros están - colocados en bandera.

Las señales restrictivas consisten en discos de --- prohibiciones de estacionamiento, señales de alto y ---- prohibición de vuelta izquierda. El señalamiento preven-tivo consta unicamente de señales de zona escolar. En el plano Núm. 4 se ha resumido el inventario de señales, in-dicándose ahí el tipo y la ubicación de cada señal.

b) Inventario de semáforos.

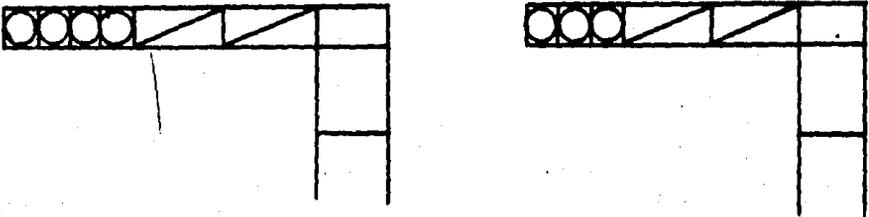
La intersección se encuentra actualmente controlada mediante semáforos de tiempo fijo. En cuanto a la sincro-nía de estos, no pertenecen a un sistema ya que se trata de una intersección aislada. Todos los semáforos reciben alimentación eléctrica directamente del alumbrado públi-co.

Las 9 cabezas de semáforos que regulan el tránsito en el cruce-ro, están instalados sobre las ménsulas lar-gas de las unidades de soporte multiple (U.S.M.) ubica-das en cada uno de los accesos y salidas de el cruce-ro.

De la totalidad de las cabezas de semáforos, 5 cons-tan de 3 lentes y 4 están constituidos por 4 lentes.

En la siguiente figura se ilustran las características de los semáforos existentes.

FIGURA



En el plano # 5 se muestra la ubicación, distribución y tipo de los semáforos que controlan el cruce.

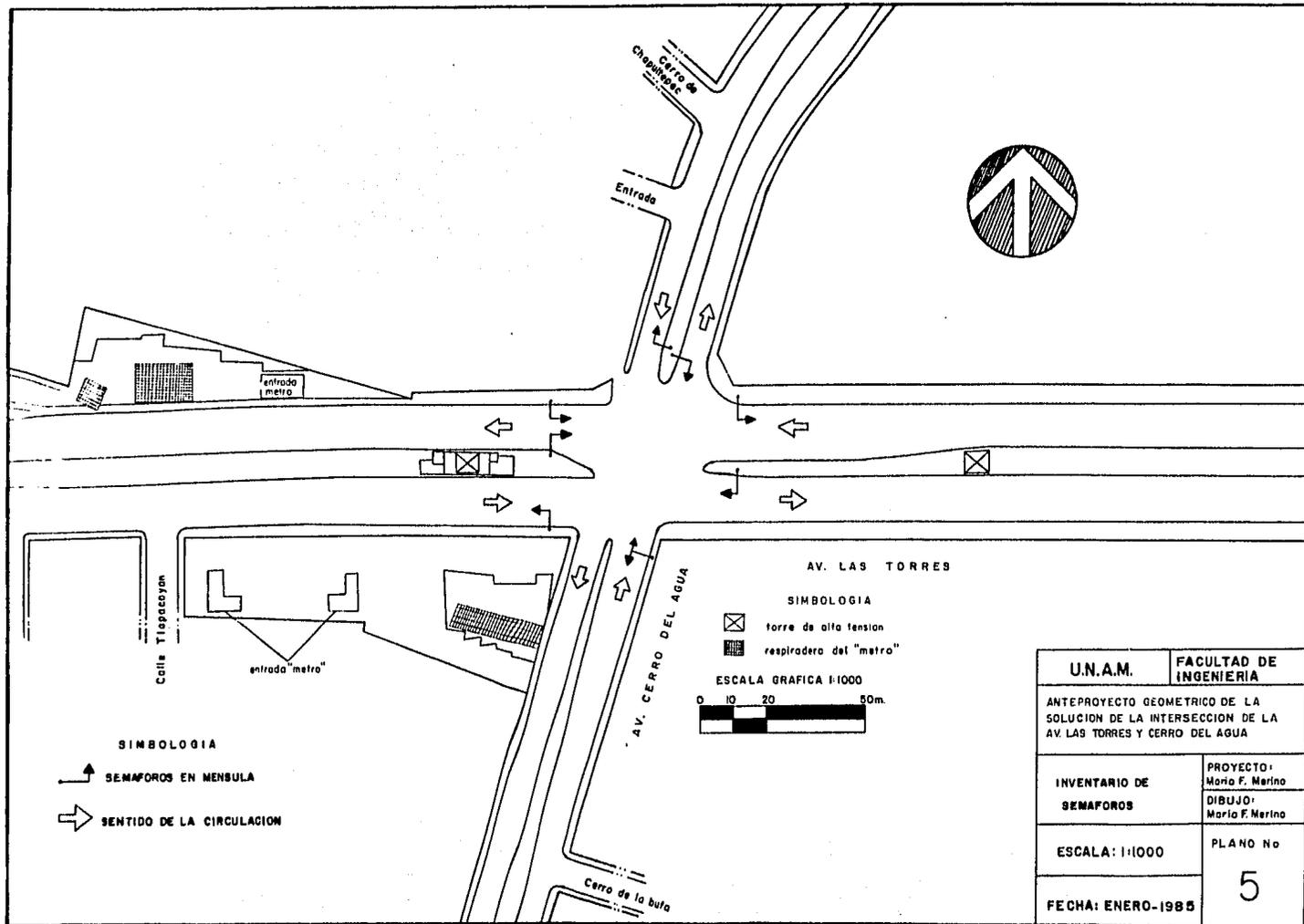
El ciclo de todos los semáforos es de 80 segundos en forma permanente; ya que no se tiene la intervención de a gentes de tránsito que alteren este ciclo en las horas de máxima demanda como sucede en otras intersecciones.

El flujo vehicular está dividido en 3 fases correspondientes a cada movimiento en la intersección tal y como se ilustra en la figura "A".

c) Aforos vehiculares de 16 horas.

Para conocer el número de vehículos que circulan en la intersección se han hecho aforos durante 16 horas continuas en los accesos Norte y Oriente del cruce ya que son los mas congestionados. En este recuento se toma la totalidad de vehículos que componen el volumen de tránsito con el propósito de conocer las horas en que se presentan los volúmenes máximos.

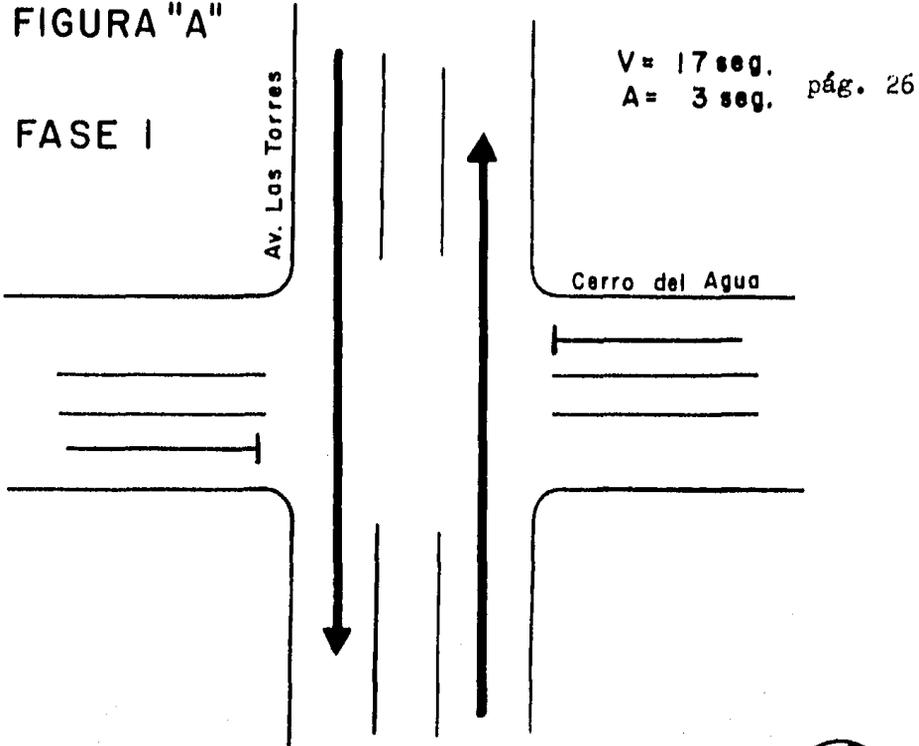
Se hicieron observaciones para determinar el compor-



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
ANTEPROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION DE LA INTERSECCION DE LA AV. LAS TORRES Y CERRO DEL AGUA	
INVENTARIO DE SEMAFOROS	PROYECTO: Maria F. Merino DIBUJO: Maria F. Merino
ESCALA: 1:1000	PLANO No
FECHA: ENERO-1985	5

FIGURA "A"

FASE 1



FASE 2

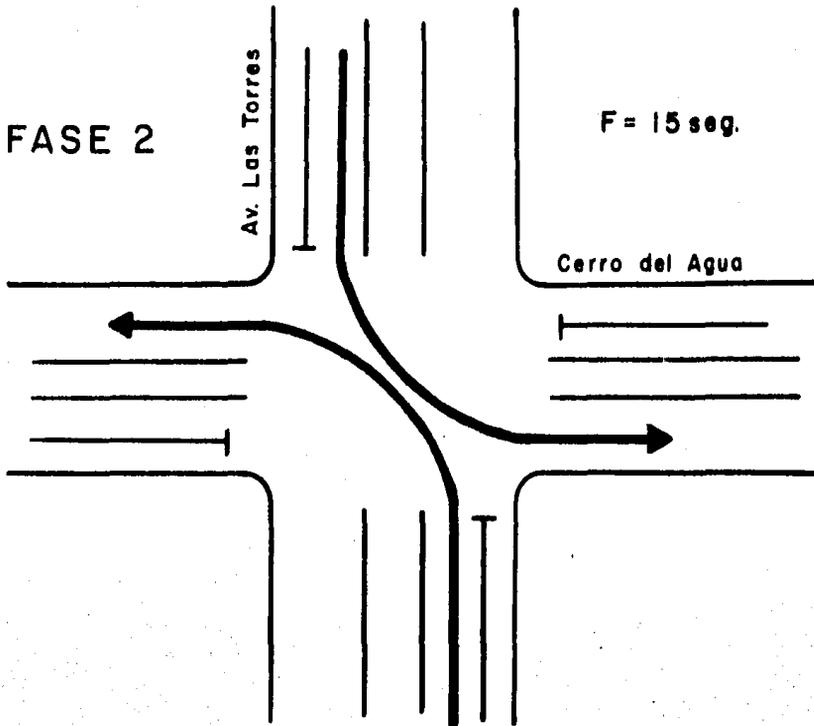
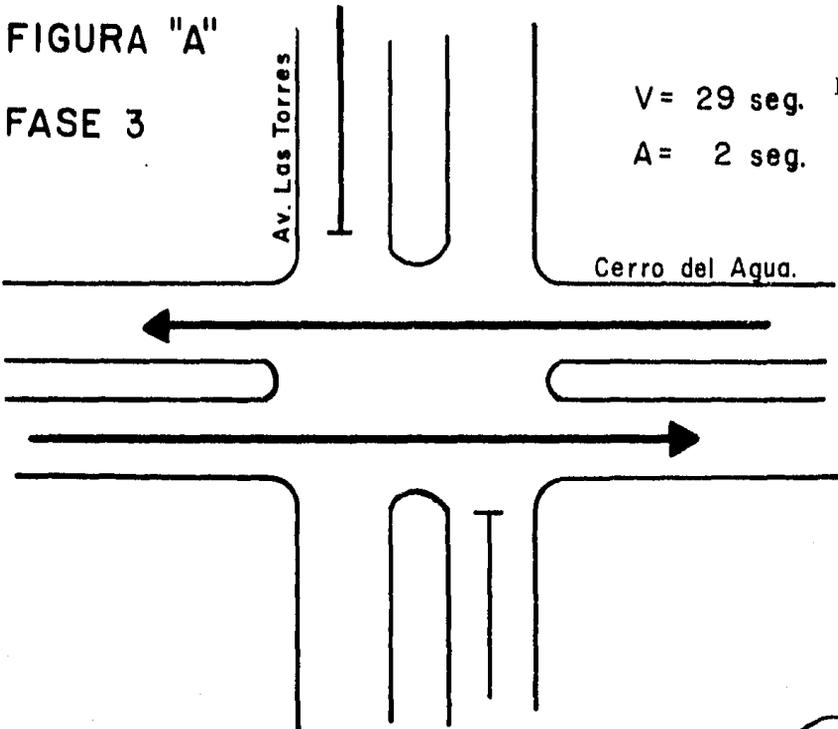
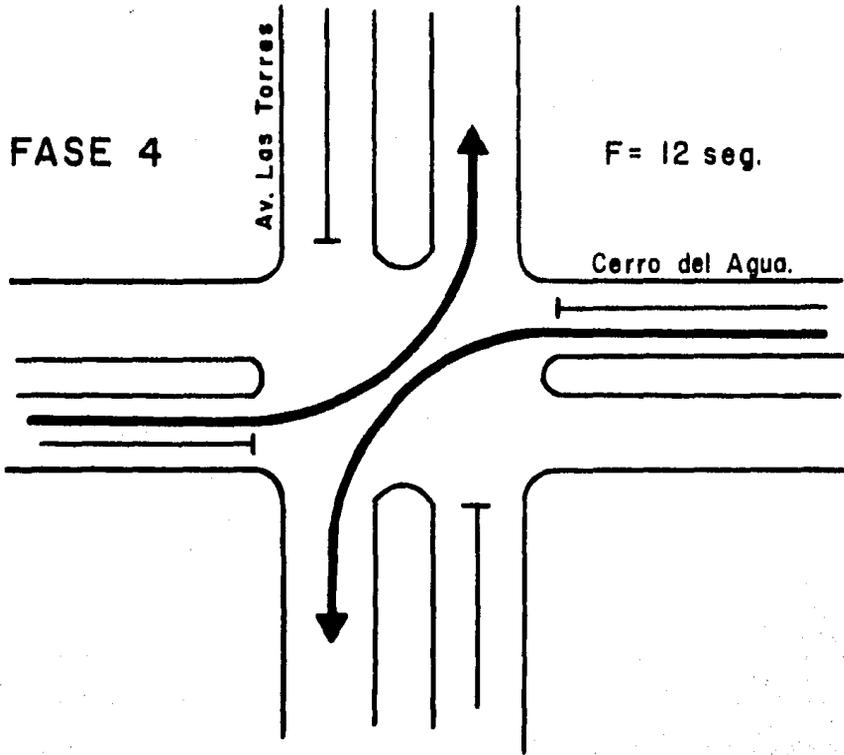


FIGURA "A"

FASE 3



FASE 4



tamiento del tránsito y se establecieron los días de máxima demanda, que para esta intersección resultaron ser martes y miércoles. Los recuentos se hicieron manualmente a través de personal de campo utilizando contadores manuales. En las figs. 1 y 2 se muestran las formas de aforo de 16 horas utilizadas para esta intersección en donde se anotan los volúmenes registrados así como algunos datos complementarios.

Dentro de los volúmenes máximos que se tomaron en el día del aforo, hay algunos periodos tomados de una hora en los que el recuento resulta mayor que en las horas restantes. A esos periodos se les denomina horas de máxima demanda. Para este caso resultaron ser de las 7 a las 8 de la mañana y de las 5 a las 6 de la tarde.

La variación de volúmenes en esta intersección se presenta de la siguiente manera: para el acceso Oriente, "AV. DE LAS TORRES" se observan volúmenes superiores a los 2000 vehículos por hora, de las 7 a las 8 de la mañana notándose una visible diferencia en las horas posteriores ya que el promedio de ocupación del acceso es del orden de los 1000 vehículos por hora.

Para el acceso Norte, de "CERRO DEL AGUA", sucede lo mismo que en el acceso Oriente; los volúmenes más altos se presentan de las 7 a las 8 de la mañana para después ir descendiendo conforme pasan las horas hasta las 14 horas en que comienza a aumentar nuevamente hasta presentarse otra hora de máxima demanda que será de las 17 a las 18 horas. Lo anterior se muestra objetivamente en la gráfica de la figura # 3 que se anexa a continuación.

VOLUMENES DE TRANSITO

FIGURA N° 1

pág. 29

INTERSECCION AV. DE LAS TORRES(EJE 10 SUR) Y AV. CERRO DEL AGUA
 COLONIA COPILOCO DIA DE LA SEMANA MIERCOLES
 CIUDAD MEXICO, D. F. FECHA 23-1-1985
 CONDICIONES ATMOSFERICAS DESPEJADO Y DEL PAVIMENTO BUENAS
 ACCESO ORIENTE - AV. DE LAS TORRES

TIEMPO DE OBSERVACION		TRANSITO EN EL ACCESO	
6:00	6:15	60	
6:15	6:30	113	
6:30	6:45	212	
6:45	7:00	412	
TOTAL		817	
7:00	7:15	305	
7:15	7:30	523	
7:30	7:45	600	
7:45	8:00	601	
TOTAL		2229	←
8:00	8:15	481	
8:15	8:30	467	
8:30	8:45	412	
8:45	9:00	484	
TOTAL		1844	
9:00	9:15	331	
9:15	9:30	292	
9:30	9:45	259	
9:45	10:00	203	
TOTAL		1085	
10:00	10:15	252	
10:15	10:30	252	
10:30	10:45	248	
10:45	11:00	248	
TOTAL		998	
11:00	11:15	213	
11:15	11:30	227	
11:30	11:45	214	
11:45	12:00	245	
TOTAL		899	
12:00	12:15	225	
12:15	12:30	223	
12:30	12:45	288	
12:45	13:00	242	
TOTAL		978	
13:00	13:15	235	
13:15	13:30	273	
13:30	13:45	261	
13:45	14:00	286	
TOTAL		1055	

TIEMPO DE OBSERVACION		TRANSITO EN EL ACCESO	
14:00	14:15	277	
14:15	14:30	290	
14:30	14:45	244	
14:45	15:00	216	
TOTAL		1027	
15:00	15:15	237	
15:15	15:30	246	
15:30	15:45	254	
15:45	16:00	273	
TOTAL		1010	
16:00	16:15	296	
16:15	16:30	279	
16:30	16:45	218	
16:45	17:00	256	
TOTAL		1049	
17:00	17:15	248	
17:15	17:30	283	
17:30	17:45	229	
17:45	18:00	255	
TOTAL		1015	
18:00	18:15	205	
18:15	18:30	201	
18:30	18:45	202	
18:45	19:00	185	
TOTAL		793	
19:00	19:15	154	
19:15	19:30	162	
19:30	19:45	175	
19:45	20:00	116	
TOTAL		607	
20:00	20:15	144	
20:15	20:30	165	
20:30	20:45	153	
20:45	21:00	129	
TOTAL		591	
21:00	21:15	87	
21:15	21:30	108	
21:30	21:45	109	
21:45	22:00	92	
TOTAL		396	

SUMA TOTAL 16,393 vehiculos.

