

PROYECTO GEOMETRICO DE VIABILIDAD URBANA

FECHA	DURACION	TEMA	PROFESOR
Noviembre 13	17 a 19 h	INTRODUCCION Necesidad del proyecto Clasificación vial urbana Intersecciones a nivel y desnivel Metodología de proyecto	ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER
	19 a 21 h	DATOS BASICOS Físicos Operacionales	" " " "
"	14 17 a 21 h	ANALISIS DE DATOS Características físicas Características del tránsito Capacidad y niveles de servicio	" " " "
"	15 17 a 18 h		
"	15 18 a 21 h	PROPOSICION DE ESPECIFICACIONES DE PROYECTO GEOMETRICO Velocidad de proyecto Sección transversal Pendiente máxima Grado máximo de curvatura Sobreelevación máxima Distancias de visibilidad	" " " "
"	16 17 a 21 h y	ALTERNATIVAS DE SOLUCION GEOMETRICA Esquemas de solución Análisis y selección de los esquemas	ING. ENRIQUE SALCEDO MARTINEZ
"	17 17 a 21 h		
"	21 17 a 21 h	ANTEPROYECTO En planta En perfil En sección transversal Intersecciones Evaluación de anteproyectos Selección del más conveniente	" " " "

Tema

Profesor

Noviembre 22, 23
24

17 a 21 h c/d

PROYECTO DEFINITIVO
Alineamiento horizontal
Alineamiento vertical
Sección transversal
Intersecciones
Dispositivos de control
Drenaje
Estructuras
Pavimento
Instalaciones

ING. PEDRO CHAVELAS CORTÉS

Noviembre 25

9 a 13 h

TALLER

Solución de un ejemplo práctico

ING. CRISTINO MONTOYA CERON

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO PROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

ING. PEDRO CHAVELAS CORTES
JEFE DE LA OFICINA DE DISEÑO
DEPARTAMENTO DE VIALIDAD
DIRECCION DE INGENIERIA DE TRANSITO
S. A.H.O.P.
DR. BARRAGAN NO. 779-4°
MEXICO 12, D.F.
TEL. 590.34.14

ING. CRISTINO MONTOYA CERON
GERENTE GENERAL
URBANISMO, VIALIDAD Y TRANSPORTE, S.A.
MONTE ALBAN NO. 37
COL. NARVARTE
MEXICO 12, D.F.
TEL. 519.66.47

ING. ENRIQUE SALCEDO MARTINEZ
DIRECTOR GENERAL
URBANISMO, VIALIDAD Y TRANSPORTE, S.A.
MONTE ALBAN NO. 37
COL. NARVARTE
MEXICO 12, D.F.
TEL. 519.66.47

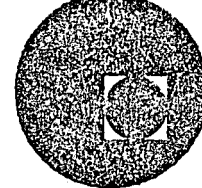
ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER
JEFE DE LA OFICINA DE PROYECTOS
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO
AV. JUAREZ NO. 42 EDIF. b-2°
MEXICO 1, D.F.

ING. ALFREDO MARTINEZ DURAN (COORDINADOR)
VICEPRESIDENTE DE LA
ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE TRANSITO, A.C.
CAMINO A STA. TERESA NO. 187
MEXICO 22, D.F.
TEL. 573.89.11 EXT. 144

4
(E)



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PROYECTO GEOMÉTRICO DE VIALIDAD URBANA

I. INTRODUCCION

II CLASIFICACION VIAL Y NORMAS

III CONTROLES Y DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO

IV ELEMENTOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES

ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER

NOVIEMBRE, 1978.



1). - INTRODUCCION. -

Se reconoce que es necesario definir las funciones específicas de cada una de las calles que componen un sistema vial urbano con objeto de optimizar su uso.

Los criterios para evaluar los servicios y proporcionar una guía para el proyecto geométrico se basan en las siguientes premisas:

- a. - Es necesario establecer una red de calles, clasificadas en sistemas, con objeto de desarrollar una estructura vial que sirva con eficacia varios usos del suelo, previendo un desarrollo lógico de la comunidad. Cada sistema de calles deberá servir para objetivos específicos que lo identifiquen plenamente.
- b. - A fin de que la función para la que se destina un sistema de calles pueda, no sólo mantenerse, sino ser mejorado, estos objetivos deben influir en la selección de las normas para el proyecto geométrico y en los elementos complementarios de un sistema vial, como son los dispositivos para el control de tránsito.
- c. - Con el fin de proporcionar un servicio satisfactorio, los espacios disponibles para el estacionamiento (dentro y fuera de la calle), las paradas para ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga de mercancías, etc. deben formar parte integral del sistema vial urbano.

El proyecto de un sistema vial urbano está altamente influenciado por la topografía, densidad de población, uso actual y futuro del suelo, características de los vehículos, la naturaleza y composición del movimiento del tránsito y los factores económicos.

II). - CLASIFICACION VIAL. -

I. - Objetivos y Clasificación.

Uno de los objetivos generales que deben contemplarse, es el de fijar criterios para la red vial urbana y no contemplar en forma aislada alguno de sus elementos. Esto conduce a un hecho, ya reconocido y puesto en práctica en algunos países, el de clasificar la red vial.

Esta clasificación debe partir de la necesidad de fijar una función específica a las vías, que satisfagan las necesidades de movilidad urbana. Lo anterior se justifica en base a los siguientes puntos de vista: (1)

"En primer lugar, por un criterio de capacidad y nivel de servicio. A medida que las dimensiones de la ciudad aumentan, los desplazamientos urbanos son de mayor longitud y el tiempo empleado en el transporte tiene una trascendencia más importante. Conseguir una velocidad relativamente alta, puede ahorrar muchas horas del año y eso solo se logra si las calles se proyectan de forma adecuada. Al estudiar la capacidad, se comprueba como el estacionamiento en la calle y los accesos demasiado próximos la disminuyen considerablemente.

##...

En segundo lugar, por un criterio de seguridad, ya que la confusión que se produce en la calle cuando la intensidad de tránsito es importante y parte de los vehículos circulan de prisa, hace aumentar rápidamente el índice de accidentes.

Y por último, por un criterio funcional, tanto desde el punto de vista de las vías principales como de las vías locales; en las que hay que evitar en lo posible un tránsito intenso y rápido que perturba considerablemente la vida urbana"

Los sistemas generales de una red vial urbana deben comprender específicamente dos sistemas, uno principal que estructura los espacios de la ciudad y que forma parte de la zonificación de la clasificación racional del uso del suelo; lo integran las vías que tienen como función primordial la de facilitar la circulación y definir el esquema general de la ciudad. Y otro sistema complementario, o secundario, destinado fundamentalmente a dar acceso a las propiedades colindantes.

La clasificación que se recomienda, de acuerdo con su función primaria y secundaria, es la siguiente:

VIALIDAD PRIMARIA

a) Vías de acceso controlado

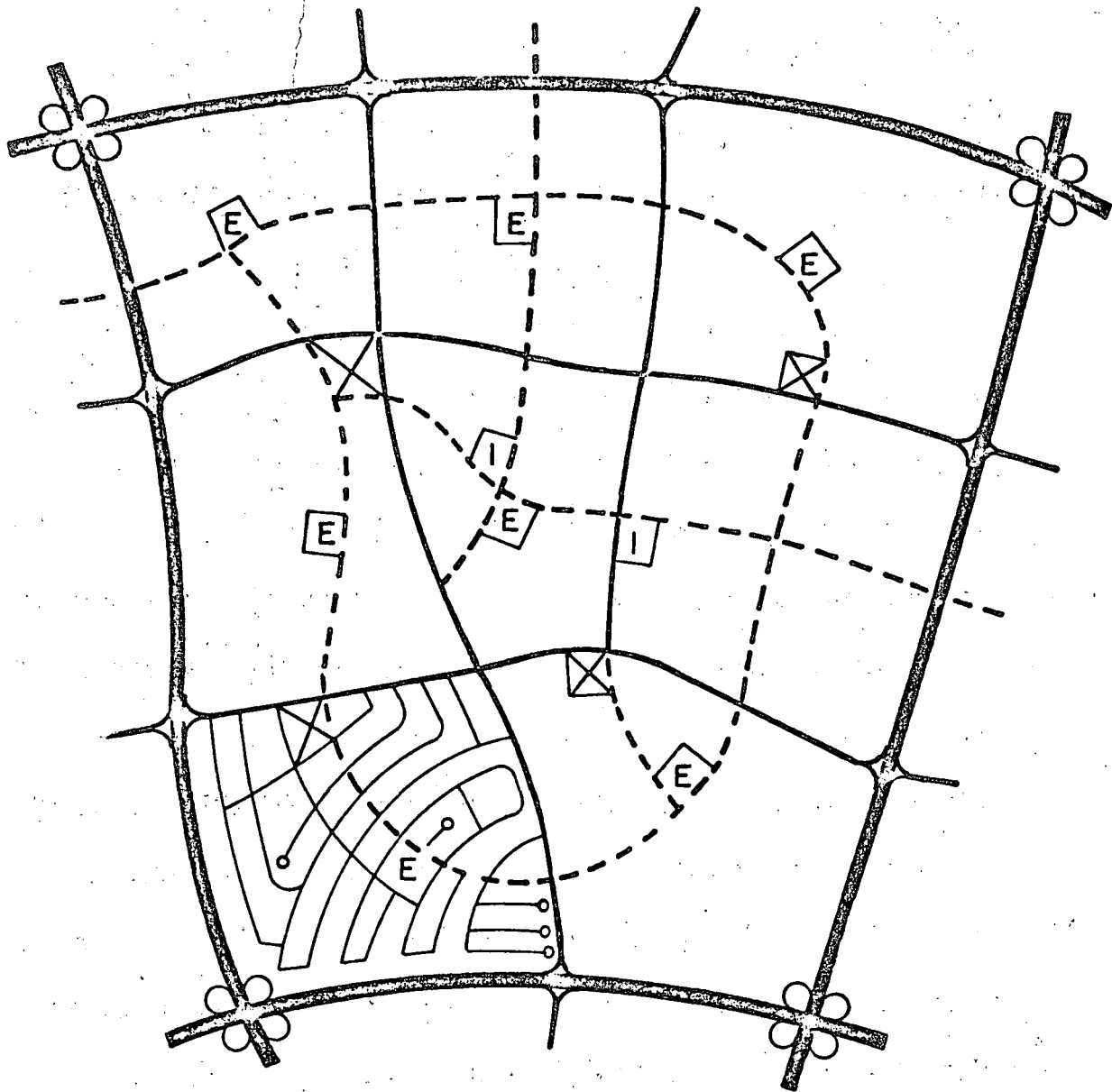
b) Vías principales.