OBSERVADOR MARIO MERINO PEREZ

VOLUMENES DE TRANSITO

FIGURA N° 2

INTERSECCION AV. DE LAS TORRES (EJE 10 SUR) Y AV. CERRO DEL AGUA
 COLONIA COPILCO DIA DE LA SEMANA MIERCOLES
 CIUDAD MEXICO, D.F. FECHA 23-1-1965
 CONDICIONES ATMOSFERICAS _____ Y DEL PAVIMENTO BUENAS
 ACCESO NORTE - AV. CERRO DEL AGUA

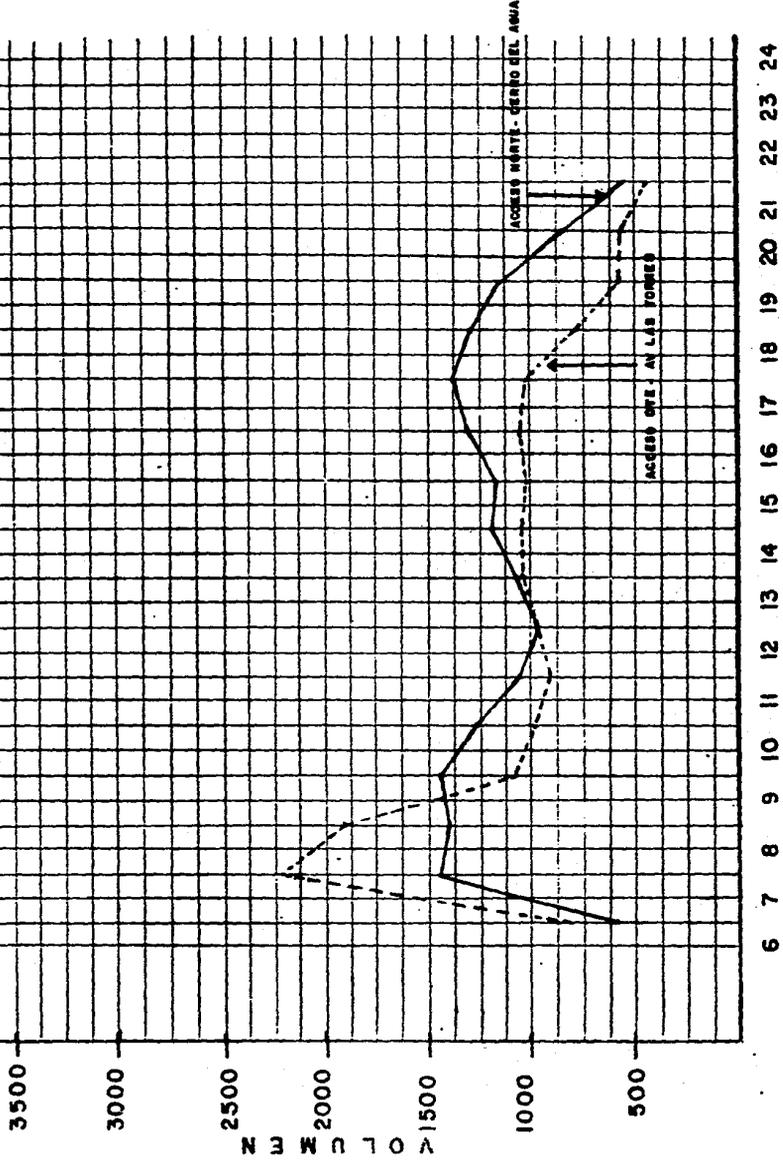
TIEMPO DE OBSERVACION		TRANSITO EN EL ACCESO				TIEMPO DE OBSERVACION		TRANSITO EN EL ACCESO			
6:00	6:15	23									
6:15	6:30	59									
6:30	6:45	189									
6:45	7:00	321									
TOTAL		592									
7:00	7:15	413									
7:15	7:30	354									
7:30	7:45	342									
7:45	8:00	344									
TOTAL		1453									
8:00	8:15	341									
8:15	8:30	361									
8:30	8:45	349									
8:45	9:00	354									
TOTAL		1405									
9:00	9:15	393									
9:15	9:30	374									
9:30	9:45	315									
9:45	10:00	368									
TOTAL		1450									
10:00	10:15	333									
10:15	10:30	315									
10:30	10:45	304									
10:45	11:00	308									
TOTAL		1260									
11:00	11:15	277									
11:15	11:30	270									
11:30	11:45	250									
11:45	12:00	271									
TOTAL		1068									
12:00	12:15	271									
12:15	12:30	219									
12:30	12:45	241									
12:45	13:00	254									
TOTAL		985									
13:00	13:15	275									
13:15	13:30	279									
13:30	13:45	256									
13:45	14:00	261									
TOTAL		1071									
14:00	14:15	266									
14:15	14:30	327									
14:30	14:45	345									
14:45	15:00	258									
TOTAL		1196									
15:00	15:15	271									
15:15	15:30	246									
15:30	15:45	283									
15:45	16:00	348									
TOTAL		1148									
16:00	16:15	404									
16:15	16:30	317									
16:30	16:45	277									
16:45	17:00	316									
TOTAL		1314									
17:00	17:15	383									
17:15	17:30	341									
17:30	17:45	314									
17:45	18:00	338									
TOTAL		1376	←								
18:00	18:15	349									
18:15	18:30	313									
18:30	18:45	331									
18:45	19:00	305									
TOTAL		1298									
19:00	19:15	344									
19:15	19:30	276									
19:30	19:45	264									
19:45	20:00	246									
TOTAL		1130									
20:00	20:15	247									
20:15	20:30	280									
20:30	20:45	207									
20:45	21:00	164									
TOTAL		898									
21:00	21:15	187									
21:15	21:30	143									
21:30	21:45	123									
21:45	22:00	91									
TOTAL		544									

SUMA TOTAL 18,138 vehiculos.

OBSERVADOR MARIO MERINO PEREZ

GRAFICA DE VARIACION HORARIA DE VOLUMENES DE TRANSITO

pág. 32



HORAS INVESTIGADAS

INTERSECCION AV. LAS TORRES Y AV. CERRO DEL AGUA

FECHA 23-1-65

FIGURA N° 3

d) Aforos Direccionales.

Conocidas las horas en las cuales se presentan los volúmenes de tránsito máximo se puede realizar el recuento de vehículos identificándolos de acuerdo a su movimiento y a su clasificación. Para realizar dichos aforos se usaron las formas de campo como la que se muestra en la siguiente hoja.

El registro de los vehículos se hizo de acuerdo a sus características y al uso correspondiente. Se clasificaron como "A" los automóviles de uso público y particular, las camionetas en sus diferentes tipos, como guayín y pick-up, así como las motocicletas; como "B" los autobuses utilizados para el transporte de pasajeros, ya sean de servicio público ó particular y en la modalidad de urbano ó foráneo; finalmente, como "C" los vehículos destinados al transporte de carga con mas de 4 llantas. Lo anterior se puede apreciar en la forma de campo utilizada.

De los aforos vehiculares durante 16 horas mencionadas anteriormente, se observaron varias horas de máxima demanda. Sumando los volúmenes de los accesos principales se vió que la hora de mayores volúmenes ocurre de las 7 a las 8 horas y de las 17 a las 18 horas. En las figuras Núm. 4 y 5 se muestran los resultados de los recuentos vehiculares A.M. y P.M. indicándose la clasificación y cantidad de los movimientos efectuados.

e) Aforos Peatonales.

El peatón es un factor importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el pun-

VOLUMENES DE TRANSITO

HOJA DE CAMPO

INTERSECCION _____ DE LA CALLE _____

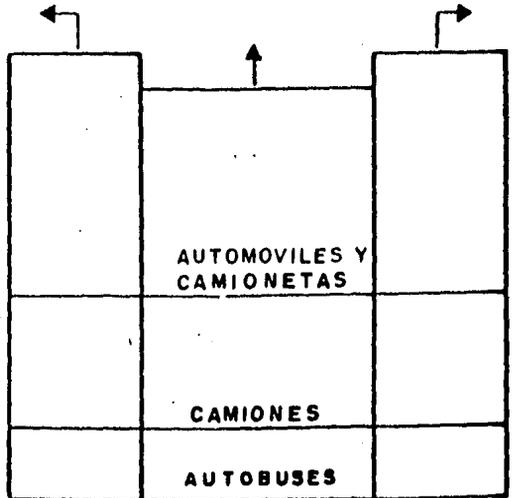
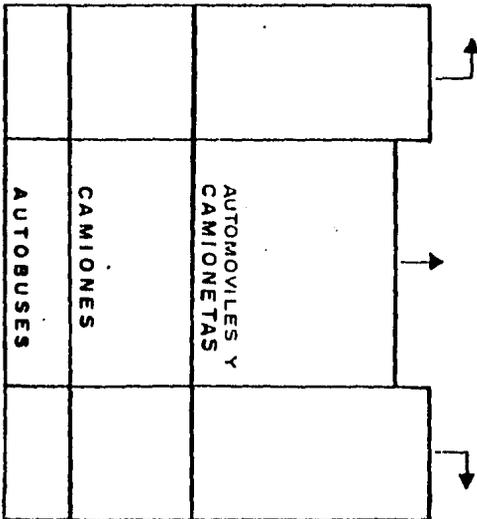
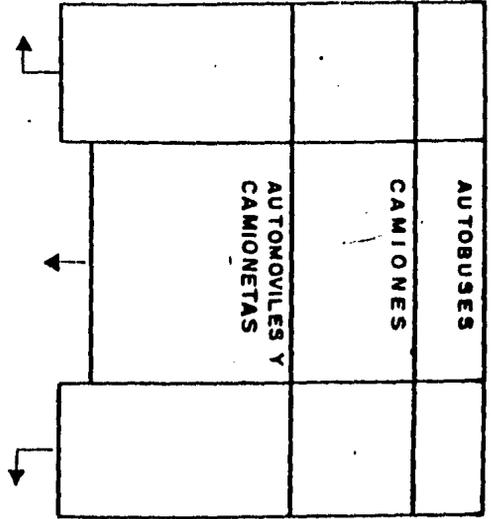
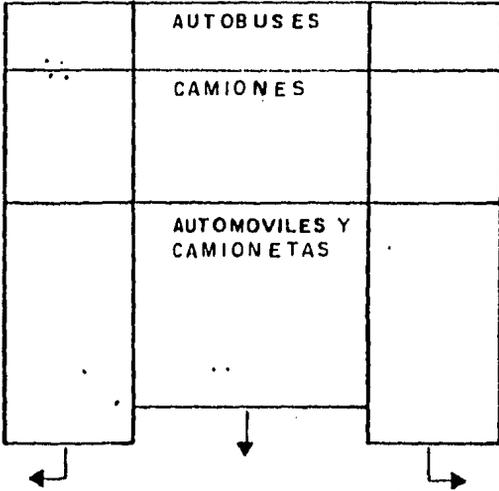
TRANSITO EN EL SENTIDO (N) (S) (E) (O) _____

COLONIA _____ DIA DE LA SEMANA _____

CIUDAD _____ FECHA _____

CONDICIONES ATMOSFERICAS _____ Y DEL PAVIMENTO _____

PERIODO QUE CUBRE, DE LAS _____ h, A LAS _____ h



OBSERVADOR _____ ANOTADOR _____

VOLUMENES DIRECCIONALES DE TRANSITO

HOJA DE RESUMEN GRAFICO

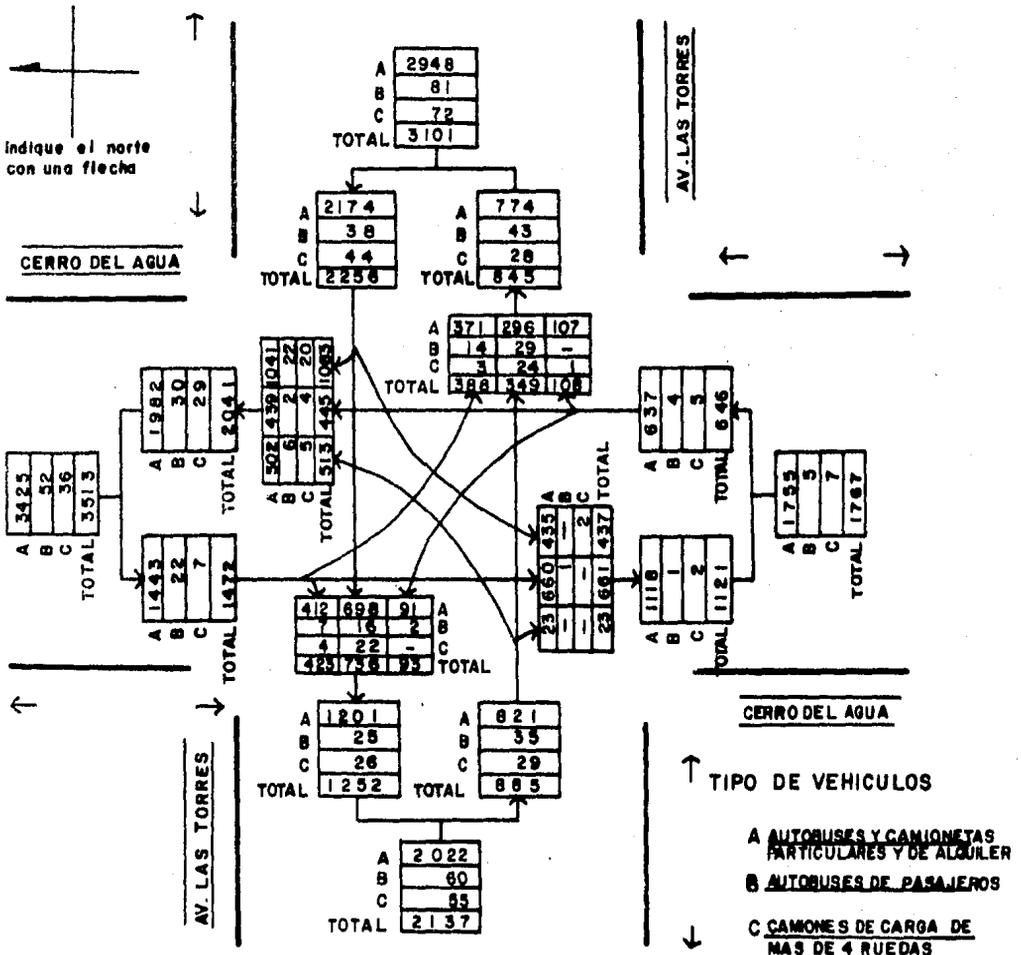
pág. 34

POBLACION MEXICO, D.F. FECHA 29-1-85

CRUCE DE AV. DE LAS TORRES Y AV. CERRO DEL AGUA

DE LAS 700 A LAS 800 HRS. DURACION 1 HRA. DIA DE LA SEMANA MARTES

CONDICIONES ATMOSFERICAS NUBLADO ESTADO DE PAVIMENTO BUENO



OBSERVACIONES.

figura no 4

VOLUMENES DIRECCIONALES DE TRANSITO

HOJA DE RESUMEN GRAFICO

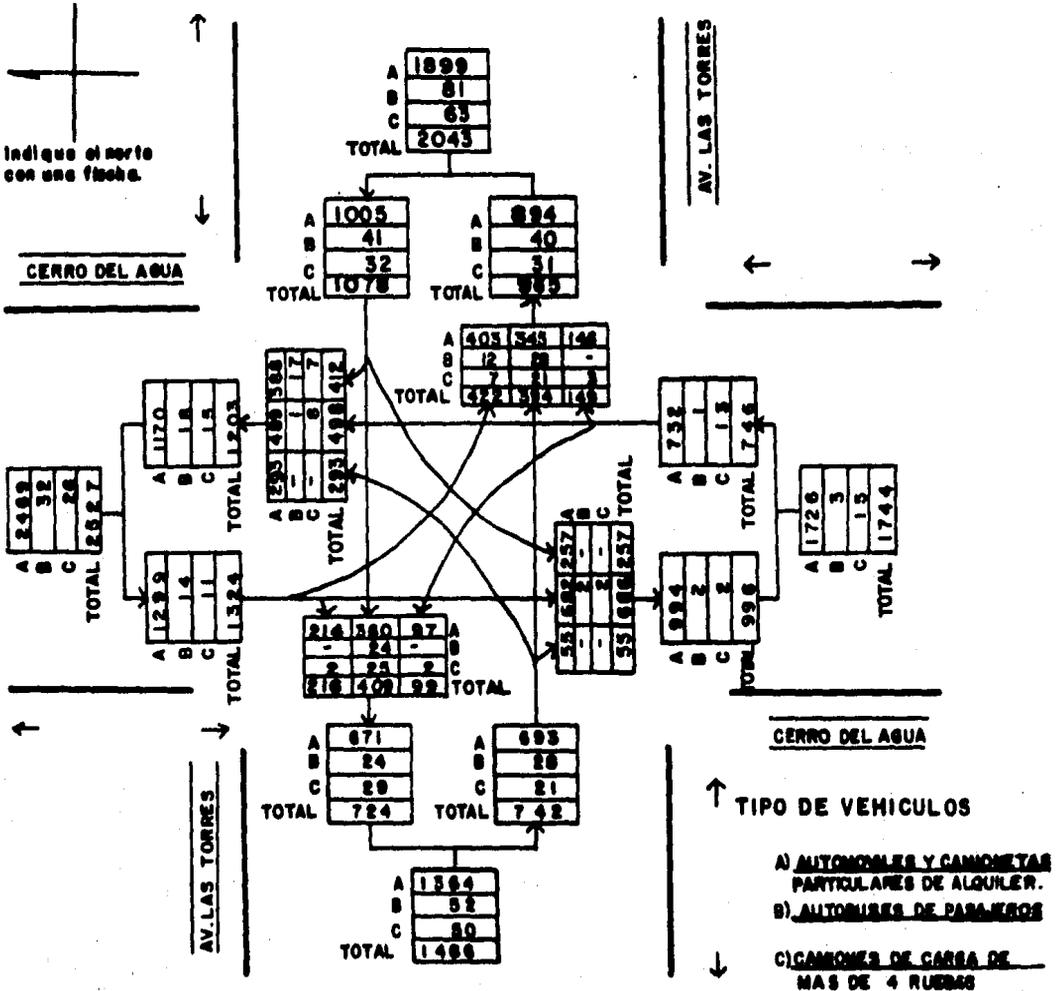
pág- 35

POBLACION MEXICO, D.F. FECHA 29-1-85

CRUCE DE AV. LAS TORRES Y AV. CERRO DEL AGUA

DE LAS 17:00 A LAS 19:00 HRS. DURACION 1.00 HRA DIA DE LA SEMANA MARTES

CONDICIONES ATMOSFERICAS DESPEJADO ESTADO DE PAVIMENTO BUENAS



OBSERVACIONES

to de vista de su seguridad. Generalmente es más renuente a obedecer las leyes de tránsito, por lo que complica los problemas de circulación. Por dicha causa un gran porcentaje de las personas muertas en accidentes de tránsito son peatones.

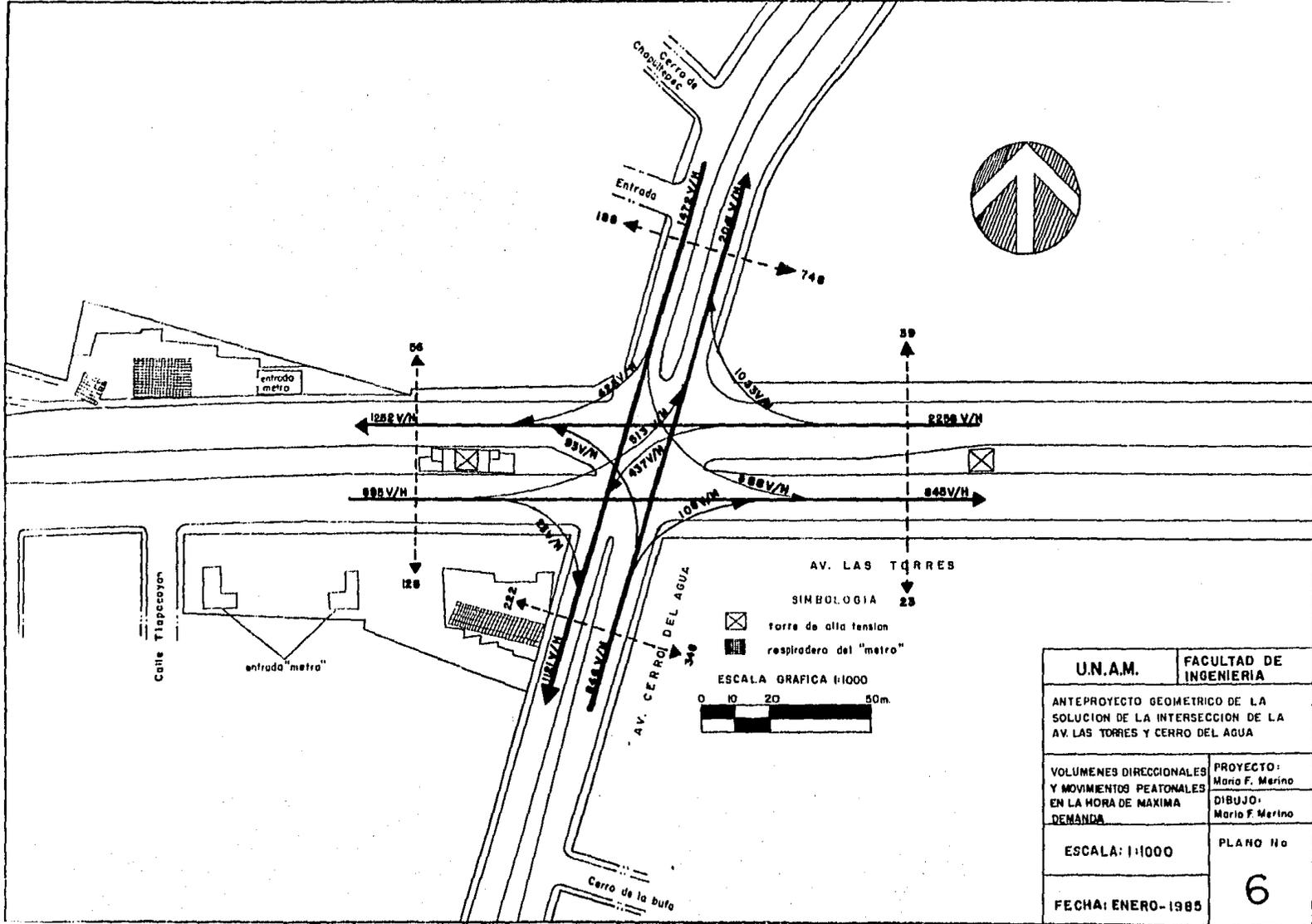
En el cruce en estudio los movimientos peatonales efectuados fueron registrados por medio de aforos directos utilizando formas especiales. Los aforos peatonales se hicieron en las horas en que se presenta el mayor volumen vehicular. La razón por la que se ha tomado la hora de máxima demanda vehicular para hacer el conteo de peatones se debe a que cuando se presenta la circulación con volúmenes máximos, es una indicación clara que la zona se encuentra en gran actividad, y por lo tanto, se tendrán los mayores conflictos entre peatones y vehículos.

En la siguiente figura se presenta el mapa de volúmenes de tránsito de vehículos, al que se ha agregado el volumen de peatones correspondiente a la hora de máxima demanda. Ver plano # 6.

f) Accidentes de Tránsito.

Las estadísticas de accidentes constituyen un valioso auxiliar para el conocimiento de las condiciones de operación de las calles, avenidas y sus cruces. Esa información es valiosa para precisar fallas operacionales que pueden mejorarse con los proyectos geométricos y los dispositivos de control.

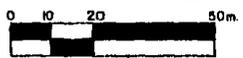
Aunque no es posible registrar todos los hechos viales que acontecen, debido principalmente a que en acci--



SIMBOLOGIA

-  torre de alta tension
-  respiradero del "metro"

ESCALA GRAFICA 1:1000



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
ANTEPROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION DE LA INTERSECCION DE LA AV. LAS TORRES Y CERRO DEL AGUA	
VOLUMENES DIRECCIONALES Y MOVIMIENTOS PEATONALES EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA	PROYECTO: Mario F. Merino DIBUJO: Mario F. Merino
ESCALA: 1:1000	PLANO No 6
FECHA: ENERO-1985	

dentes con daños de poca cuantía los conductores llegan a un arreglo, la información recabada por las Agencias - del Ministerio Público y proporcionada a El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática a través de su Dirección General de Estadística, son de gran utilidad para los fines que se persiguen en el estudio.

Como se mencionó anteriormente no es posible registrar accidentes con daños de poca cuantía ya que como se dijo, en la mayoría de los casos los conductores llegan a un arreglo y como consecuencia esta información no llega a la fuente recabadora. Este es el caso que se presenta en esta intersección ya que al investigar por este medio el número de accidentes de tránsito ocurrido en el año de 1984, sólo se encontró un accidente registrado; y el cual fue una colisión de vehículos, ocurrida el día - sábado a la 1:20 A.M. del día 22 de junio de 1984 donde la causa aparente del accidente fue el conductor, de sexo masculino el cual según la información se dió a la fuga. La estimación de los daños materiales fue de: ----- \$50,000.00.

La ausencia de información hace pensar que los accidentes que pudieran haber ocurrido en esta intersección han sido de poca importancia, llegando a un arreglo los conductores involucrados. Trayendo esto como consecuencia, la fuga de información.

La forma en la cual recaba la información la dependencia antes mencionada se muestra en la siguiente hoja.

g) Inventario de Rutas del Transporte Público.

Las rutas de autobuses que dan el servicio de trans



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

Forma EE -4-8

Modelo 1984

pág. 39

ACCIDENTES DE TRANSITO TERRESTRE EN CENTROS
URBANOS Y SUBURBANOS

I. FUENTE INFORMATIVA Nombre y ubicación de la oficina que rinde los datos

Espacio para Etiqueta

REGISTRADOS DURANTE EL MES DE _____ DE 19 ____

II. HORA, DIA Y LUGAR DONDE OCURRIO EL ACCIDENTE

Hora Día Mes Año Día de la semana

Calle, avenida, etc.

Localidad

Municipio

Entidad federativa

Para los siguientes capítulos véanse instrucciones al reverso

III. TIPO DE ACCIDENTE

Márquese con X el círculo correspondiente

- Colisión con peatón (atropellamiento)
- Colisión con vehículo automotor
- Colisión con objeto fijo
- Volcadura
- Caída de pasajero
- Otros

IV. DATOS DEL VEHICULO

Márquese con X el tipo de vehículo

- Automóvil Tranvía o trolébus
- Camioneta de carga Ferroviario
- Autobús Motocicleta
- Camión sencillo Bicicleta
- Camión combinado Otro no especificado

V. CAUSA DETERMINANTE O PRESUNTA DEL ACCIDENTE

Márquese con X

- Conductor(es) de vehículo(s)
- Peatones o viajeros
- Falta del vehículo
- Condiciones del camino
- Otras

VI. CAPA DE RODAMIENTO DONDE OCURRIO

- Pavimentada
- No pavimentada

VIII. DATOS DEL CONDUCTOR

Hombre Mujer Se fugó

VII. CLASE DE VICTIMAS

CONCEPTO	SALDO	
	Muertos	Heridos
<input type="checkbox"/> Conductor		
<input type="checkbox"/> Pasajero		
<input type="checkbox"/> Peatón		
<input type="checkbox"/> Otros		
TOTAL		

IX. ESTIMACION DE DAÑOS MATERIALES

DAÑOS CAUSADOS A: PESOS (omite centavos)

- Vehículos _____
 - Propiedad del Estado _____
 - Propiedad particular _____
 - Otros daños _____
- SUMA _____

SELLO DE LA OFICINA

FIRMA

porte al público en el cruce de AV. LAS TORRES y CERRO DEL AGUA pertenecen a una ruta que es manejada por el Departamento del Distrito Federal (RUTA 100).

En esta intersección dan servicio las siguientes rutas:

- 1.- Ruta 125-A Metro Taxqueña-Sto. Domingo por Manifiesto.
- 2.- Ruta 126-A Metro Taxqueña-I.M.P.I. por Cristo
- 3.- Ruta 126 Metro Taxqueña-I.M.P.I.
- 4.- Ruta 19-A Coyoacán-Metro Taxqueña
- 5.- Ruta Centro Médico-Sta. Ursula
- 6.- Ruta 126 C.C.H. Sur-Metro Taxqueña
- 7.- Ruta 128 San Bernabé-Metro C.U. por Escuela
- 8.- Ruta 119 Sta. Teresa-Metro C.U.
- 9.- Ruta 125 Torres de Padierna-Metro C.U.
- 10.-Ruta 128 San Bernabé-Metro C.U.
- 11.-Ruta 64 Cerro del Judío-Tezonco.

La frecuencia del paso de los autobuses, en todas las rutas es muy variable. En el plano # 7 se indican los movimientos que realizan los autobuses públicos de las rutas antes mencionadas, además de los espacios de la calle utilizados para ascenso y descenso de los usuarios. Puede observarse que los vehículos casi siempre invaden el carril del autobús, por lo que al detenerse éste, no avanzan a pesar de tener la luz verde.

También se registraron rutas de automóviles colectivos; y son las siguientes:

SIMBOLOGIA

RUTA

TRANSPORTE RUTA 100

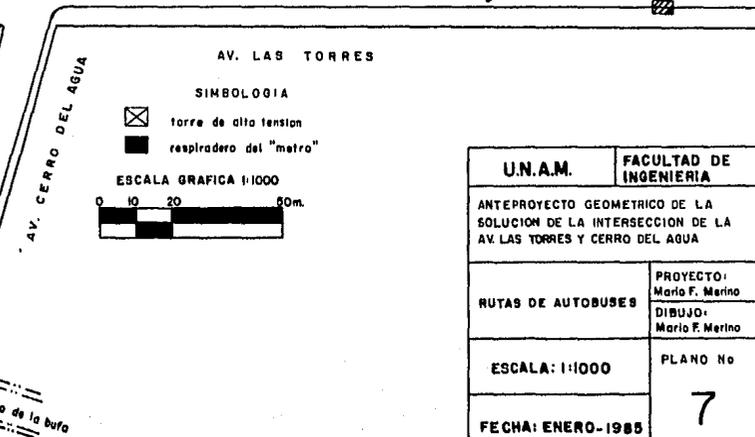
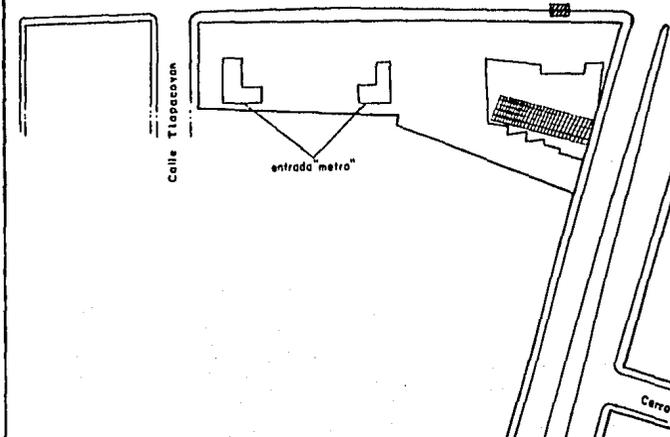
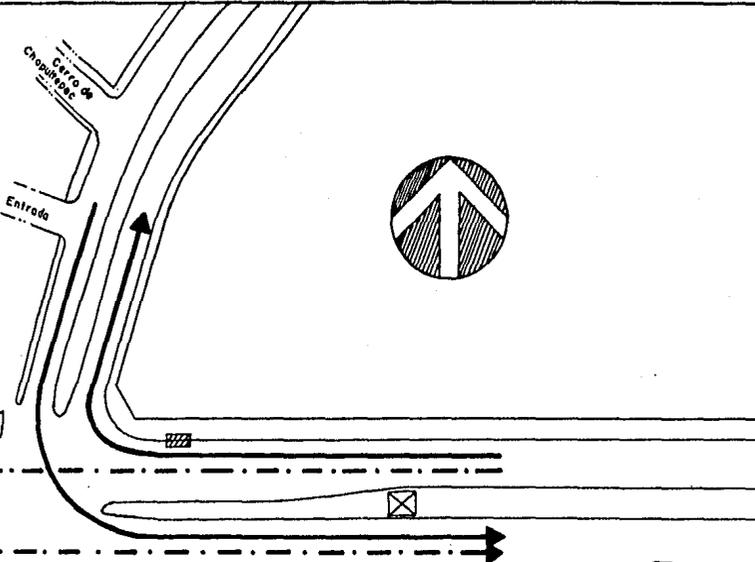
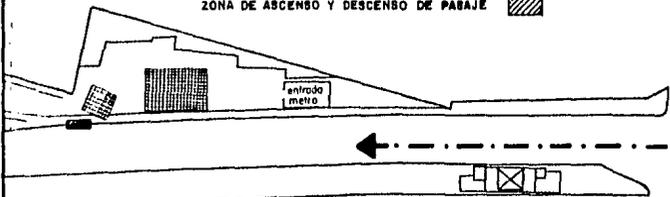
- 126-A METRO TAXQUEÑA-STO DOMINGO
- 126-A METRO TAXQUEÑA-IMPI.
- 125 METRO TAXQUEÑA-I.M.P.I.
- 19-A COYOACAN-METRO TAXQUEÑA
- 128 CENTRO MEDICO-STAS URSULA
- 120 G.C.H. SUR-METRO TAXQUEÑA

GRUPO No 1

- 124 SAN BERNABE-METRO UNIVERSIDAD
- 119 STA TERESA-METRO UNIVERSIDAD
- 125 TORRES DE PADIENNA-METRO UNIVERSIDAD
- 128 SAN BERNABE-METRO UNIVERSIDAD
- 64 CERRO DEL JUDIO-TEZOMCO

GRUPO No 2

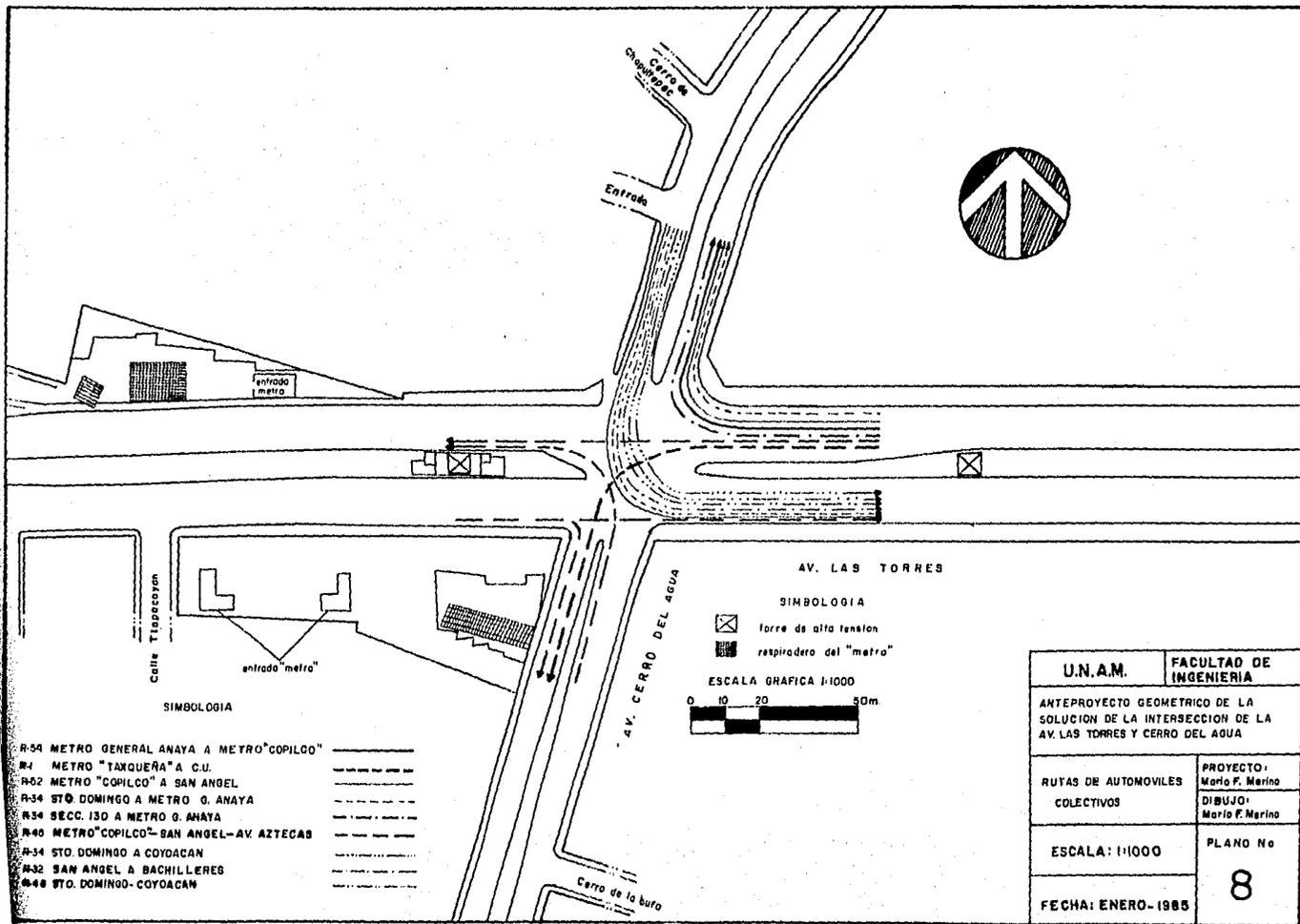
ZONA DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJE



U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
ANTEPROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION DE LA INTERSECCION DE LA AV. LAS TORRES Y CERRO DEL AGUA	
RUTAS DE AUTOBUSES	PROYECTO: Mario F. Marino DIBUJO: Mario F. Marino
ESCALA: 1:1000	PLANO No 7
FECHA: ENERO-1985	

- 1.- Ruta 54 Metro General Anaya-Metro Copilco
- 2.- Ruta 1 Metro Taxqueña-C.U.
- 3.- Ruta 52 Metro Copilco-San Angel
- 4.- Ruta 34 Sto. Domingo-Metro General Anaya
- 5.- Ruta 34 Sección 130-Metro General Anaya
- 6.- Ruta 45 Metro Copilco-San Angel-Av. Aztecas
- 7.- Ruta 34 Sto. Domingo-Coyoacán
- 8.- Ruta 32 San Angel-Bachilleres
- 9.- Ruta 48 Santo Domingo-Coyoacán.