VIALIDAD SECUNDARIA.

c) Calles Colectoras.

d) Calles locales.

La anterior clasificación procura ser congruente con la nomenclatura que se está usando actualmente en el D. F.



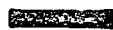
CENTRO COMERCIAL



ESCUELA



IGLESIA



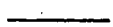
SISTEMA DE VIAS DE ACCESO CONTROLADO



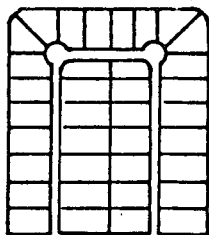
SISTEMA DE VIAS PRINCIPALES



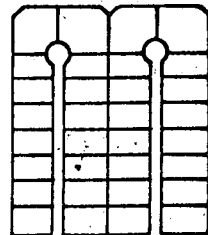
SISTEMA DE CALLES COLECTORAS



SISTEMA DE CALLES LOCALES



CALLE CERRADA EN CIRCUITO



RETORNO O CERRADA

DISPOSICION DIAGRAMATICA DE UN SISTEMA VIAL URBANO

Los factores principales que influyen en el diseño de los sistemas viales urbanos son:

- a). - Deseos de viaje.
- b). - Necesidad de accesos a las zonas en desarrollo.
- c). - Red vial existente.
- d). - Uso actual y futuro del suelo.

El establecimiento de un plan de clasificación debe estar basado en la localización de zonas generadoras de viaje, la continuidad y localización del movimiento de tránsito de paso y a las necesidades de acceso a los límites de las propiedades colindantes.

Las necesidades de acceso se reflejan en los requisitos para entradas y salidas y el uso de áreas adecuadas de estacionamiento para el ascenso y descenso de pasajeros y la carga y descarga de bienes. Al evaluar estos factores debe de tomarse en cuenta los requisitos de tránsito actuales y futuros y los planes de uso del suelo de las zonas consideradas.

El producto final de un buen plan de clasificación vial urbano, es una red de calles que sirven de integración con las zonas comerciales, industriales de empleo, escuelas, parques y zonas residenciales, caminos y jurisdicciones adyacentes, dentro del área metropolitana, que provea una circulación y acceso de tránsito satisfactorios.

2. - Descripción de los Subsistemas. -

La función primordial del sistema vial urbano es la de proporcionar un medio para el traslado de personas y bienes. Este traslado se puede realizar como peatones, en automóviles, autobuses,

camiones, tranvías, etc. y para una variedad de propósitos tales como trabajo, compras, diversiones, educativo y de negocios.

- a) Vías de acceso controlado. - La función de las vías de acceso controlado es la de facilitar la movilidad vial. Manejando altos volúmenes de tránsito eficientemente y auxiliando el tránsito de paso a través del sistema de calles, éste permite al sistema vial cumplir su función adecuadamente. A su vez garantiza niveles adecuados de seguridad a volúmenes de tránsito elevados, controlando los puntos de acceso. Cuando el control del acceso sea total y todas las intersecciones importantes crucen a desnivel, este subsistema se conocerá con el término de autopista.

Las normas de operación y geométricas para este subsistema se resumen en la tabla del apéndice "A".

- b) Vías Principales. - Este subsistema, conjuntamente con las vías de acceso controlado deberá servir como red primaria para el movimiento de tránsito de paso de un distrito a otro dentro del ámbito urbano. Permite un enlace directo entre los generadores de tránsito principales, la zona central comercial y de negocio, centro de empleo importantes, centros de distribución y transferencia de bienes, terminales de transportación en toda el área urbana. Las vías principales permiten enlazar las carreteras con la vialidad urbana.

- c) Calles Colectoras. - Las calles colectoras sirven a un doble propósito permitiendo un movimiento entre las vías principales y las calles locales y a su vez dar acceso directo a las propie--

dades colindantes.

d) Calles Locales. - Las calles locales se dividen de acuerdo al área que sirven en residenciales, comerciales e industriales.

En los tres casos están destinadas para servir como acceso -- directo a las propiedades.

3. - Normas de Proyecto para el Sistema Vial Urbano.

a) Vías de acceso controlado.

Las vías de acceso son vías para el tránsito directo con accesos totalmente controlados. Sirven para el tránsito rápido de grandes volúmenes de tránsito cuyos orígenes y destinos son distantes.

Las entradas y salidas a y desde los carriles de alta velocidad son diseñados y espaciados convenientemente para proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad del tránsito de la corriente principal y la velocidad del tránsito que converge ó diverge.

Las intersecciones con otras vías de acceso controlado o arterias se efectúan a desnivel y además constan de pasos a desnivel para peatones. Las vías de acceso controlado se dividen en 3 tipos: a nivel, deprimidas y elevadas • --

Las vías de acceso controlado a nivel se llaman así a aquellas cuya rasante, en su mayor parte, está prácticamente a la misma altura que las calles transversales.

Las vías de acceso controlado deprimidas son aquellas cuya rasante está a un nivel inferior al de las calles transver

sales, a fin de que todos los cruces sean mediante pasos inferiores. Las vías de acceso controlado elevadas ó viaductos -- son aquellas cuya rasante se encuentra a un nivel más alto que el de las calles transversales, a fin de que todos los cruces con éstas se realicen por pasos superiores. Pueden ser apropiadas en terrenos planos en donde el espacio urbano es limitado y existen abundantes conductos subterráneos de servicio público, ó con el nivel freático elevado.

Estas vías de acceso controlado elevadas son generalmente estructuras de marca y las columnas están colocadas en tal forma que dejan gran parte del espacio que queda debajo de ellas, libre para el tránsito local o para estacionamiento.

Las ventajas de las vías de acceso controlado deprimidas y -- elevadas son las siguientes:

Las vías de acceso controlado deprimidas:

- a). -No afectan la luz solar, la ventilación, ni le quitan vista a las propiedades adyacentes y son más estéticas.
- b). -Las rampas para las entradas y salidas quedan en pendiente y favorecen a la aceleración y desceleración respectivamente, que se desea en cada caso.
- c). -Tienden a amortiguar el ruido que origina el tránsito.

Las vías de acceso controlado elevadas .

- a). -Prácticamente no afectan el sistema de calles existentes porque salvan todas las calles transversales.
- b). -Requieren un derecho de vía menor.
- c). - Fáciles de drenar y no representan problemas para

La reconstrucción de los ductos subterráneos para los para los servicios públicos.

Características operacionales y geométricas de las vías de acceso controlado:

- | | |
|--|---|
| 1.- Longitud recomendable | Más de 5 km |
| 2.- Velocidad de proyecto | |
| a).- A lo largo del eje principal | 70-80Km/h |
| b).- En gazas de intersección a desnivel | Como mínimo la mitad del valor a lo largo del eje principal. |
| 3.- Velocidades de operación. | |
| a).- En las horas de máxima demanda | 50 km/h |
| b).- A otras horas. | 55-80 km/h |
| 4.- Número de carriles de circulación: | |
| a).- Centrales | 4-8 |
| b).- Laterales | 4. |
| 5.- Anchura de los carriles de circulación | |
| a).- Centrales: | |
| Carril derecho | 3.60 fijo |
| Otros carriles | 3.50 máximo
3.30 mínimo |
| b).- Laterales: | |
| Carril derecho | 3.60 fijo. |
| Otros carriles. | 3.50 máximo con estacionamiento
3.30 m con estacionamiento.
3.00 m sin estacionamiento. |
| 6.- Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón, en las calles laterales. | 2.5 m |

- 7.- Anchura de la faja separadora central (Camellón Central) 1.50 m mínimo 10.0 m máximo
- 8.- Anchura de las fajas separadoras laterales (Camellones laterales) 6.00 m mínimo 10.00 m máximo
- En casos especiales por limitación del derecho de vía se dará un mínimo de 4.50 m
- 9.- Anchura de los carriles de aceleración y desaceleración. 3.50 m fijo.
- 10.- Anchura de las aceras o banquetas 3.50 m mínimo 5.00 m máximo
- 11.- Anchura del derecho de vía.

a) En vías de acceso controlado a nivel:

Carriles centrales	Carriles laterales	
8	4	87.40 máximo
8	4	66.30 m mínimo
6	4	80.40 m máximo
6	4	54.70 m mínimo
4	4	68.40 m máximo
4	4	48.10m mínimo

b).- En vías de acceso controlado elevadas

Con 2 sentidos de circulación:

35 m para 4 carriles

45 m para 6 carriles

50 m para 8 carriles.