En el plano # 8 se muestran los movimientos que realizan los automóviles colectivos de las rutas mencionadas.



- SIMBOLOGIA**
- R-54 METRO GENERAL ANAYA A METRO COPILCO
 - R-4 METRO TANQUEERA A C.U.
 - R-02 METRO COPILCO A SAN ANGEL
 - R-34 STO. DOMINGO A METRO O. ANAYA
 - R-34 SECC. 130 A METRO O. ANAYA
 - R-40 METRO COPILCO - SAN ANGEL - AV. AZTECAS
 - R-34 STO. DOMINGO A COYOACAN
 - R-32 SAN ANGEL A BACHILLERES
 - R-48 STO. DOMINGO - COYOACAN

SIMBOLOGIA

- torre de alta tension
- respiradero del "metro"

ESCALA GRAFICA 1:1000

U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
ANTEPROYECTO GEOMETRICO DE LA SOLUCION DE LA INTERSECCION DE LA AV. LAS TORRES Y CERRO DEL AGUA	
RUTAS DE AUTOMOVILES COLECTIVOS	PROYECTO: Mario F. Marino DIBUJO: Mario F. Marino
ESCALA: 1:1000	PLANO No 8
FECHA: ENERO-1985	

n) Estudio de Velocidades y Demoras.

En los sistemas de vialidad urbana una medida de la calidad del flujo son las velocidades vehiculares. Una forma de medirlo es por medio de estudios de tiempos de recorrido y demoras, a lo largo de un tramo de la vía. Se trata de determinar los lugares donde ocurren las demoras del tránsito y las causas que ocasionan dichos retardos. Es evidente que cuando se realizan dichos estudios, las mayores demoras ocurren en las intersecciones, por lo que esos lugares requieren un tratamiento especial.

Para efectuar el estudio de tiempos de recorrido, se utilizó el método de la observación de placas de circulación, que aunque no proporciona información sobre las causas de demoras, se obtiene buena exactitud en los tiempos y velocidades de recorrido. Las observaciones se realizaron en las horas de máxima demanda.

Para realizar el estudio se seleccionó un tramo de manera tal que el crucero quedara incluido en él. Se trataba de medir los tiempos que invertían los conductores para entrar al crucero y salir de él. Se situaron 2 personas en cada extremo del tramo seleccionado, un observador provisto de un cronómetro y un anotador con hojas de campo. Se anotaron las 3 cifras últimas de las placas de los vehículos que pasaban frente a ellos, así como la hora.

Posteriormente, en gabinete, se determinó la diferencia entre los tiempos de observación correspondiente a cada placa, que serán los tiempos de recorrido de cada

vehículo. La longitud del tramo considerado se midió directamente con cinta de acero, obteniéndose 177 m. para el tramo Av. de las Torres y 138 m. para el de Av. Cerro del Agua. Con la distancia y el tiempo de recorrido se sacaron las velocidades de recorrido.

Para hacer el análisis de los tiempos de demoras se utilizaron los mismos datos obtenidos del estudio de velocidades.

El tamaño de las muestras obtenidas para el estudio fue mayor de 100 vehículos, lo cual queda dentro de los límites marcados por las especificaciones del Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Las observaciones -- realizadas se agruparon en intervalos de clase, anotando a cada uno su frecuencia respectiva. A continuación se muestran las tabulaciones para cada uno de los accesos - al cruce.

TABLA NUM. 1

TRAMO AV. LAS TORRES (177 m.)

TIEMPOS DE

RECORRIDO

VELOCIDADES

INTERVALO DE CLASE (SEG)	NUM. DE VEHICULOS	INTERVALO DE CLASE (KM/H)	NUM. DE VEHICULOS
10 - 20 -----	2	3.0 - 5.0 -----	7
20 - 30 -----	4	5.0 - 7.0 -----	11
30 - 40 -----	9	7.0 - 9.0 -----	35
40 - 50 -----	10	9.0 - 11.0 -----	37
50 - 60 -----	17	11.0 - 13.0 -----	11
60 - 70 -----	28	13.0 - 15.0 -----	6
70 - 80 -----	20	15.0 - 17.0 -----	3
80 - 90 -----	19	17.0 - 19.0 -----	8
90 - 100 -----	3	19.0 - 21.0 -----	1
100 - 110 -----	5	21.0 - 23.0 -----	1
110 - 120 -----	3	23.0 - 25.0 -----	1
120 - 130 -----	2	25.0 - 27.0 -----	1
130 - 140 -----	4	27.0 - 29.0 -----	1
	SUMA: 126	29.0 - 31.0 -----	0
		31.0 - 33.0 -----	2
		33.0 - 35.0 -----	0
		35.0 - 37.0 -----	0
		37.0 - 39.0 -----	0
		39.0 - 41.0 -----	1
			SUMA: 126

TABLA NUM. 2

TRAMO AV. CERRO DEL AGUA (138 m.)

TIEMPOS DE RECORRIDO		VELOCIDADES	
INTERVALO DE CLASE (SEG)	NUM. DE VEHICULOS	INTERVALO DE CLASE (KM/H)	NUM. DE VEHICULOS
10 - 20	0	3.0 - 5.0	39
20 - 30	5	5.0 - 7.0	41
30 - 40	3	7.0 - 9.0	14
40 - 50	8	9.0 - 11.0	11
50 - 60	9	11.0 - 13.0	3
60 - 70	10	13.0 - 15.0	2
70 - 80	21	15.0 - 17.0	1
80 - 90	14	17.0 - 19.0	2
90 - 100	6	19.0 - 21.0	1
100 - 110	4	21.0 - 23.0	1
110 - 120	11	23.0 - 25.0	0
120 - 130	13		SUMA: 115
130 - 140	7		
140 - 150	3		
150 - 160	0		
160 - 170	1		
	SUMA: 115		

i) Inventario de Estacionamientos.

Con el fin de tener una idea clara y definida en -- cuanto a la influencia que pudiese tener el posible problema de estacionamiento en esta zona, en relación a la elaboración de las diferentes alternativas de solución; se realizó una recopilación de informes concernientes a la localización y las condiciones de estacionamiento en el cruce mencionado, así como sus restricciones legales existentes. También se investigaron las condiciones de estacionamiento fuera de la vía pública, es decir en zonas ó lugares utilizados para éste fin, de uso particular ó público.

Tanto en la Av. de Las Torres como en la Av. Cerro del Agua está prohibido el estacionamiento mediante señas restrictivas de disco. Solo sobre la Av. de Las Torres, Arroyo Sur frente a una Escuela Secundaria, se estacionan algunos automoviles al pie de la acera sin provocar problema alguno. Existe al Norte una zona particular destinada exclusivamente a estacionamiento solo que se encuentra fuera de servicio.

El inventario de estacionamientos así como las restricciones, se muestran en el plano # 9.

2.- ANALISIS DE LOS DATOS.

a) Velocidades y Demoras.

Una vez que se han recopilado los datos de campo se ordena la información tabulándola para su análisis. Mediante la aplicación de técnicas estadísticas se puede obtener una evaluación de los resultados del estudio.

Para hacer el análisis estadístico de los datos, se cubrirán dos aspectos: el ordenamiento de datos y la estadística descriptiva.

Ordenamiento de Datos

Cuando los datos se arreglan sistemáticamente de acuerdo con la frecuencia con que ocurren, para las diferentes clasificaciones de tamaños, como puede ser el agrupamiento por velocidades, la tabulación que resulta nos proporciona una distribución de frecuencia que es una manera conveniente para resumir los datos. En la tabla # 3 se muestra la distribución de frecuencia de velocidades de recorrido para la Av. de Las Torres (EJE 10 - SUR).

El rango obtenido para la distribución de velocidades fue de 4.5 km./h a 39.8 km/h. Se eligió un intervalo de clase igual a 2 km/h, lo cual nos dió como consecuencia 19 intervalos. A continuación, cada observación de campo fue colocada en el intervalo de clase correspondiente. Sumando el número de observaciones en cada clase se obtuvo la frecuencia de incidencias para cada clasificación de tamaño. La suma de las frecuencias de cada clase es igual al tamaño de la muestra o sea el número to--

TABLA N.º 3

TRAMO AV. LAS TORRES

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE RECORRIDO

Intervalo de clase KM/H	punto medio Xi	frecuencia observada		frecuencia acumulada		Fi Xi	Fi Xi ²
		Fi	%	Fi ac.	% ac.		
3.0-5.0	4.0	7	5.6	7	5.60	28	112
5.0-7.0	6.0	11	8.7	18	14.30	66	396
7.0-9.0	8.0	35	27.8	53	42.10	280	2 240
9.0-11.0	10.0	37	29.4	90	71.50	370	3 700
11.0-13.0	12.0	11	8.7	101	80.20	132	1 584
13.0-15.0	14.0	6	4.7	107	84.90	84	1 176
15.0-17.0	16.0	3	2.4	110	87.30	48	768
17.0-19.0	18.0	8	6.3	118	93.60	144	2 592
19.0-21.0	20.0	1	0.8	119	94.40	20	400
21.0-23.0	22.0	1	0.8	120	95.20	22	484
23.0-25.0	24.0	1	0.8	121	96.00	24	576
25.0-27.0	26.0	1	0.8	122	96.80	26	676
27.0-29.0	28.0	1	0.8	123	97.60	28	784
29.0-31.0	30.0	0	0.0	123	97.60	0	0
31.0-33.0	32.0	2	1.6	125	99.20	64	2 048
33.0-35.0	34.0	0	0.0	125	99.20	0	0
35.0-37.0	36.0	0	0.0	125	99.20	0	0
37.0-39.0	38.0	0	0.0	125	99.20	0	0
39.0-41.0	40.0	1	0.8	126	100.00	40	1 600

suma : Fi = 126 100.00

1376 19136

tal de observaciones de campo consideradas. También se obtuvo la frecuencia relativa expresada en la tabla mediante un porcentaje. La suma de las frecuencias relativas hacen un total del 100%. Las distribuciones de frecuencias relativas proporcionan un formato más conveniente para los resúmenes de datos porque se elimina la referencia al tamaño de la muestra. Además permite la comparación directa de los resultados obtenidos con otras muestras de tamaño variable. A continuación se calculó la frecuencia acumulativa sumando las frecuencias desde los valores pequeños hasta los mayores de la variable en estudio. Finalmente se obtuvo la frecuencia acumulada y expresada en porcentajes.

El análisis de los tiempos de recorrido fue realizado haciéndole el mismo tratamiento a los datos tomados. En la tabla # 4 se presenta la tabulación respectiva.

TABLA N.º 4
TRAMO AV. LAS TORRES

pág. 53

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

Intervalo de clase	punto medio	frecuencia		frecuencia acumulada		FiXi	Fi(Xi) ²
		Fi	%	Fi ac.	% ac.		
SEG.	Xi						
0- 10	5	0	0	0	0	0	0
10- 20	15	2	1.59	2	1.59	30	450
20- 30	25	4	3.17	6	4.76	100	2 500
30- 40	35	9	7.14	15	11.90	315	11 025
40- 50	45	10	7.94	25	19.84	450	20 250
50- 60	55	17	13.49	42	33.33	935	51 425
60- 70	65	28	22.22	70	55.55	1820	118 300
70- 80	75	20	15.87	90	71.42	1500	112 500
80- 90	85	19	15.08	109	86.50	1615	137 275
90-100	95	3	2.38	112	88.88	285	27 075
100-110	105	5	3.98	117	92.86	525	55 125
110-120	115	3	2.38	120	95.24	345	39 675
120-130	125	2	1.59	122	96.83	250	31 250
130-140	135	4	3.17	126	100.00	540	72 900

SUMA: Fi= 126 100.00

8710 679 750

Estadística Descriptiva.

Por medio de la estadística descriptiva se evalúan y se analizan las variables que están asociadas con el problema de tránsito en estudio, a través de unos valores determinados, como son la Media Aritmética y Desviación Estándar.

La Media Aritmética para datos agrupados se determinó como sigue:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i X_i}{F_i}$$

Donde F_i y X_i son la frecuencia y la marca de clase del i ésimo grupo, y $\sum F_i$ es la suma de las frecuencias para todas las clases.

Los valores de la Media Aritmética para las velocidades y tiempos de recorrido del tramo de Av. Las Torres son los siguientes:

$$\bar{X}_v = \frac{1376}{126} = 10.9 \text{ km/h}$$

$$\bar{X}_t = \frac{8710}{126} = 69.1 \text{ segundos}$$

La Desviación Estándar se determinó mediante la siguiente expresión

$$S = \sqrt{\frac{F_i X_i^2 - \frac{(F_i X_i)^2}{F_i}}{F_i - 1}}$$

En donde "S" es la desviación estándar para un conjunto de datos agrupados. Sustituyendo, tanto para las velocidades como para los tiempos:

$$s_v = \sqrt{\frac{19,136 - \frac{(1376)^2}{126}}{125}} = 5.73 \text{ Km./h.}$$

$$s_t = \sqrt{\frac{679,750 - \frac{(9710)^2}{126}}{125}} = 24.9 \text{ seg.}$$

Cabe señalar que la desviación estándar aumenta en valor a medida que las observaciones se dispersan a mayores distancias de la media.

La forma de la distribución de los datos es otro indicador de las observaciones muestreadas. La forma de los datos se puede describir con las siguientes gráficas

- Diagrama de Frecuencias
- Diagrama de Frecuencias Acumulativas

El Diagrama de Frecuencias se construye dibujando una gráfica con los valores medios del intervalo de clase (marcas de clase) en las abscisas y la frecuencia relativa correspondiente en el eje de las ordenadas.

Los Diagramas de Frecuencias Acumulativas se dibujan registrando en el eje de las abscisas la frontera superior de cada intervalo de clase y en las ordenadas su frecuencia relativa acumulada expresada en porcentos.

A continuación en las figuras 6, 7 y 8 se presentan

los diagramas de frecuencia y frecuencia acumulativa para tiempos y velocidades de recorrido del tramo de Av. - Las Torres.

Para el tramo de Av. Cerro del Agua se aplicó el mismo procedimiento, el cual se muestra en las tablas 5 y 6, cuyos resultados a continuación se describen.