Con un sentido de circulación

20 m para 2 carriles

25 m para 3 carriles

30 m para 4 carriles.

En aquellos lugares donde se proyectan las rampas de entrada ó de salida, se deberán incrementar el derecho de vía anterior.

12. - Pendiente longitudinal máxima:

- a). - En tramos largos 4% (longitud máxima 650 m)
- b). - En tramos cortos (pasos a desnivel) 6% máximo
- c). - En gázas de intersección a desnivel 6%, en casos especiales 7% en subida y 8% en bajada.

13. - Radios mínimos en las esquinas de calles laterales, con las calles transversales.

- a). - Porcentaje mínimo de vehículos pesados que dan vuelta. 4.5 - 7.5 m
- b). - Porcentaje elevado de vehículos pesados que dan vuelta 9.0 - 15.0 m

También pueden utilizarse curvas compuestas donde haya espacio suficiente utilizándose de 30-6-30 m en vez de 9 m y de 36-12-36 m en vez de 15.0m.

14. - Separación entre vías de acceso controlado y Vías principales. 1.6 km

15. - Espaciamiento de las intersecciones a desnivel:

Las intersecciones a desnivel de las vías con accesos controlados se recomienda que estén espaciados de la manera siguiente:

Area de la ciudad	Espaciamiento de las intersecciones a desnivel, en m
Centro comercial	800
Perimetral al centro Comercial	800 a 1600
Suburbanos	1600 a 3200
Rurales	más de 3200

16. - Distancia de visibilidad de parada.

- a). - Para velocidad de proyecto de 80 km/h 115 m
- b). - Para velocidad de proyecto de 70 Km/h 90 m

17. - Curvas de transición Espirales.

18. - Radio mínimo de curvatura

- a). - Para sobreelevación máxima de $s=0.10$ y Vel Proy. 80 Km/h 208.4 m
- b). - Para sobreelevación máxima de $s=0.10$ y Vel proy. 70 km/h 152.8 m

19. - Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles-

y una velocidad de proyecto de

80 km/h 500 veh/h/carril

Considerando que no hay vehículos estacionados y con 45% de tiempo de verde.

b) Vías principales.

Junto con el sistema de vías de acceso controlado constituyen la vialidad principal o primaria de una ciudad y sirven para proporcionar fluidez al tránsito de paso y de liga a las calles

colectoras y locales. Las vías principales pueden ser de un solo sentido o doble sentido con faja separadora central físico o pintado.

Características operacionales y geométricas de las vías principales.

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. - Longitud recomendable | Más de 2 Km. |
| 2. - Velocidad de proyecto | 70 km/h máxima
50 km/h mínima |

La velocidad mínima en gasas de intersección a desnivel será la mitad de la velocidad de proyecto en el eje principal.

- | | |
|---|-----------------------|
| 3. - Velocidad de operación. | |
| a. - En las horas de máxima demanda | 40 km/h |
| b. - A otras horas | 40-60 km/h |
| 4. - Número de carriles de circulación. | |
| a. - En doble sentido | 10 máximo
6 mínimo |
| b. - En un sentido | 8 máximo
5 mínimo |

- | | |
|---|------------------------------|
| 5. - Anchura de los carriles de circulación. | |
| a. - Carriles derechos | 3.60 m fijo
3.30 m máximo |
| b. - Otros carriles | 3.00 mínimo |
| 6. - Anchura de los carriles de estacionamiento. | 2.50 m |
| 7. - Anchura de la faja separadora central física o pintada | 10.0 máxima
6.00 mínima |

En casos especiales por limitación del derecho de vía se podrá dar un mínimo de 4.50 m.

- | | |
|---|-----------------------------|
| 8. - Anchura de los carriles de aceleración desaceleración y vuelta izquierda | 3.50 m fijo |
| 9. - Anchura de las aceras | 5.00 máxima
3.50 mínima. |

10.- Anchura de derecho de vía

a).- dos sentidos

10 carriles 58.60 m

6 carriles 37.20 m

b.- Un sentido

8 carriles 41.70 m

5 carriles 27.60 m.