TRAMO AV LAS TORRES

DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA VELOCIDADES

DE RECORRIDO

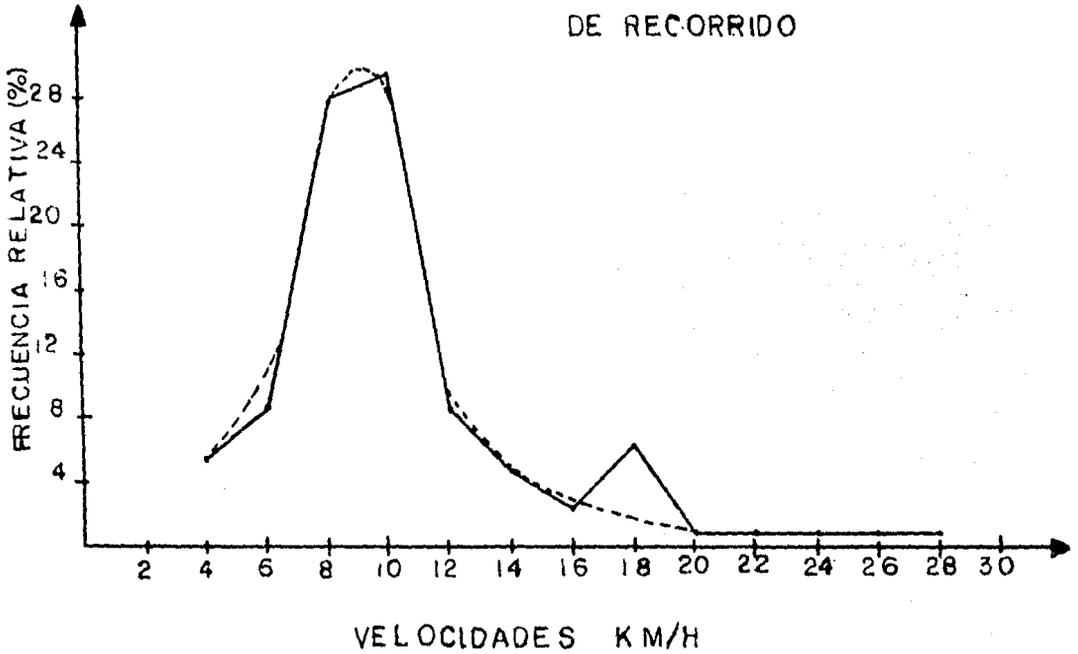


DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA TIEMPOS

DE RECORRIDO

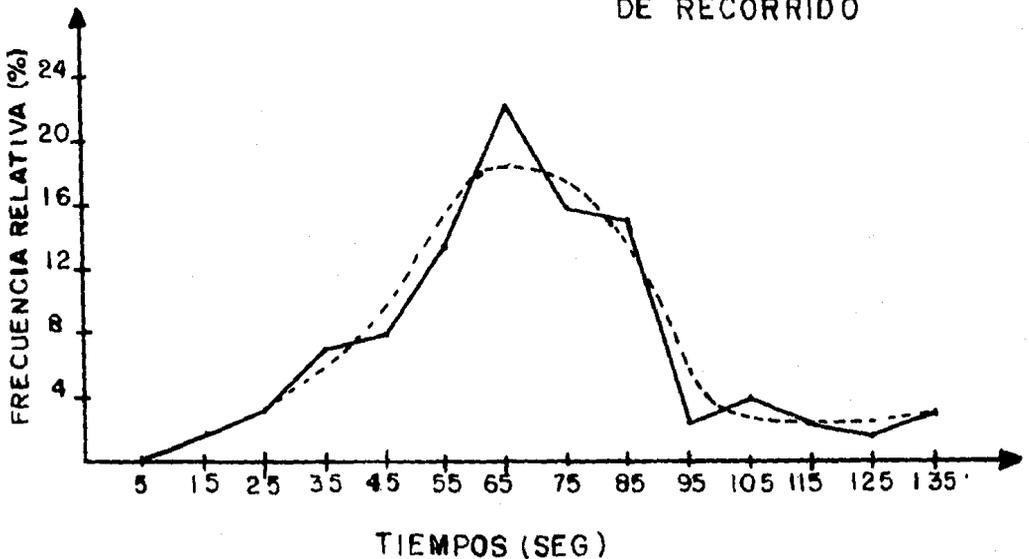


FIGURA N°6

TRAMO AV LAS TORRES

CURVA DE DISTRIBUCION DE VELOCIDADES

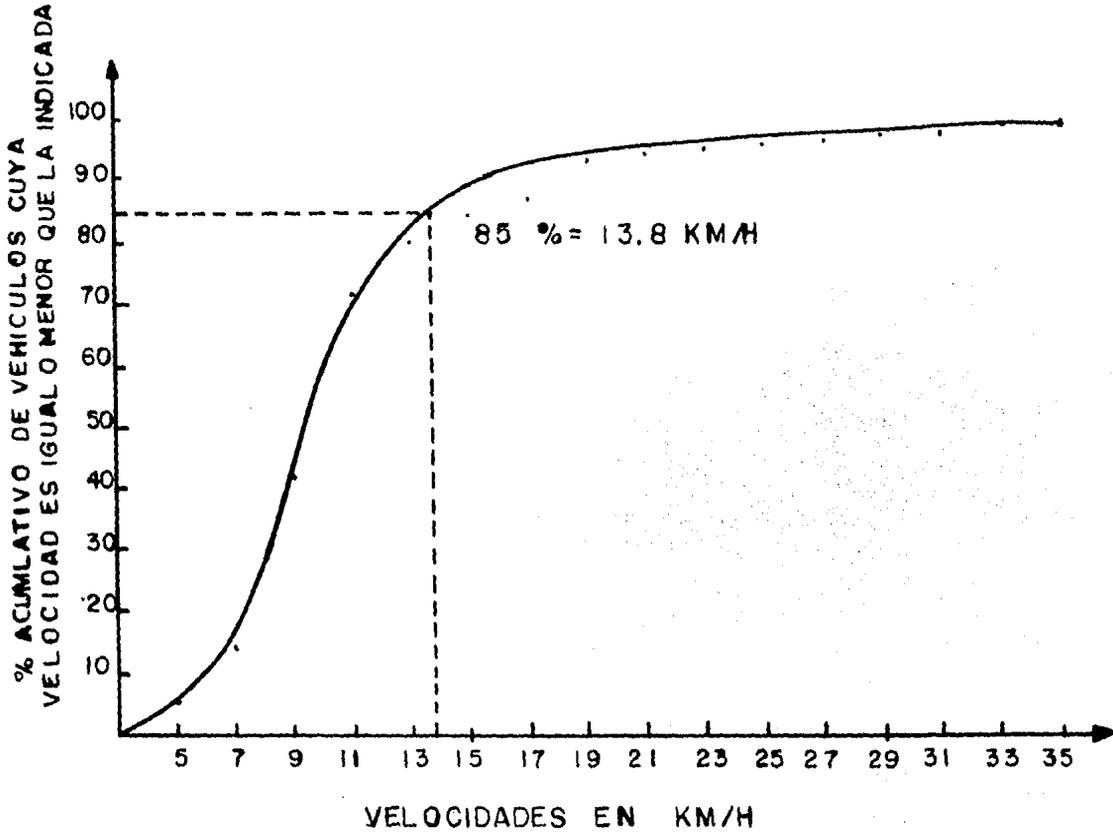


FIGURA N.º 7

TRAMO AV LAS TORRES

CURVA DE DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

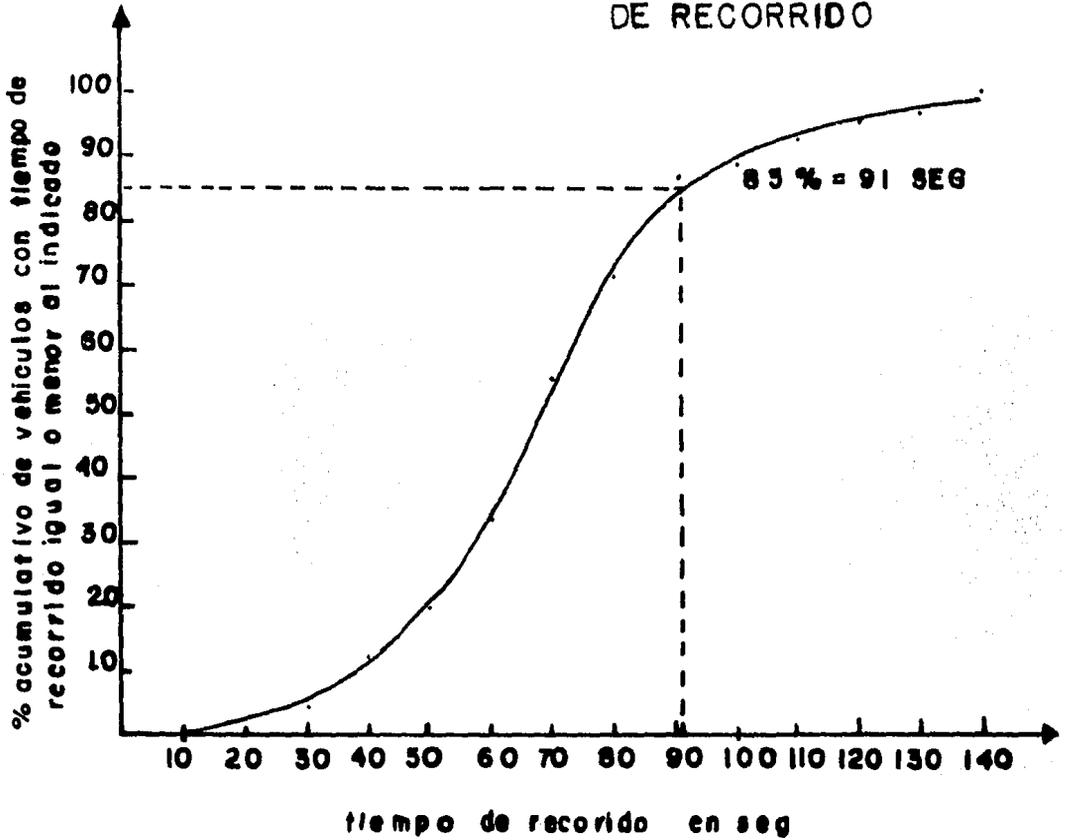


FIGURA N.º 8

TABLA No 5
DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE RECORRIDO
TRAMO AV. CERRO DEL AGUA

intervalo de clase	Xi	Fi	%	Fi ac.	% ac.	FIXi	FIXi ²
3.0 - 5.0	4.0	39	33.91	39	33.91	156	624
5.0 - 7.0	6.0	41	35.65	80	69.56	246	1476
7.0 - 9.0	8.0	14	12.17	94	81.73	112	896
9.0 - 11.0	10.0	11	9.57	105	91.30	110	1100
11.0 - 13.0	12.0	3	2.61	108	93.91	36	432
13.0 - 15.0	14.0	2	1.74	110	95.65	28	392
15.0 - 17.0	16.0	1	0.87	111	96.52	16	256
17.0 - 19.0	18.0	2	1.74	113	98.26	36	648
19.0 - 21.0	20.0	1	0.87	114	99.13	20	400
21.0 - 23.0	22.0	1	0.87	115	100.00	22	484
23.0 - 25.0	24.0	0	0.00	115	100.00	0	0
		115	100.00			782	6708

TABLA N° 6

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO
TRAMO AV. CERRO DEL AGUA

intervalo de clase (seg)	punto medio Xi	frecuencia observada		frecuencia acumulativa		Fi Xi	Fi(Xi) ²
		Fi	%	Fi ac.	% ac.		
0- 10	5	0	0	0	0	0	0
10- 20	15	0	0	0	0	0	0
20- 30	25	5	4.35	5	4.35	125	3125
30- 40	35	3	2.60	8	6.95	105	3675
40- 50	45	8	6.96	16	13.91	360	16200
50- 60	55	9	7.63	25	21.74	495	27225
60- 70	65	10	8.70	35	30.44	650	42250
70- 80	75	21	18.26	56	48.70	1575	118125
80- 90	85	14	12.17	70	60.87	1190	101150
90-100	95	6	5.22	76	66.09	570	54150
100-110	105	4	3.47	80	69.56	420	44100
110-120	115	11	9.57	91	79.13	1265	148475
120-130	125	13	11.30	104	90.43	1625	203125
130-140	135	7	6.09	111	96.52	945	127575
140-150	145	3	2.61	114	99.13	435	63075
150-160	155	0	0.00	114	99.13	0	0
160-170	165	1	0.87	115	100.00	165	27225
		115	100.00			9925	976475

La Media Aritmética para las velocidades y los tiempos de recorrido son:

$$\bar{X}_v = \frac{\sum f_i \cdot v_i}{\sum f_i} = \frac{782}{115} = 6.80 \text{ Km./h.}$$

$$\bar{X}_t = \frac{\sum f_i \cdot t_i}{\sum f_i} = \frac{9925}{115} = 86.30 \text{ seg.}$$

Para la Desviación Estándar se tiene:

$$S_v = \sqrt{\frac{6708 - \frac{(782)^2}{115}}{114}} = 3.5 \text{ Km./h.}$$

$$S_t = \sqrt{\frac{975,475 - \frac{(9,925)^2}{115}}{114}} = 32.4 \text{ seg.}$$

En las figuras 9, 10 y 11 se presentan los Diagramas de Frecuencias y de Frecuencias Acumuladas, tanto para los tiempos como para velocidades de recorrido, para el tramo de Av. Cerro del Agua.

Haciendo un resumen de los valores estadísticos obtenidos para cada uno de los tramos estudiados, es posible comparar las condiciones del tránsito que se presentan para ellos en el cruce. La tabla # 7 ilustra las estadísticas correspondientes:

TRAMO AV CERRO DEL AGUA

DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA VELOCIDADES DE RECORRIDO

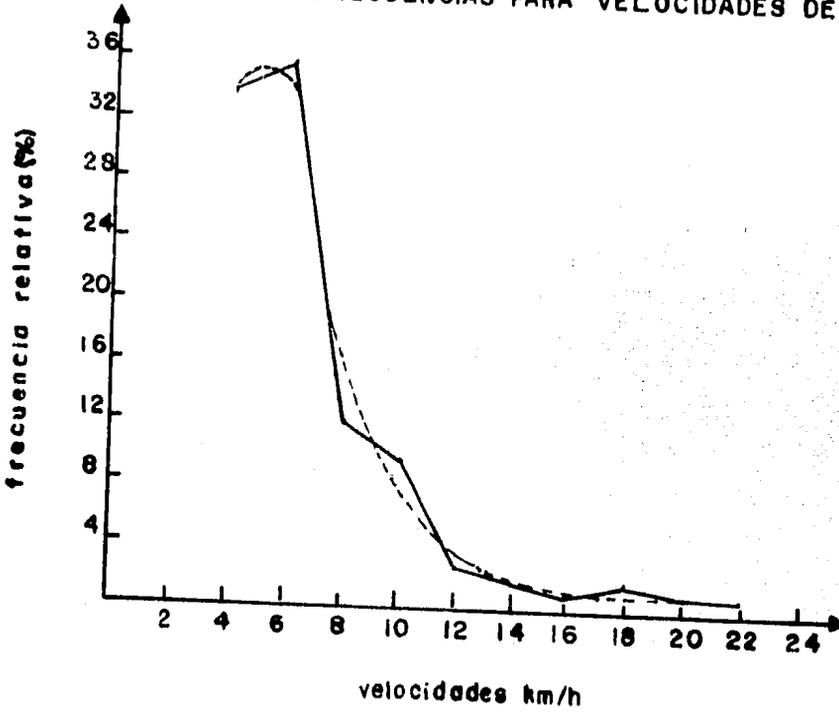


DIAGRAMA DE FRECUENCIAS PARA TIEMPOS DE RECORRIDO

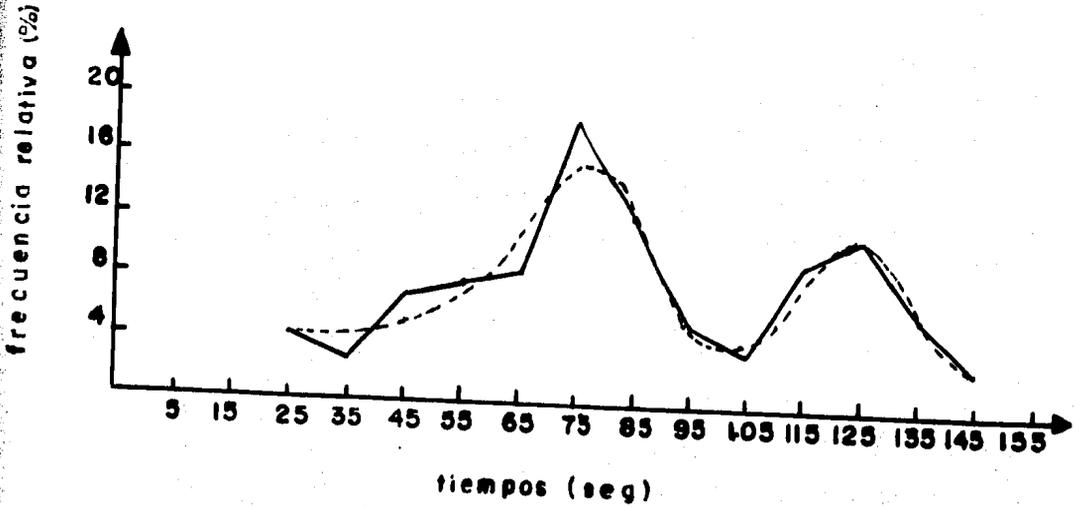


FIGURA N.º 9

TRAMO AV. CERRO DEL AGUA

CURVA DE DISTRIBUCION DE VELOCIDADES

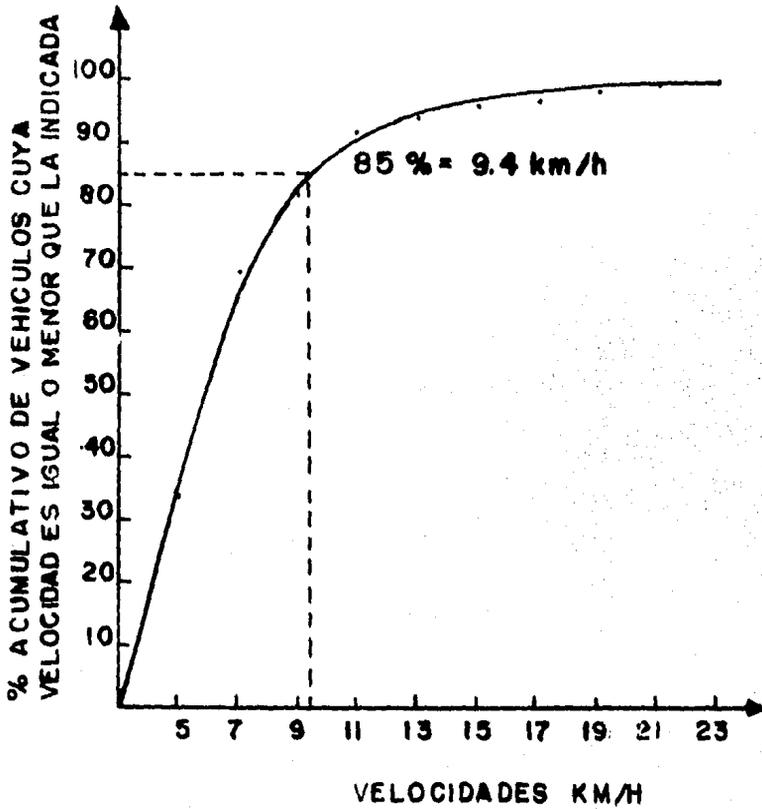


FIGURA 10

CURVA DE DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

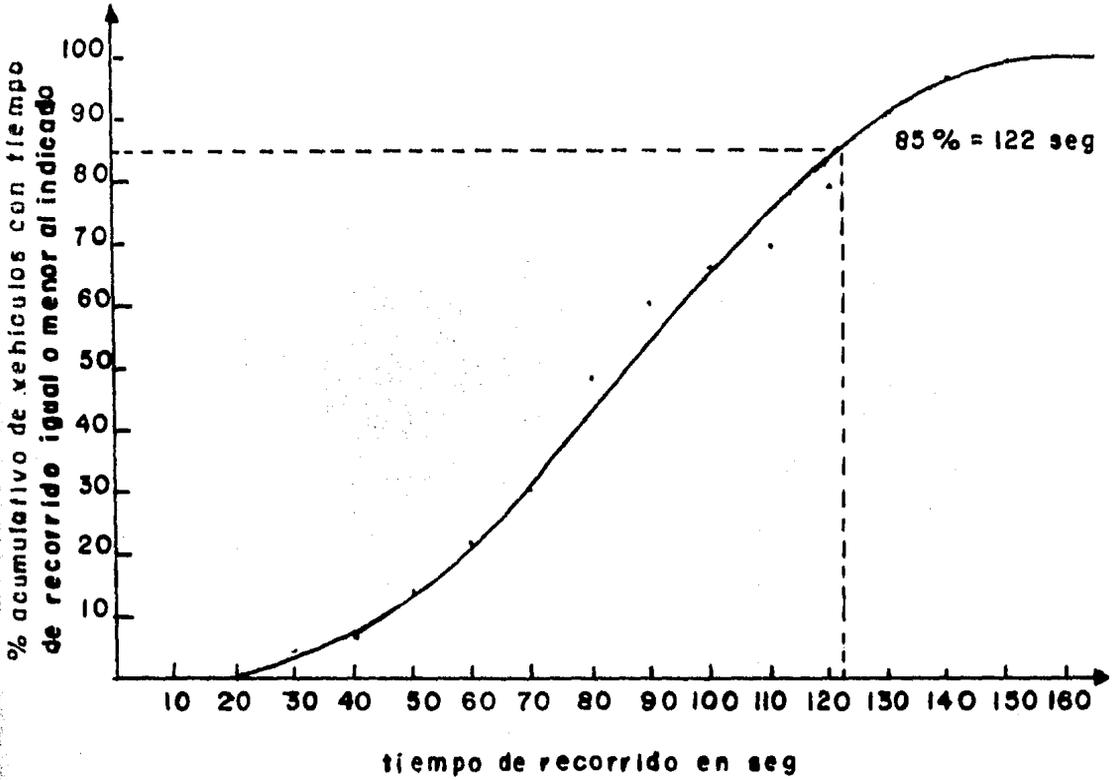


FIGURA No 11

TABLA # 7

RESUMEN DE VELOCIDADES DE OPERACION

TRAMO	VELOCIDAD (Km/h)		VALOR VEL. Km/h
	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	85 PORCENTUAL
AV. DE LAS TORRES	10.9	5.73	13.8
AV. CERRO DEL AGUA	6.80	3.5	9.4

Para los dos casos la desviación estándar de la velocidad media es grande, lo que indica que hay mucha diferencia de velocidades entre los diferentes vehículos que cruzan los tramos analizados. Por lo tanto para evaluar la velocidad del flujo de tránsito en el cruce, tomamos en cuenta más que la velocidad media, el valor "85 porcentual", que es un dato estadísticamente más representativo. En los dos tramos el valor "85 porcentual" es bajo, de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Este considera que la velocidad promedio de 20 Km/h. registrada en el D.F. es baja.

Estos valores de velocidades nos serán de mucha utilidad más adelante para hacer el estudio de "antes y después". En ese estudio se podrán comparar las velocidades de "antes y después" de hacer la modificación al cruce. La mejora en cuanto al aumento de velocidad promedio podrá determinarse.

b) Accidentes

En cuanto al análisis de los datos relativo a los accidentes ocurridos en este cruce, no será posible -- realizarla, ya que como se mencionó en el capítulo 1 re-

lativo a la investigación y recopilación de datos, no --
fué posible obtener la información de un número mínimo --
de accidentes que nos permitiese analizarlos para poder
determinar su influencia en la solución buscada.

c) Capacidad y Nivel de Servicio

El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de --
la Ex-Secretaría de Obras Públicas⁽¹⁾ indica en su capi-
tulo seis referente a capacidad, los procedimientos para
la obtención de los datos necesarios para la determina--
ción tanto de la capacidad como del nivel de servicio en
una intersección a nivel controlada por semáforos.