11.- Pendiente longitudinal máxima . .

a.- En tramos largos 5%(longitud máxima 650 m)

b.- En tramos cortos 7% (400 m como -- máximo).

12.- Radios mínimos en las esquinas de

las intersecciones. 4.5-7.5 m.

13.- Espaciamiento entre Vías principales.

Area de la ciudad	Espaciamiento entre Vías princip.	tiempo del ciclo, en seg.	Velocidades en km/h.
Centro comercial	200-400	60 a 90	25 a 15
Perimetral al centro comercial	400-800	60 a 90	50 a 35
Suburbano	800-1600	90	70

14. Capacidad promedio, por carril de circulación en intersección

con semáforos ----- . 500-800 veh/h.

15.- Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número

de carriles y una velocidad de proyecto de 65 km/h--300 veh/h

y considerando que existe estacionamiento y 45% de tiempo de

verde.

c) Calles Colectoras.

Las calles colectoras sirven para distribuir el tránsito entre las arterias y las calles locales. El sistema de calles colectoras - se destina para los movimientos de tránsito de paso dentro de - un área local y dar acceso a las propiedades.

En estas calles debe de tomarse las previsiones para alojar los movimientos de vueltas, estacionamiento, ascensos y descensos de pasaje y para carga y descarga de mercancía.

Características operacionales y geométricas de las calles colectoras:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1.- Longitud recomendable | menos de 2 km |
| 2.- Velocidad de proyecto | 40-60 km/h |
| 3.- Velocidad de operación: | |
| a.- En las horas de máxima de
manda | 30 km/h |
| b.- A otras horas | 30-55 km/h. |
| 4.- Número de carriles de circulación | |
| a.- 2 sentidos | 4 max.
2 min. |
| b.- 1 sentido. | 4 max.
2 min. |
| 5.- Anchura de los carriles de circulación: | |
| a.- carril derecho | 3.60 m fijo |
| b.- Demás carriles | 3.30 m máximo
3.00 m mínimo. |
| 6.- Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón: | 2.50 m' |
| 7.- Anchura de las aceras: | 2.50 m máximo
2.00 m mínimo. |

8' - Anchura del derecho de vía:

a. - Dos sentidos	32.80 m máximo 24.20 m mínimo.
b. - Un sentido	26.50 m máximo 17.60 m mínimo.

9. - Pendiente longitudinal máxima: 8%

10. - Radios mínimos en las esquinas
de las intersecciones 4.5-7.5 m

11. - Distancia mínima de visibilidad
de parada:

Terreno plano (0% a 8% de pen-
diente transversal) y vel. proyec-
to de 60 Km/h 75m

Terreno ondulado (8.1% a 15%
de pendiente transversal) 60 m

Terreno accidentado de (más
de 15% de pendiente transver-
sal). 45 m

12. - Radio de curvatura mínimo, al
eje de la curva

Terreno plano (0 a 8% de pendiente
transversal) 104.2 m

Terreno ondulado (8.1% a 15% de
pendiente transversal) 67.4 m

Terreno accidentado (más del 15%
de pendiente transversal) 45 m

13. - Pendiente máxima:

Terreno plano 4%

Terreno ondulado 8%

Terreno accidentado 12%

14. - Espaciamiento entre calles colectoras

Para dar cabida a los movimientos intermedios entre el tránsito local y el de paso o viceversa, se recomienda que las calles colectoras estén espaciadas de 400 a 750 m

15. - Capacidad promedio de cada uno de los carriles de circulación, en intersecciones a nivel con semáforos: 300-500 veh/h.

16. - Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles: 200 veh/h, con estacionamiento y 30% de tiempo de verde'

d) Calles Locales.

Las calles locales se utilizan para el acceso directo a las propiedades y deben estar conectadas con el sistema de calles colectoras. --

El movimiento de paso debe evitarse por estas calles, ya que de otra manera se demerita su función:

Características operacionales y geométricas de las calles locales:

1. - Longitud recomendable: menos de 800 m

2. - Velocidad de proyecto: 30-50 km/h

3. - Velocidad de operación:

a. - En las horas de máxima demanda: 15 km/h

b. - A otras horas: 15-30 km/h.

4. - Número de carriles de circulación:

a. - 2 sentidos 4 máximo
2 mínimo.

b. - 1 sentido 4 máximo
2 mínimo.

5. - Anchura de los carriles de circulación

3 m fijo.