Por medio de la aplicación de una expresión alge--
braica⁽¹⁾ pueden establecerse los valores significativos
que representan las características de operación de la --
intersección.

Esta fórmula se expresa de la siguiente manera:

$VS = (VA) (G/C) (PAM, PHMD) (UC) (VD) (VI) (T) (B)$

VS= Volúmen de servicio en el acceso (tránsito mixto en
vph)

VA= Volúmen por hora de luz verde en el acceso, en fun--
ción de la anchura y del factor de carga.

G/C= Relación tiempo de luz verde a tiempo de ciclo.

(PAM, PHMD)= Factor combinado de ajuste por población del
área metropolitana y por hora de máxima de--
manda.

UC= Factor de ajuste por ubicación dentro de la ciudad.

(1) Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Pú-
blicas "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras" Mé-
xico D.F. 1976 pág. 260.

VD= Factor de ajuste por porcentaje de vueltas derechas
VI= Factor de ajuste por porcentaje de vueltas izquier--
das.

T= Factor de ajuste por vehículos pesados (camiones y au--
tobuses foráneos)

B= Factor de ajuste por autobuses urbanos.

La sustitución de los valores en la fórmula para el análisis del nivel de servicio y capacidad del crucero, se efectuó siguiendo las consideraciones generales del crucero y de cada acceso en particular.

Las vueltas se efectúan a la izquierda y a la derecha desde los carriles de circulación normal en los accesos Norte y Poniente, y desde un carril especial para -- las vueltas izquierdas, en los accesos Oriente y Sur.

Para efecto del cálculo del factor de ajuste por población del área metropolitana y por ubicación de la ciudad, se toma como dato para el primero, una población superior al millón de habitantes, y para el segundo, el valor correspondiente a la ubicación de zona residencial.

Acceso Norte por Av. Cerro del Agua. Este acceso -- tiene un ancho de 8.00 m., donde se alojan dos carriles de circulación. Existen vueltas a la izquierda controladas por un semáforo, pero sin carril especial para ello, por lo que se aplicará el criterio establecido por el Manual de Proyecto Geométrico para las condiciones antes mencionadas. Por lo tanto, para la relación verde a ciclo se sumará el tiempo de la flecha para vuelta izquierda, a el tiempo de verde. La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la calle, y no existe estacionamien

to en ambos lados de la avenida.

El análisis de capacidad se hizo de acuerdo a la gráfica para calles de doble sentido sin estacionamiento⁽¹⁾.

Para conocer la capacidad de este acceso aplicaremos la fórmula anteriormente descrita. Los datos a sustituir son los siguientes: Volúmen de vehículos por hora de luz verde para el nivel E; $VA = 2350$ veh/hora⁽¹⁾. Factor de carga = 1; la relación verde a ciclo, $G/C = 0.51$ ⁽²⁾ el factor (PAM, FHMD) = 1.25 ⁽¹⁾; U.C. = 125 ⁽¹⁾, el factor de porcentaje de vueltas derechas, $VD = 0.995$ ⁽³⁾, por vueltas izquierdas $V.I. = 0.920$ ⁽³⁾, el factor de porcentaje de camiones, $T = 1.045$ ⁽⁴⁾ y el de autobuses urbanos $B = 0.915$ ⁽⁵⁾.

Sustituyendo los valores se tiene:

$$VS_E = (2350) (0.51) (1.25) (1.25) (0.995) (0.920) (1.045) (0.915)$$

$$VS_E = 1639 \text{ veh/h.}$$

Redondeando cifras se asume una capacidad de 1640 vehículos por hora para este acceso. Del volúmen aforado que fué de 1472 veh/h. se deduce que el acceso en el cruce con la Av. Las Torres está trabajando a un nivel muy cercano a su capacidad en las horas de máxima demanda.

(1) Manual de proyecto geométrico. op. cit., fig. - 6.57, pág. 264.

(2) T verde = 29 seg.; F = 12 seg. T ciclo = 80 seg.

(3) op. cit. tabla 6-V. pág. 268

(4) op. cit. tabla 6-X. pág. 270

(5) op. cit. fig. 6.59 pág. 266

Acceso Poniente Av. Las Torres.- Para el análisis de capacidad de este acceso se consideraron las mismas condiciones que el acceso anterior ya que también existen vueltas izquierdas sin carriles especiales para ello.

El análisis de capacidad se hizo de acuerdo a la gráfica para calles de doble sentido sin estacionamiento⁽¹⁾. El ancho del acceso es de 13.00 m. La parada de autobuses se realiza antes de cruzar la calle y la relación verde a ciclo $G/C = 0.40$ ⁽²⁾. El porcentaje de camiones igual al 3.3%. A partir de estos datos y aplicando la expresión ya mencionada se obtuvo el volumen de servicio al nivel de su capacidad:

$$VS_E = (3938) (0.40) (1.25) (1.25) (1.00) (0.900) (1.017) \\ (0.913)$$

$$VS_E = 2056 \text{ veh/h.}$$

Por lo tanto se considera que este acceso tiene una capacidad de 2060 veh/h. para las condiciones físicas y operacionales existentes. Del volumen aforado que fué de 885 veh/h. se deduce que el acceso en el cruce con la Av. Cerro del Agua no ha alcanzado aún su capacidad.

(1) op. cit. Figura 6.57 pág.- 204

(2) T verde= 17 seg.; F= 15 seg.; T ciclo= 80 seg.

Acceso Oriente por Av. Las Torres.- El análisis de capacidad de este acceso se hizo por separado bajo el -- criterio establecido por el Manual de Proyecto Geométrico para un acceso donde existen carriles especiales para vueltas controladas con semáforo. Siguiendo éste crite-- rio el procedimiento es el siguiente:

- a) obtener el volúmen de servicio correspondiente a los carriles disponibles para el tránsito que si gue de frente; deduciendo del ancho del acceso -- el ancho del carril especial para dar vuelta; y calculando el volúmen correspondiente al ancho -- que resulte siguiendo el mismo procedimiento des-- crito anteriormente, pero considerando 0% de -- vueltas izquierdas.

Volúmen de servicio en los carriles disponibles pa-- ra el tránsito que sigue de frente y vueltas a la dere-- cha:

$$VS_{\Sigma} = (VA) (G/C) (PAM, FHMD) (UC) (VD) (VI) (T) (B)$$

Ancho disponible para el tránsito que sigue de frente = 13.00 m.

F.C. = 1.0, avenida sin estacionamiento en ambos lados

$$VA = 3938 \text{ veh/h. } (1)$$

$$G/C = 17/80 = 0.21$$

$$(PAM, FHMD) = 1.25 (1)$$

$$UC = 1.25 (1)$$

$$VD = 1.00 (2)$$

$$VI = 1.10 (3)$$

$$T = 1.03 (4)$$

$$B = 0.99 (5)$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$VS_E = (3938) (0.21) (1.25) (1.25) (1.00) (1.10) (1.03) -- (0.89).$$

$$VS_E = 1302 \text{ veh/h. (de frente y vuelta a la derecha)}$$

Volúmen de servicio en el carril especial para vueltas a la izquierda.

El volúmen por hora de luz verde para el nivel E correspondiente a un carril especial para dar vuelta es de 1200 vph de luz verde⁽¹⁾, considerando 5% de vehículos pesados y un ancho del carril de 3.05 m. Como en este caso el ancho del carril es de 3.65 m. el volúmen de servicio se verá afectado por la relación 3.65/3.05.

$$\text{Relación G/C} = 15/80 = 0.188$$

$$T = 1.03^{(2)}$$

Sustituyendo:

$$VS_E = 1200 \times \frac{3.65}{3.05} \times (0.188) \times 1.03$$

$$VS_E = 278 \text{ vph}$$

$$VS_{\text{total}} = 1302 + 278 = 1580 \text{ vph.}$$

Por lo tanto se considera que el acceso tiene una capacidad de 1580 vph según el procedimiento del Manual de Proyecto Geométrico. De acuerdo al volúmen aforado -- que fué de 2256 veh/h. podemos deducir que éste acceso -- en el cruce con la avenida Cerro del Agua, está trabajando a un nivel muy por encima de su capacidad, en las horas de máxima demanda.

Acceso Sur por Av. Cerro del Agua.- Esta avenida -- tiene una sección de 11.50 m. y al igual que el acceso O riente consta de un carril destinado para vueltas iz---- quierdas. Por lo tanto se aplicará el mismo criterio que para el acceso antes mencionado. Según el criterio establecido en el Manual de Proyecto Geométrico se trata de un acceso en donde existe tiempo en el semáforo para --- vuelta izquierda y carril exclusivo para ella. Primero - se procederá a calcular el volúmen de servicio correspondiente al ancho que resulte de restar, el ancho del ca--- rril exclusivo para vueltas izquierdas e inmediatamente después se calculará el volúmen que corresponde a el ca--- rril excluído anteriormente. A continuación se sumarán - ambos y el resultado será el Volúmen de Servicio que co--- rresponderá a este acceso.

a) Las condiciones son las siguientes; no existe es tacionamiento en ambos lados, la sección que se usará se rá 8.50 m. ⁽¹⁾ el número de autobuses es 4, la parada se realiza antes de cruzar la calle y el porcentaje de vuelltas izquierdas es igual a 0%.

$$VA = 2\ 500 \text{ vph.}$$

$$G/C = 0.36^{(2)}$$

$$(PAM, PIMD) = 1.25$$

$$UC = 1.25$$

$$VD = 0.985$$

$$VI = 1.10$$

a)

$$(1) A_{\text{neto}} = 11.55 - 3.05 = 8.50 \text{ m.}$$

$$(2) \text{ Para el cruce } T_{\text{verde}} = 29 \text{ seg., } T_{\text{ciclo}} = 80 \text{ seg}$$

$$T = 1.042$$

$$B = 0.99$$

Por lo tanto sustituyendo estos datos tenemos:

$$VS_E = (2500) (0.36) (1.25) (1.25) (0.985) (1.10) (1.042) (0.99)$$

$$VS_E = 1571 \text{ vph (de frente)}$$

b) Las condiciones para obtener el volúmen de Servicio por carril de vuelta izquierda son las siguientes:

$$\text{Vehículos por hora de luz verde} = 1200 \text{ vph}^{(1)}$$

$$\text{Vehículos pesados} = 5\%^{(1)}$$

$$\text{Ancho de carril} = 3.05$$

$$\text{Relación G/C} = 0.15^{(2)}$$

$$T = 1.042^{(3)}$$

Sustituyendo tenemos:

$$VS_I = 1200 \times 0.15 \times 1.042$$

$$VS_I = 187 \text{ vph.}$$

El volúmen total de servicio es la suma de ambos

$$VS_T = VS_P + VS_I$$

$$VS_T = 1571 + 187$$

$$VS_T = 1758 \text{ vph.}$$

Si se compara este volúmen con el obtenido en el aforo que fué de 646 vph, obtendremos como conclusion que éste acceso está muy lejos de llegar a su capacidad; aún en las horas de máxima demanda.

b)

1) op. cit. tabla del inciso b) pág. 270

2) para éste acceso $T_{\text{flecha}} = 12 \text{ seg.}$ $T_{\text{ciclo}} = 80 \text{ seg}$

3) op. cit. tabla 6-x pág. 270.

Resumiendo, se puede observar que el análisis de capacidad realizado para los 4 accesos del crucero, demuestra que los accesos Poniente y Sur están trabajando perfectamente, no resultando así para los accesos Norte y Oriente, ya que como se demostró, están trabajando arriba de su nivel de capacidad ó muy cercano a ella según el caso. Por lo que los usuarios están sufriendo las consecuencias, que se manifiestan en congestionamientos y largos tiempos de espera para éstos dos últimos accesos ya mencionados.

d) Sentidos de Circulación

Se considera que todas las calles que influyen al crucero en estudio, tienen un funcionamiento regular en cuanto a su sentido de circulación y no presentan problemas de este tipo, ya que la mayoría se trata sólo de calles locales, y únicamente las calles de Azahares y Copilco podrían tener alguna influencia en este sentido. Pero en general no se recomiendan cambios en ellas.

Para la elaboración del proyecto adoptaremos la idea de que los sentidos de circulación quedan como se encuentran actualmente.

e) Volúmenes Horarios de Proyecto

Para poder visualizar lo que sucederá en el crucero en un futuro, se hace un pronóstico de volúmenes de tránsito. El pronóstico se hace aplicando una fórmula que relaciona el crecimiento porcentual de volúmenes de tránsito con el número de años transcurridos. El porcentaje de crecimiento de volúmenes de tránsito fué establecido como el 7% anual, por la Comisión de Vialidad y Transporte

Urbano⁽¹⁾, y el período considerado para el análisis es de 10 años.

Se considera que los volúmenes vehiculares direccionales del crucero crecerán proporcionalmente a sus valores actuales. Al considerar un período de 10 años y aplicar una tasa de interés del 7% anual, se aplica la fórmula de interés compuesto.

$$V_n = V_o (1+A)^n;$$

donde:

V_n = Volúmen pronóstico en "n" años

V_o = Volúmen actual

A = Factor de crecimiento

N = Número de años a considerarse.

Aplicando la fórmula a los volúmenes de movimientos direccionales obtenidos de las 7.00 a las 8.00 hrs., se llega a los volúmenes de proyecto en la hora de máxima demanda, ver la figura 12.

(1) La Comisión de Vialidad y Transporte Urbano tomó en cuenta el incremento vehicular y el incremento poblacional.

VOLUMENES DE PROYECTO A 1995

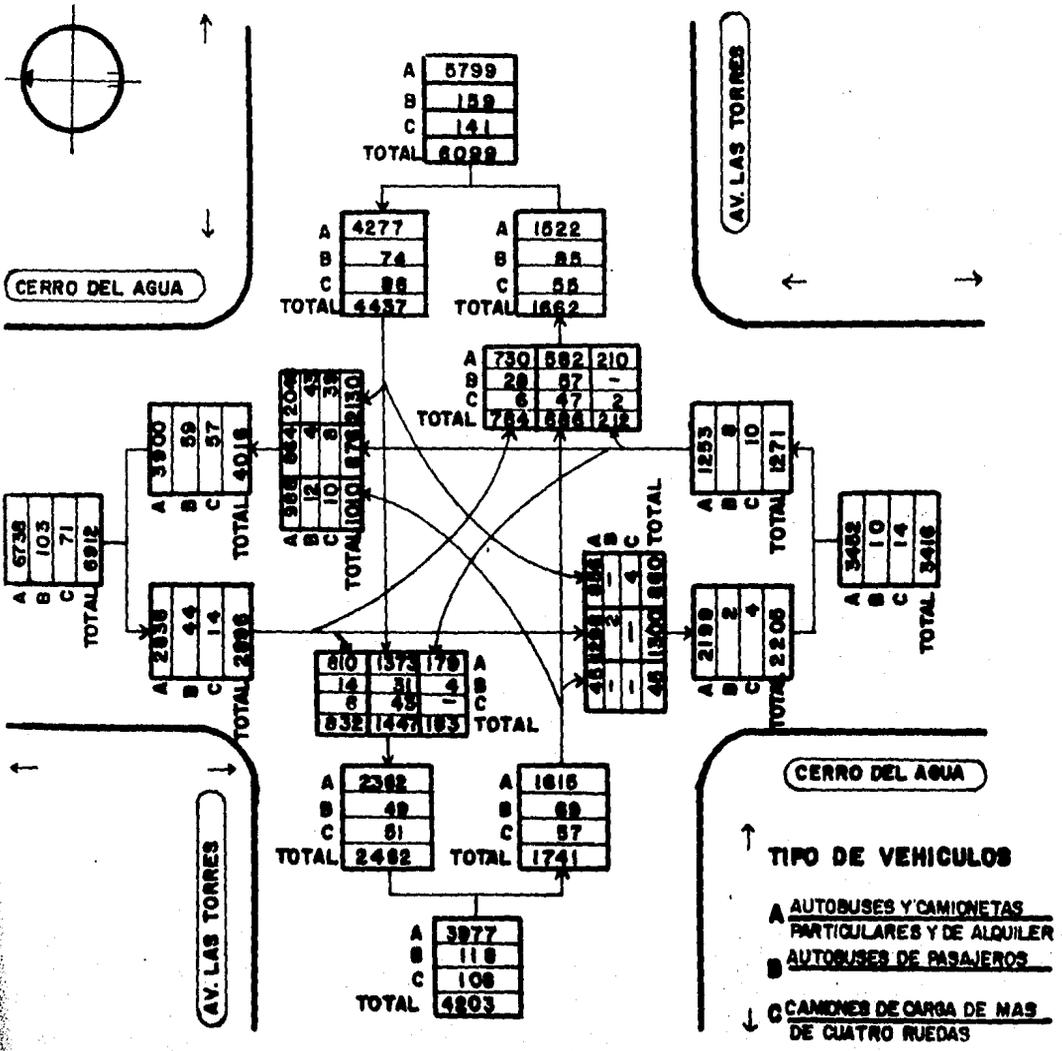
FIGURA N.º 12

POBLACION MEXICO DF FECHA 1995

CRUCE DE AV. LAS TORRES Y AV. CERRO DEL AGUA

DE LAS 7:00 A LAS 8:00 HRS. DURACION 1.0 HRS. DIA DE LA SEMANA _____

CONDICIONES ATMOSFERICAS _____ ESTADO DE PAVIMENTO _____



3.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION GEOMETRICA

a) Elaboración de alternativas.

Los resultados de los análisis de capacidad, y de velocidades y demoras, hacen ver que el cruce en sus accesos Norte y Oriente, ya trabajan a su capacidad ó -- por encima de ella, con peligros para los peatones y con pérdidas apreciables de tiempo para conductores y pasajeros. Además, con el tiempo la situación se hará más crítica al aumentar la población y los vehículos.

Con los análisis de capacidad que es el factor más importante para justificar un entronque a desnivel, además de las demoras en la intersección, se concluye que lo más conveniente es convertir el cruce en una intersección a desnivel. Por ésto se ensayaron cinco alternativas de posible solución.

La alternativa No. 1 consiste en un paso elevado a lo largo de Av. de las Torres; que constaría de una superestructura de 2 calzadas separadas y apoyadas en una infraestructura que puede ser común ó bien con apoyos independientes, además de 2 rampas de enlace con la Av. Cerro del Agua, para solucionar la vuelta izquierda a desnivel.

Esta solución quedaría de la siguiente forma: 2 rampas ascendentes por cada acceso de la avenida, 2 rampas descendentes por las salidas y dos en forma circular para el enlace de vuelta izquierda hacia Cerro del Agua. - Ver el esquema de la primera alternativa.

Las secciones transversales que se están proponiendo son calzadas de 2 carriles tanto en rampas como en ca

lles laterales a los lados de la estructura. El caso crítico está en la rampa circular del lado Sur, ya que para alojarla sería necesario afectar un edificio habitacional de 18 niveles, además de que en el lado Sur, se afectarían estructuras pertenecientes al Sistema de Transporte Colectivo "METRO".

En esta alternativa el movimiento de vuelta derecha se continuaría realizando a nivel, pero mediante el control de semáforos, para dar paso a los movimientos de -- las laterales de Av. Las Torres, en ambos sentidos Oriente-Poniente.

Sin embargo se requerirían para los semáforos, 2 fases únicamente, con lo cual se mejoraría la relación verde a ciclo, aumentando como consecuencia la capacidad en los movimientos a nivel.

En esta solución se logra separar de niveles a los principales volúmenes de tránsito.

La Segunda alternativa consiste en un paso elevado a lo largo de la Av. Cerro del Agua. La superestructura constaría de dos calzadas de dos carriles cada una; además de 2 rampas de enlace para las vueltas izquierdas -- con la Av. de las Torres. Se requeriría control de semáforos, únicamente para los movimientos a nivel de las laterales a cada lado de la estructura. Ver el esquema de la Segunda alternativa.

Es evidente que debido a la escasa sección transversal de la Av. Cerro del Agua se requeriría una ampliación con las consiguientes afectaciones a las propiedades. Esto es algo no deseable ya que se trata de casas -

habitación de 2 y 3 niveles. Además se hace notar que la gaza de vuelta izquierda del lado Poniente, afectaría es tructuras del Sistema de Transporte Colectivo "METRO". - En esta solución se logra separar de niveles los principales volúmenes de tránsito.

La Tercera alternativa es una variación de la Primera, se trata también de un paso elevado a lo largo de -- Av. Las Torres, pero esta vez, eliminando las rampas para la vuelta izquierda.

Las limitaciones físicas continúan al igual que en la Primera alternativa, por lo que de cualquier manera, sería necesario hacer algunas afectaciones en ambos la-- dos de la avenida, para poder alojar las calles latera-- les de 2 carriles. Esto último con el fin de tener la ca pacidad suficiente, de poder realizar las vueltas iz---- quierdas a nivel, sin tener problemas significativos; lo cual se podría lograr haciendo una programación de semáforos en la forma más óptima posible. Ver el esquema de la Tercera alternativa.

Las principales ventajas sobre las dos alternativas anteriores, radican en que las afectaciones necesarias - en ésta, no serían tan significativas como las anterio-- res, ya que, en ésta última, sólo se trata de casas habi tación de un solo nivel y lotes baldíos. Además de tener una dificultad menor de construcción.

La Cuarta alternativa al igual que la Tercera, es - una variante de la Segunda ya que también se trata de un paso elevado a lo largo de Av. Cerro del Agua, pero sin las rampas circulares (gazas). El paso a desnivel no se

propuso subterráneo, por la presencia del "METRO", ya -- que hubiera requerido bajar mucho y tener rampas muy pro longadas.

Como se vió anteriormente, la sección transversal - de ésta avenida es bastante reducida, por lo que habría necesidad de hacer bastantes afectaciones, en casas habi tación de dos y tres niveles para poder alojar las ca--- lles laterales, que conducirían el volúmen vehicular de las vueltas izquierda y derecha, manejados éstos, median te una buena programación de semáforos, optimizando así la capacidad de éstas calles laterales. Ver el esquema - de la cuarta alternativa.

La quinta alternativa constaría de una estructura - subterránea, a lo largo de la Av. Las Torres en ambos -- sentidos. De esta manera el tránsito de la Av. Cerro del Agua, y las vueltas tanto izquierda como derecha de Av. Las Torres, quedaría a nivel controlada con semáforos.

Aparentemente se trata de una solución atractiva. - Sin embargo, por la existencia inmediata de la estación "COPILCO" del Metro, se vé que las rampas del paso infe rior de Av. Las Torres, afectarían en el lado Poniente - del crucero la estación mencionada, ya que de lo contra rio no se podrían cumplir las especificaciones de pen--- diente máxima, que es de 6% en subida y 8% en bajada. A demás, se ve la necesidad de afectar los dos paramentos de la avenida. Ver esquema de la quinta alternativa.

b) Análisis de alternativas.- A continuación se se leccionará una de las alternativas para tratarse a nivel de anteproyecto. De las primeras 4 alternativas estos son

Los siguientes antepresupuestos:

ANTEPRESUPUESTO ALTERNATIVA # 1

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
1.- Estructura (sin incluir pavimento)	1 152.00	M ²	80,518.13	92'756,885.76
2.- Rampas (incluyendo pavimentos y muros)	6 048.00	M ²	64,891.83	392'465,787.84
3.- Guarnición	2 000.00	ML	1 621.10	3'242,200.00
4.- Pavimentación	9 120.00	M ²	2 398.23	21'871,857.60
5.- Recarpetado	8 064.00	M ²	804.78	6'489,745.92
6.- Banquetas	4 780.00	M ²	1 192.10	5'698,238.00
7.- Demolición de guarnición.	83.65	M ³	540.80	45,237.92
8.- Demolición de banqueta	363.20	M ³	540.80	196,418.56
9.- Demolición de pavimentos.	414.00	M ³	618.80	256,183.20
10.-Jardinería en camallos.	3 760.00	M ²	390.00	1'466,400.00
11.-Suministro y colocación de parapetos metálicos	2 000.00	ML	16 138.20	32'276,400.00

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
12.-Indeminización por afec- taciones en lotes baldi- os.	6 736.00	M ²	25 000.00	168'400,000.00
13.-Indeminización por afec- taciones en lotes cons- truídos.	9 959.00	M ²	50 000.00	497'950,000.00
14.-Urbanización (alumbrado drenaje, señalización, etc.)	10	%	-----	122'311,535.48
15.-Imprevistos	10	%	-----	134'542,689.03

SUMA \$1 479'969,579.31

(UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE MILLONES, NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE -
MIL, QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 31/100 M. N.)

ANTEPRESUPUESTO ALTERNATIVA # 2

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
1.- Estructura (sin incluir pavimento)	1 224.00	M ²	80,518.13	98'554,191.12
2.- Rampas (incluyendo pavimentos y muros)	5 976.00	M ²	64,891.83	387'793,576.08
3.- Guarnición	2 000.00	ML	1 621.10	3'242,200.00
4.- Pavimentación	7 200.00	M ²	2 398.23	17'257,256.00
5.- Reencarpetado	3 990.00	M ²	804.78	3'211,072.20
6.- Banquetas	3 560.00	M ²	1 192.10	4'243,876.00
7.- Demolición de guarnición.	124.60	M ³	540.80	67,383.68
8.- Demolición de banqueta	114.00	M ³	540.80	61,651.20
9.- Demolición de pavimentos.	268.95	M ³	618.80	166,426.26
10.- Suministro y colocación de parapetos metálicos.	2 000.00	ML	16,138.20	32'276,400.00
11.- Indeminización por afectaciones en lotes baldíos.	10,917.00	M ²	25,000.00	272'925,000.00

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
12.-Indeminización por afeg- taciones en lotes cons- truidos (tipo residen- cial)	3,820.00	M ²	60,000.00	229'200,000.00
13.-Urbanización (alumbrado drenaje, señalización, etc.)	10	%	-----	104'900,903.25
14.-Imprevistos	10	%	-----	115'390,993.58

SUMA \$1 269'300,929.37

(UN MIL DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MILLONES, TRESCIENTOS MIL, NOVECIENTOS -
VEINTINUEVE PESOS 37/100 M.N.)

ANTEPRESUPUESTO ALTERNATIVA # 3

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
1.- Estructura (sin incluir pavimento)	1 152.00	M ²	80,518.13	92'756,885.76
2.- Rampas (incluyendo pavimentos y muros)	4 176.00	M ²	64,891.83	270'988,282.08
3.- Guarnición	1 480.00	ML	1 621.10	2'399,228.00
4.- Pavimentación	9 120.00	M ²	2 398.23	21'871,857.60
5.- Reencarpetado	8 064.00	M ²	804.78	6'489,745.92
6.- Banquetas	4 780.00	M ²	1 192.10	5'698,238.00
7.- Demolición de guarnición.	83.65	M ³	540.80	45,237.92
8.- Demolición de banquetas	363.20	M ³	540.80	196,418.56
9.- Demolición de pavimentos.	414.00	M ³	618.80	256,183.20
10.-Jardinería en camello--nes.	3 760.00	M ²	390.00	1'466,400.00
11.-Suministro y colocación de parapetos metálicos	1 480.00	ML	16,138.20	23'884,536.00

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
12.-Indeminización por afec taciones en lotes baldi os.	1 336.00	M ²	25,000.00	33'400,000.00
13.-Indeminización por afec taciones en lotes cons- truidos	959.00	M ²	50,000.00	47'950,000.00
14.-Urbanización (alumbrado drenaje, señalización, etc.)	10	%	-----	50'740,301.30
15.-Imprevistos	10	%	-----	<u>55'814,331.43</u>
			SUMA	\$613'957,645.77

(SEISCIENTOS TRECE MILLONES, NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL, SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 77/100 M. N.)

ANTEPROYECTO ALTERNATIVA # 4

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
1.- Estructura (sin incluir pavimento)	1 224.00	M ²	80,518.13	98'554,181.12
2.- Rampas (incluyendo pavimentos y muros)	4 104.00	M ²	64,891.83	266'316,070.32
3.- Guarnición	1 480.00	ML	1 621.10	2'399,228.00
4.- Pavimentación	7 200.00	M ²	2 398.23	17'267,256.00
5.- Reencarpetado	3 990.00	M ²	804.78	3'211,072.20
6.- Banquetas	3 560.00	M ²	1 192.10	4'243,876.00
7.- Demolición de guarnición.	124.60	M ³	540.80	67,383.68
8.- Demolición de banquetas	114.00	M ³	540.80	61,651.20
9.- Demolición de pavimentos.	268.95	M ³	618.80	166,426.26
10.- Suministro y colocación de parapetos metálicos	1 480.00	ML	16,138.20	23'884,536.00
11.- Indemnización por afectación en lotes baldíos	3 717.00	M ²	25,000.00	92'925,000.00

Concepto	Cantidad	Unidad	P.U.	Importe
12.-Indemnización por afectación en lotes construidos (tipo residencial)	3 820.00	M ²	60,000.00	229' 200,000.00
13.-Urbanización (alumbrado drenaje, señalización, etc.)	10	%	-----	73' 829,669.08
14.-Imprevistos	10	%	-----	81' 212,635.99
				<hr/>
			SUMA	\$893' 338,995.85

(OCHOCIENTOS NOVENTA Y TRES MILLONES, TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL, NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO PESOS 85/100 M. N.)

Con la obtención, de la mayoría de los elementos necesarios, para la evaluación de las diferentes alternativas, se elaboró la siguiente tabla:

Características	Núm. 1	Núm. 2	Núm. 3	Núm. 4	Núm. 5
1.- Dificultad de estructura.	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
2.- Afectación lateral a construcciones -	9 959 M ²	3 820 M ²	959 M ²	3 820 M ²	959 M ²
3.- Afectación lateral a lotes baldíos	6 736 M ²	10 917 M ²	1 336 M ²	3 717 M ²	1 336 M ²
4.- Obstrucción de calles transversales	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
5.- Control de semáforos (futuro)	2 fases	2 fases	3 fases	3 fases	3 fases
6.- Vueltas izquierdas a desnivel	Dos	Dos	No	No	No
7.- Afectaciones problemáticas para realizar vueltas a desnivel.	Un edif. de 18 niv.	Estruct. del "Metro"	No hay	No hay	No hay

Características	Núm. 1	Núm. 2	Núm. 3	Núm. 4	Núm. 5
8.- Separación de los volúmenes más importantes.	Si	Si	Si	Si	Si
9.- Dificultad para construcción	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
10.-Problemas al tránsito durante la construcción	Si	Si	Si	Si	Si
11.-Problemas para cumplir con la especificación de pendiente	No	No	No	No	Si
12.-Veh/hora sin control de semáforos (1985)	2 035	1 587	1 085	1 106	1 085
13.-Antepresupuesto de obra (en millones de pesos)	1 480	1 270	614	893	-----

En el caso de la alternativa Núm. 1, además de la dificultad que presenta para la construcción de la gaza, el edificio que se encuentra a un costado; se puede intuir, que al desalojar el volúmen de vehículos de vuelta izquierda, hacia la Av. Cerro del Agua (Norte), habrá necesidad de aumentar también la capacidad de ese tramo, tanto en semáforo como físicamente para poder alojar el aumento de volúmen, ya que de cualquier manera, la Av. Cerro del Agua se encuentra ya, trabajando a su máxima capacidad en ese tramo. Aunque liberaría un volúmen bastante grande de vehículos, del control de semáforo, se concluye que ésta alternativa no es factible, ya que además resultó ser la de mayor presupuesto.

La alternativa Núm. 2 tiene demasiadas afectaciones tanto en lotes baldíos como en áreas construídas en 2 y 3 niveles; además de una afectación grande en una de las estructuras auxiliares del "Metro", para poder alojar -- una de las rampas circulares.

Existen las ventajas de poder hacer una programación de semáforos en 2 fases; además de liberar buen número de vehículos del control de semáforos. Comparado esto último con las desventajas que se presentan, el beneficio es mínimo, por lo que queda descartada esta solución por resultar antieconómica; ya que arrojó un presupuesto de 1 270 millones aproximadamente.

La alternativa Núm. 3 se presenta como la más atractiva, ya que el volúmen de afectaciones no es muy grande y el volúmen de vehículos sin control de semáforo aún resulta considerable.

La única desventaja aparente, es que la programación de semáforos se tendría que hacer en 3 fases; pero considerando que se ha reducido el número de vehículos a controlar, la capacidad se puede incrementar, además tiene el menor de los antepresupuestos con 614 millones aproximadamente, por lo cual ésta alternativa será tratada a nivel de ANTEPROYECTO.

La alternativa Núm. 4 al igual que la Núm. 3 podría resultar atractiva, el problema reside en que las afectaciones necesarias se triplican, además de la necesidad de 3 fases para la semaforización; por lo que se da por descartada esta posible solución, ya que también tiene un presupuesto más ó menos alto.

La alternativa Núm. 5 en que se contempla la posibilidad de una estructura subterránea, queda descartada de inmediato, al no poder cumplir con las especificaciones de pendiente por la situación que guarda la estación del Metro "Copilco". Esta decisión se refuerza al ver la necesidad de programar la semaforización con 3 fases, y además el número de vehículos que se libera no es demasiado grande.

Queda pues la alternativa Núm. 3 para tratarse a nivel de Anteproyecto.

4.- SOLUCION PRESENTADA

a) Anteproyecto Geométrico propuesto.

La propuesta de anteproyecto geométrico para la alternativa seleccionada, consiste en un paso elevado por encima de Av. Cerro del Agua, formado por dos calzadas con 2 carriles de circulación cada uno y parapetos de seguridad, que permitirán el tránsito continuo en ambos sentidos de Av. Las Torres.

Sobre Av. Las Torres al oriente del cruce, ambas calzadas se desplazan paralelamente, soportadas por una estructura independiente que se pretende sea de concreto preesforzado; bajal al nivel de la calle mediante un terraplén, ya que no existen problemas de estructuras subterráneas en esta zona de la intersección.

Al Poniente, al igual que al Oriente, también se desplazan en forma paralela los dos brazos de calzada, soportados por el mismo tipo de estructura, sólo que con la presencia subterránea del cajón de la estación del Metro "COPILCO"; razón por la que se hace necesaria la construcción de una estructura de protección a dicho cajón, y sobre ella, el apoyo de las pilas de la estructura del paso elevado. Esto último evitará cambiar las condiciones de estabilidad del METRO y terreno circundante.

La estructura puede estar constituida por cajones ó trabes "T". La primera solución dejaría una superficie plana por la parte inferior, que sería más agradable a la vista.

La estructura al Poniente constaría de apoyos ó pilas, espaciadas a cada 20 m., a excepción del claro cen-

tral, que sería de 40 m. y los apoyos sobre la estructura de protección, que estarían a 40 mt. para cada puente.

Al Oriente por razones de economía del proyecto, se propone un terraplén en las rampas de subida y bajada situadas en esta zona, en sustitución de la estructura. Como en este tramo ya no hay metro, se puede apoyar un peso mayor a lo largo de las rampas. El terraplén estaría contenido mediante muros laterales de concreto. El extremo del terraplén tendría un estribo, que lo cerraría en la parte más alta de la rampa.

Para resolver el apoyo de las pilas sobre el cajón de la estación del Metro, se utilizarían pórticos ó marcos de concreto, en la periferia de éste pero sin tocarlo.

Las dimensiones de los apoyos, calzadas, estructuras y otros elementos, se encuentran indicando en el plano No. 15 de Planta General de Trazo.

Con las dimensiones consideradas y la sección disponible se contempla la necesidad de afectación a algunas construcciones laterales, tanto en las aceras Norte como Sur, además de una modificación al camellón del acceso - Norte de Av. Cerro del Agua, para alojar un carril más - y así aumentar la capacidad de éste.

En la lateral Norte de Av. Las Torres se construirá a un carril especial para vuelta derecha, ya que la demanda para éste movimiento es bastante grande.

En el plano No. 16 se presenta el perfil preliminar indicando en él las pendientes utilizadas y que están --

dentro de las marcadas por las Normas de Vías Preferenciales en el D.F. ⁽¹⁾. Se empleó una pendiente ascendente del 3% y descendente del 5%.

El movimiento vehicular a nivel de la Av. Las Torres quedará controlado mediante semáforos. Sólo que se hace necesario suprimir los movimientos de vuelta izquierda, ya que el tiempo de semáforo para éstos, reduce considerablemente el tiempo de fase para los demás accesos; haciendo imposible el correcto funcionamiento de ellos. Estos movimientos quedarán canalizados en una forma diferente, conservando sus mismos destinos mediante un señalamiento bien definido y sin causar los conflictos actuales. Una modificación de éste tipo se describe a continuación:

Los movimientos de vuelta izquierda del acceso Poniente de Av. Las Torres, tienen como destino Ciudad Universitaria. Según el proyecto propuesto se pretende enviarlos por el paso elevado hacia la Av. Copilco que se encuentra al pie de la rampa descendente, y de ahí penetran a Ciudad Universitaria. Eliminando con esto uno de los puntos más conflictivos de la intersección y aumentando el tiempo disponible para las fases de los demás movimientos.

Suprimiendo el tiempo para los movimientos de vuelta izquierda, es posible hacer la programación de semáforos en dos fases, en lugar de las cuatro que se están u-

(1) Departamento del Distrito Federal. "Normas Generales de Proyecto y Construcción de las vías preferenciales" ISTMA, México, D. F. 1978.

sando actualmente. Esto hace posible la reducción de los tiempos de demoras en ambas avenidas.

La solución antes mencionada se confirma con el análisis de capacidad en el acceso Norte. Para conocer el volumen de servicio se aplicará la fórmula ya antes mencionada:

$$VS = (VA) (G/C) (PAM, FHMD) (UC) (VD) (VI) (T) (B)$$

De la gráfica 6.57⁽¹⁾ y con el valor "1" para el factor de carga para capacidad, y con el nuevo ancho del acceso de 11.00 m., se encuentra VA, volumen en el acceso en vehículos por hora de luz verde, cuyo valor es --- 3250 veh/h. De la misma figura se determinan los valores del factor de hora de máxima demanda (PAM, FHMD) y el valor del factor de ubicación en la ciudad (UC), y son: 1.25 y 1.25 respectivamente.