6. - Anchura de los carriles de estacionamiento en cordón	2.50 m
7. - Anchura de las aceras:	2.50 m máxima 2.00 m mínima
8. - Anchura del derecho de vía:	
a. - 2 sentidos	16.00 m máxima 12.50 m mínima
b. - 1 sentido	16.00 m máxima 12.50 m mínima.
Con estacionamiento en un solo lado.	
9. - Pendiente longitudinal máxima:	12-15 %
10. - Radio mínimo en las esquinas de las intersecciones:	
Calle local con calle local	4.5 m
Calle local en calle colectora	7.5 m
11. - Angulos de las intersecciones	90°, casos especiales de 75° a 90°
12. - Pendiente máxima	
a. - Terreno plano	4 %
b. - Terreno ondulado	8 %
c. - Terreno accidentado	15 %.
13. - Longitud máxima para calles cerradas:	150 m
14. - Radio mínimo en calles cerradas:	15 m.

II) CONTROLES Y DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO VIAL.

En el proyecto geométrico se emplean controles y datos básicos para asegurar que la vía se ajustara a la demanda de tránsito que se espera en un futuro y fomentar la uniformidad y consistencia en la operación vial. En algún grado se aplican estos controles y datos básicos a toda vía pública.

1. - Volumen de Proyecto.

Definición. - Un volumen determinado para el proyecto y que representa el tránsito que usará la vía. El Tránsito promedio diario actual (TPD) puede ser usado para el diseño de la red vial local. Para las vías de dos carriles más importantes, el concepto de volumen horario de proyecto (VHP) es usado en el año de proyecto futuro. Para vías de carriles múltiples se hace uso del volumen horario de proyecto direccional (VHPD), para el proyecto de algún año futuro.

Aplicación. - El volumen de proyecto representa la "carga" que la vía pública deberá alojar y que determina en mayor grado el tipo de vía, anchura de pavimentación requerida como otras características geométricas.

Determinación: La determinación del volumen horario de proyecto se inicia con el TPD actual. Para todas las vías, excepto calles locales, el TPD es proyectado hacia algún año futuro usualmente de 5 a 20 años después de que se haya concluido la construcción. El VHP se obtiene multiplicando este TPD por un factor K. El Factor K es la relación del VHP entre el TPD. Para el promedio de las vías rurales el factor K es aproximadamente de 12 % -

y para vías urbanas de 8% del TPD. Una característica afortunada del factor K es la de que para una vía en particular disminuye solo ligeramente con las variaciones del TPD. Por lo tanto, el factor K determinado para volúmenes de tránsito actuales solo necesita ser ajustado ligeramente, cuando se usa para determinar el volumen horario de proyecto futuro. Para vías de dos carriles, el VHP es usado para proyecto.

El volumen horario de proyecto direccional (VHPD) se determina multiplicando el volumen horario de proyecto por el factor direccional (D). El factor D es el porcentaje del tránsito en el sentido dominante del flujo en vías de más de dos carriles y en vías de dos carriles con tránsito direccional en intersecciones importantes se considera esencial. La distribución del tránsito direccional durante las horas de máxima demanda, usualmente se considera que permanece sin cambio durante las semanas de un año. El factor D para vías rurales y zonas comerciales fuera del centro en vías urbanas tiene valores de 60% a 80% en la hora de máxima demanda en un sentido con un valor promedio de alrededor de 67%. Cerca y en las zonas centrales de negocios, particularmente en grandes ciudades el valor de D se acerca al 50%. Valores representativos de D en ciudades grandes son: en zonas centrales alrededor de 55% en rutas radiales y Vías de circuito; alrededor de 60% en zonas intermedias, y 65-67% en rutas radiales en zonas comerciales fuera del centro.

El porcentaje de camiones y autobuses durante la hora de proyecto el factor T, también deberá ser estimado de tal manera que pueda ser usado como un dato básico en el proyecto geométrico.

Los vehículos de diferentes tamaños y pesos tienen diferentes características de operación y el efecto sobre la operación del tránsito de un camión o autobus es con frecuencia equivalente a varios vehículos ligeros, dependiendo de la pendiente y de las características de operación de los camiones.

Un valor de T establecido sobre la base de tránsito actual generalmente puede considerarse que es posible aplicarlo a volúmenes de tránsito futuro. Los efectos de camiones y autobuses en la corriente vial son admitidos ya sea disminuyendo el volumen de servicio o cambiándolo a volúmenes de vehículos ligeros equivalentes.