Para el factor de ajuste por vueltas derechas se -- considera 1.00, ya que el acceso es mayor de 10.50, para las vueltas izquierdas se considera 0% y de la tabla --- 6-W⁽²⁾ el factor de ajuste será 1.05. De la tabla 6-X⁽³⁾ el factor de porcentaje de camiones T= 1.045, y el de au tobuses urbanos B= 0.915⁽⁴⁾

Sólo falta encontrar la relación G/C; la cual se ob tendrá después de calcular los tiempos de las fases me--

(1) Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras" México D.F. 1976 pág. 264

(2) op. cit., tabla 6-W pág. 269

(3) op. cit., tabla 6-X pág. 270

(4) fig. 6.59 pág. 266

diante el siguiente análisis:

Para la primera fase, que corresponde a el tiempo de verde para los accesos de Av. Cerro del Agua; resulta el volúmen del acceso Norte el más crítico para la nueva programación. Este es de 2896 veh/h. En el caso de la -- Av. Las Torres el volúmen crítico es el del acceso Oriente con 2132 veh/h. Los tiempos de ámbar serán de 2 seg.

Relacionando los valores antes mencionados se tiene

$T_{ca} + T_t = \text{Ciclo} - \text{ámbares}$ donde:

T_{ca} = tiempo de verde para Av. Cerro del Agua

T_t = tiempo de verde para Av. Las Torres

$$\frac{T_{ca}}{T_t} = \frac{2896}{2130} \quad \text{y} \quad T_t = 80 - 4 - T_{ca}$$

$$\frac{T_{ca}}{76 - T_{ca}} = \frac{2896}{2130} \quad ; \quad T_{ca} = \frac{(2896)(76 - t_{ca})}{2130}$$

$$2130 T_{ca} = 220,096 - 2896 T_{ca} \quad ; \quad 5026 T_{ca} = 220,096$$

$$\text{Por lo tanto } T_{ca} = \frac{220,096}{5026} = 43.79 \text{ Aprox. } \underline{44 \text{ seg.}}$$

$$\text{de donde } T_t = 76 - T_{ca} \quad ; \quad T_t = \underline{32 \text{ seg.}}$$

Por lo tanto la relación G/C para el cálculo del Volúmen de servicio del acceso en estudio será $\frac{44}{80} = 0.55$.

Sustituyendo los valores en la fórmula inicial se llega a conocer el valor del volúmen de servicio en el nivel de capacidad. Por lo tanto:

$$V_{se} = (3250) (0.55) (1.25) (1.25) (1.00) (1.05) \text{ ----} \\ (1.045) (0.915)$$

$$V_{se} = 2804 \text{ v.p.h.}$$

El volúmen de servicio resulta aproximadamente igual al que se presentará dentro de 10 años según el pronóstico hecho de acuerdo a los volúmenes actuales.

Para los vehículos que llegan al cruce y atraviesan por sobre la superestructura proyectada, desde el acceso Oriente de Av. Las Torres, el nivel de servicio que se prevé encontrar fué definido mediante el procedimiento para determinar el nivel de servicio en vías rápidas bajo condiciones de circulación continua⁽¹⁾.

La fórmula empleada para establecer el nivel de servicio y la capacidad es $VS = 2000 N v/c W T B^{(2)}$, en donde los valores a sustituir son los siguientes: VS; es el volúmen de servicio a conocer para el nivel capacidad; - N, es el número de carriles de circulación e igual a 2; v/c, es la relación volúmen a capacidad, y que en este caso es igual a uno⁽³⁾, W, es el factor de ajuste por anchura de carril y distancia a obstáculos laterales, que en la tabla 6-J⁽⁴⁾ da un valor de 0.81, T es el factor de ajuste por el porcentaje de vehículos pesados, que siendo de 3% tiene valor de 0.79⁽⁵⁾ y para 2.2 % de autobuses B= 0.978⁽⁶⁾ según las tablas 6-G y 6-H.

De la sustitución en la fórmula encontramos que la capacidad calculada en la rampa es 2 503 vehículos por -

(1) op. cit., pág. 187

(2) op. cit., pág. 191

(3) tabla 6-I pág. 188

(4) tabla 6-J pág. 189

(5) tablas 6-F y 6-H págs. 178 y 180

(6) tablas 6-G y 6-H págs. 179 y 180

hora, suficiente para conducir los 2 307 v.p.h. resultantes de la suma de el volúmen que circula actualmente de frente más el volúmen de vuelta izquierda canalizado a este puente.

Para la otra rampa del acceso de Av. Las Torres el procedimiento es similar. Con el número de carriles igual a dos; la relación v/c igual a 1⁽¹⁾; W, igual a 0.81⁽²⁾ T, para un porcentaje de camiones 6.9% igual a 0.704⁽³⁾ y B, para 8.3% de autobuses igual a 0.927⁽⁴⁾, se obtiene un volúmen de servicio para el nivel de capacidad igual a 2 114 veh/h. Comparado este valor con la demanda que será de 686 veh/h. se determina que este acceso trabajará perfectamente bien a pesar del aumento en la demanda que se presentará en los próximos años debido al conocimiento por parte de los automovilistas de la existencia del paso elevado.

(1) op. cit., tabla 6-I pág. 188

(2) op. cit., tabla 6-J pág. 189

(3) tablas 6-F y 6-H págs. 178 y 180

(4) tablas 6-G y 6-H págs. 179 y 180

b) Proyecto de Semáforos

Para el control de las corrientes de circulación vial y peatonal a nivel se consideraron semáforos pertenecientes a una intersección aislada. Se requieren 2 fases de operación como se indica en la figura núm. 13.

En el capítulo anterior de "Anteproyecto Geométrico Propuesto" se calculó un reparto en dos fases, que dió los siguientes tiempos:

Fase 1 - Verde para Cerro del Agua	44 segundos
ámbar	2 segundos
Fase 2 - Verde para Av. Las Torres	32 segundos
ámbar	<u>2 segundos</u>
SUMA	80 segundos

Se recomienda el uso de semáforos para peatones, -- los que cruzarían según se indica en las fases de la figura núm. 13. Basicamente los cruces de peatones coinciden con las fases proyectadas para vehículos.

Revisión de Ciclo y verdes mínimos.-

Para el cálculo del ciclo óptimo procedemos a calcular el intervalo de luz ámbar:

Luz ámbar

$$A = t + \frac{Vn}{2a} + \frac{Wn-L}{Vn} \dots (1)$$

(1) Institute of Traffic Engineers - "Traffic Engineering Hand book" Washington, D. C. 1965, pág. 404.

donde: T= tiempo de reacción = 1 seg.

V= velocidad de llegada de vehículos

V₁= 9.4 Km/h. (Cerro del Agua)

V₂= 13.8 Km/h. (Av. Las Torres)

a= desaceleración de comodidad - 4.6 m/seg./seg.

W= anchura del acceso

W₁= 8.15 (Cerro del Agua)

W₂= 10.80 (Av. Las Torres)

L= longitud de un vehículo = 6 m.

$$A_1 = 1 + \frac{9.4}{2 \times 4.6} + \frac{(8.5 - 6)}{9.4}$$
$$= 1 + 1.02 + 0.27 = 2.29 \approx 2 \text{ seg. (Av. Cerro del -}$$

Agua)

$$A_2 = 1 + \frac{13.8}{2 \times 4.6} + \frac{10.80 - 6}{13.8}$$
$$= 1 + 1.5 + 0.35 = 2.85 \approx 3 \text{ seg. (Av. Las Torres)}$$

Verde mínimo para peatones

Tomando en cuenta la velocidad normal del peatón se calcula el mínimo de verde de cada fase para que pueda a travesar el crucero.

$$V = a + \frac{Wn}{V} - An$$

donde: a= tiempo de iniciación de marcha del peatón
= 5 seg.

W= anchura del cruce

W₁= 8.15 (Cerro del Agua)

W₂= 10.80 (Av. Las Torres)

V= velocidad del peatón = 1.2 m/seg.

An= duración del ámba= 2 seg. y 3 seg.

$$V_1 = 5 + \frac{8.15}{1.2} - 2 ; V_1 = 5 + 6.79 - 2 = 9.79 \text{ seg.}$$

$$V_2 = 5 + \frac{10.80}{1.2} - 3 ; V_2 = 5 + 9 - 3 = 11 \text{ seg.}$$

Las fases por volúmenes de vehículos habrían quedado de 44 seg. y 32 seg., pero hubo un ajuste en la revisión del tiempo de ámbar por lo que la distribución del ciclo se ajusta como sigue:

Fase 1 - Verde para Cerro del Agua	44 segundos
ámbar	2 segundos
Fase 2 - Verde para Av. Las Torres	31 segundos
ámbar	<u>3 segundos</u>
SUMA	80 segundos

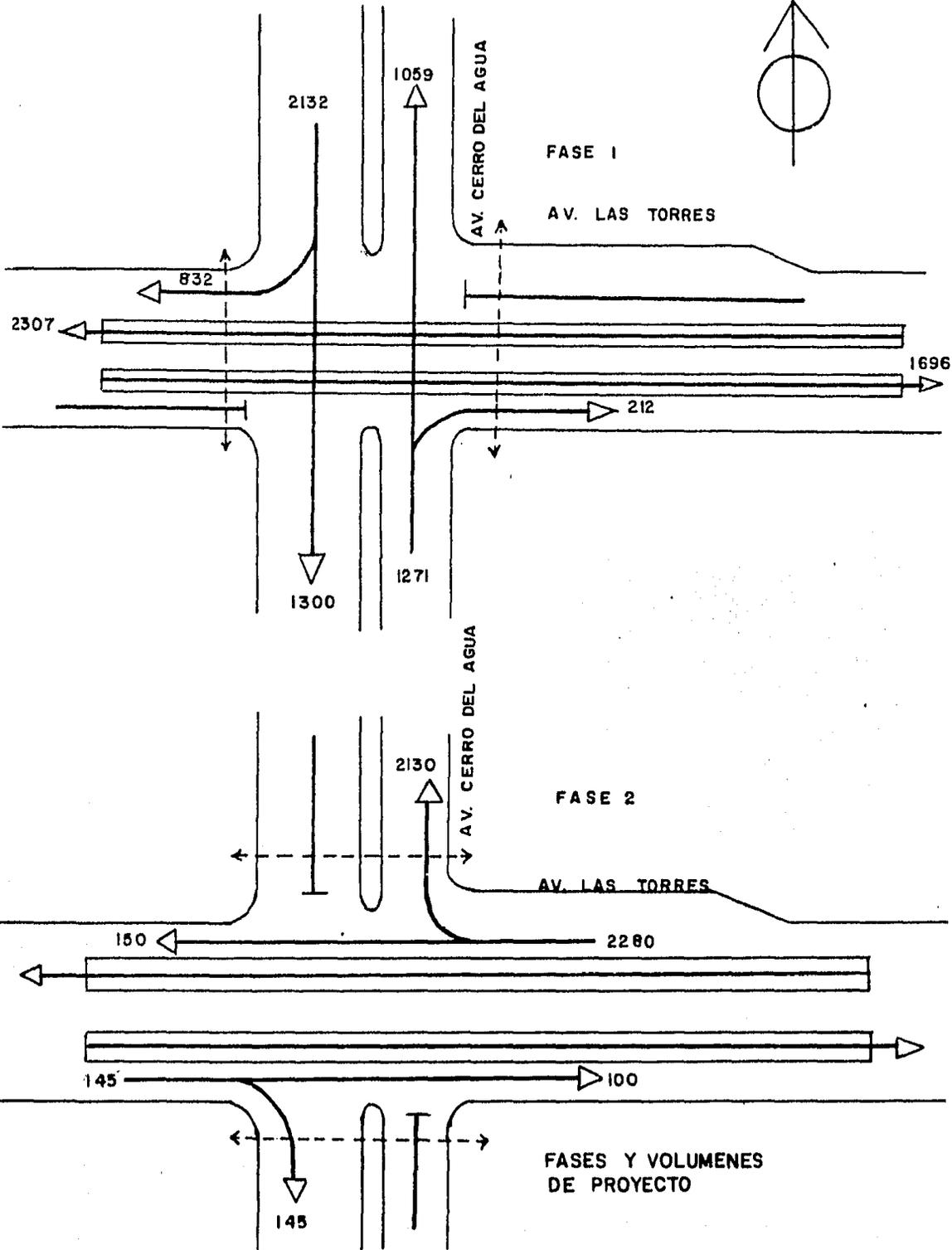
c) Proyecto de Señalamiento

Se requieren indicaciones claras y precisas para -- los conductores que circulan por ésta intersección a fin de obtener un óptimo funcionamiento del mismo. Básicamente se requieren señales informativas que den a conocer -- claramente la proximidad de un paso superior. Deben quedar claramente señalados los destinos ó arterias a los -- que se llega por abajo y por arriba de dicho paso.

Son indispensables una señal informativa anticipada y una en el lugar de decisión, como mínimo, para los conductores que vayan por Av. Las Torres (EJE 10 SUR). Para ésto las señales en portal son muy efectivas. En el plano No. 17 se presenta el proyecto del señalamiento vertical y horizontal. Se indica el texto de las señales, su ubicación y dimensiones.

Las marcas de pavimento incluyen las rayas separadas de carriles, rayas de "alto" y de paso de peatones, así como flechas. Se han proyectado las marcas de aproxi

mación a los parapetos del paso a desnivel con toda la longitud que permiten las dimensiones de la calle. Las rayas separadoras de carriles se pintarán con longitud de 2.50 m., con interrupciones de 5.00 m. tendrán una anchura de 10 cm. Las rayas de los pasos de peatones serán de 20 cm. de anchura y las rayas de "ALTO", de 40 cm.



5.- Conclusiones

Uno de los resultados importantes del problema del tránsito es el movimiento deficiente ó "arteroesclerosis" de nuestras calles, y que comunmente designamos como "congestionamiento". Además del alto índice de accidentes provocado por el mismo tipo de problema.

En pequeños muestreos hechos en las calles de nuestra ciudad, se ha visto en forma alarmante, que la velocidad de recorrido total en largos tramos del sector comercial, no pasa de 20 kilómetros por hora. ¿Cómo es posible que un vehículo capaz de sobrepasar velocidades de 100 km./h., esté restringido a velocidades tan reducidas? La consecuencia natural es una enorme cantidad de horas-hombre y horas-vehículo perdidas. Esta pérdida es diaria e irreparable.

Una de las principales víctimas y, a la vez, una de las causas del congestionamiento, lo constituyen los diferentes sistemas de transporte público. Sin planeación adecuada, las rutas de transporte de pasajeros determinan sus rutas, paradas, frecuencia de viajes, selección de unidades, etc., ocasionando una operación poco eficiente y congestionamiento de la circulación.

Es de todos conocida la forma desordenada en que son conducidos los autobuses y los taxis de la ciudad. Además, la falta de estudio en las zonas ascenso y descenso de pasajeros y en la distribución de rutas en las calles de la ciudad, hace indispensable un cambio, de manera que haya un mejor equilibrio entre la capacidad de las calles y el número de unidades de servicio público -

que las utilizan, conciliando la oferta con la demanda - de pasaje.

En virtud de el origen del problema radica en que - las calles de la ciudad tienen un trazo que data de hace varios siglos y que el vehículo que usamos tiene apenas la edad del presente siglo, la solución integral equivaldría a arrasar con la ciudad y proporcionar un trazo geométrico adecuado al vehículo moderno, previendo en lo posible su evolución, ó bien, construir otra capital, bajo un diseño revolucionario.

Como lo anterior es imposible, sabemos que la solución que debe aplicarse, será tan solo parcial.

Para que la solución parcial nos garantice los mejores resultados, debemos proceder a aprovechar al máximo posible la ciudad actual, ejecutando obra material que permita un traslado eficiente y seguro del centro a la periferia y viceversa, así como entre los diferentes núcleos comerciales, residenciales e industriales, entre - si. Esta solución requiere fuertes inversiones.

Simultáneamente a la ejecución de este programa de obras, debe ejecutarse un programa de control y administración del tránsito.

Siendo el elemento humano el principal factor causante de accidentes, es indispensable incluir en éste -- programa medidas educativas y disciplinarias.

Las leyes ó reglamentos que se implementen tendrán que ser razonables, para propiciar la aceptación del público.

Como se mencionó anteriormente sabemos que todas --

las soluciones que se pueden aplicar son sólo parciales, ya que las integrales resultan imposibles. De acuerdo a ésta clasificación la solución propuesta se puede considerar como una Solución Parcial de alto costo; calificada así, si tomamos en cuenta la actual política económica conservadora del País.

Aunque se considera una solución parcial, es importante también considerar el tiempo de beneficio de ésta obra ya que según el pronóstico será de 10 años, que traducido en horas-hombres justifica la inversión.

Para la elaboración del anteproyecto propuesto se consideraron todos los factores que pueden influir en el mal funcionamiento de la intersección tales como: la situación actual del cruce, los usos del suelo en la zona aledaña a la intersección, el señalamiento actual, fases y tipo de semáforos, volúmenes vehiculares en las horas pico, Rutas de transporte público, condiciones de estacionamiento, sentidos de circulación, capacidad y niveles de servicio. Y aunque después del análisis de todos y cada uno de éstos factores se llegó a la solución propuesta; estamos conscientes que solo es una solución temporal, ya que aún no se ha encontrado la forma de detener el crecimiento del volumen vehicular; lo cual provoca que este tipo de soluciones aunque de alto costo, no funcione de por vida.

Se contempló la solución parcial de bajo costo consistente en la remodelación de camellones, adición de carriles especiales para vueltas etc. Pero se concluyó que el tiempo de funcionamiento sería demasiado pequeño en -

relación con la tasa de crecimiento del volúmen vehicu--
lar. Por ésta razón se optó por la solución presentada -
en el Anteproyecto Geométrico.

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

- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras
México D. F. 1976. Secretaría de Asentamientos
Humanos y Obras Públicas.
- Normas Generales de Proyecto y Construcción
de las Vías Preferenciales "ISTME", México D. F. 1978.
Departamento del Distrito Federal.
- "Traffic Engineering Handbook"
Institute of Traffic Engineers
Washington, D. C. 1965.
- Costos Unitarios de la Coordinación General del Trans
porte. Dirección de Ingeniería Vial Y Transporte-COVI
TUR; México D. F. Marzo de 1985.
- Manual de Dispositivos para el control del Tránsito
en calles y carreteras.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
México, 1977 4a. Ed.
- Ingeniería de Tránsito
Rafael Cal y Mayor
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.
- Una Fisonomía de la Ingeniería de Tránsito
Leonardo Lazo Margain
Gilberto Sánchez Angeles
- Ingeniería de Transporte
William W. Hay.
- Topografía General
Ing. Sabro Higashida Miyabara.

- Manual de Educación Vial y Seguridad

Rafael Cal y Mayor.

- Ingeniería de Carreteras, calles, viaductos y Pasos
a Desnivel.

Hewes y Oglesby.