En resumen, es necesario conocer los siguientes elementos para propósitos de proyecto en diferentes vías urbanas:

TIPO DE VIA.	ELEMENTOS DE TRANSITO NECESARIO PARA EL PROYECTO
Calles Locales y calles colectoras.	TPDa Tránsito promedio diario actual. TPDa TPDf TPD para un año futuro. VHP Volumen horario de proyecto para condición futura. T Porcentaje de camiones durante la hora de proyecto.
Vías principales y Vías de acceso controlado.	TPDa TPDf VHPD Volumen horario de proyecto direccional. T

2. - Velocidad de Proyecto. -

- a) Definición. Es la velocidad determinada para el proyecto y correlación de las características físicas de una vía y que influye en la operación vehicular. Es la velocidad máxima de seguridad conservada durante un tramo específico de una vía y que sirve para gobernar las características de un proyecto.
- b) Aplicaciones. Algunas características tales como, curvatura, sobreelevación, distancia de visibilidad y pendiente, están relacionadas directamente y varían apreciablemente con la velocidad de proyecto. Las anchuras de pavimento, y aceras, anchuras de claros libres entre muros y rieles, están menos relacionados con la velocidad de proyecto, pero debido a que ellos pueden afectar la velocidad vehicular, deben utilizarse normas de alta calidad en vías con velocidades de proyecto elevadas. Esto es, casi todos los elementos que intervienen en el proyecto geométrico vial, son afectados por la velocidad de proyecto elegida.
- c) Bases para la selección. La selección de la velocidad de proyecto está influida por las características del terreno, densidad y carácter del uso del suelo, clasificación y función del tipo de vía, los volúmenes de tránsito que se espera usen la vía y por consideraciones económicas y ambientales. Usualmente, una vía en un terreno a nivel justifica una velocidad de proyecto elevada en comparación de una vía similar en terreno montañoso, lo mismo que una vía en zona rural tendrá

una velocidad de proyecto mayor que una vía en zona urbana; una vía primaria tendrá mayor velocidad de proyecto que una vía secundaria o local; y una vía de volúmenes elevados tendrá una mayor velocidad de proyecto que otra vía con volúmenes de tránsito bajos. Excepto para vías locales y calles urbanas la velocidad de proyecto deberá ser tan alta como sea posible y de acuerdo con las consideraciones económicas y ambientales.

La siguiente tabla muestra las velocidades de proyecto mínimas para diferentes clasificaciones viales, tipo de terreno y varios volúmenes de tránsito. Estos son valores mínimos para velocidades de proyecto para diferentes condiciones de terreno de tránsito.

VELOCIDADES DE PROYECTO MINIMAS PARA DIFERENTES TIPOS DE VIAS, EN Km/h.

Vías de acceso controlado		
Terreno	Rural	Urbano
A nivel	110	80
Lomerío	100	80
Montañoso	80	80
Vías Principales		
Urbano	Suburbano	
50-65 Km/h para todos los tipos de terreno y volúmenes de tránsito.	65-70 km/h para todos los tipos de terreno y volúmenes de tránsito.	

Calles locales y Colectoras	
Colectoras	Calles locales
40-60 Km/h para todos los tipos de terreno y volúmenes de tránsito.	30-50 Km/h para todos los tipos de terreno y volúmenes de tránsito.

d) Otras velocidades usadas como base para el proyecto.

Velocidad promedio de marcha. Para todo el tránsito o componentes del mismo, es la suma de las distancias dividida entre la suma de los tiempos de recorrido.

Debido a que el 50% de todos los vehículos viajan a una velocidad muy cercana a la velocidad promedio de marcha, como se indica en la siguiente tabla, es usada como una base para el proyecto -- geométrico, tales como los radios en las intersecciones, carriles para cambio de velocidad y sobreelevaciones arriba del mínimo en curvas.

T A B L A

RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD DE PROYECTO Y LA VELOCIDAD PROMEDIO DE MARCHA (1).

Velocidad de Proyecto Km/h	Velocidad promedio de marcha Km/h		
	Volumenes Bajos	Volúmenes Intermedios	Volúmenes próximos a la capacidad
30	28	27	26
40	37	35	34
50	47	44	41
60	55	52	48
70	63	59	52
80	71	66	56
90	79	72	58
100	86	78	60
110	92	75	61

(1) Fuente: Transportation and Traffic Engineering Handbook

Velocidad de operación. - Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de una vía urbana bajo las condiciones prevaletientes de tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo. La velocidad de operación usualmente es unos 8km/h más alta que la velocidad promedio de marcha cuando existe una condición de bajos volúmenes en vías de flujo libre. Se usa como medida del nivel de servicio para aquellas vías que permiten condiciones de circulación continúa.

Velocidad promedio global. - Es el resultado de dividir la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos en un tramo dado, entre la suma de tiempos de recorrido.

La velocidad promedio global es usada como una medida del nivel de servicio para condiciones de circulación discontinúa (vialidad urbana) y por consecuencia es útil para determinar el nivel de servicio en áreas urbanas.

3. - Vehículos de proyecto.

a). - Definición. - es un vehículo seleccionado por su peso, dimensiones y características de operación que es usado para el proyecto vial. Para propósitos de proyecto geométrico el vehículo de proyecto elegido deberá ser tal que las dimensiones y radio de giro mínimo sean más grandes que la mayoría de los vehículos que usarán la vía pública.

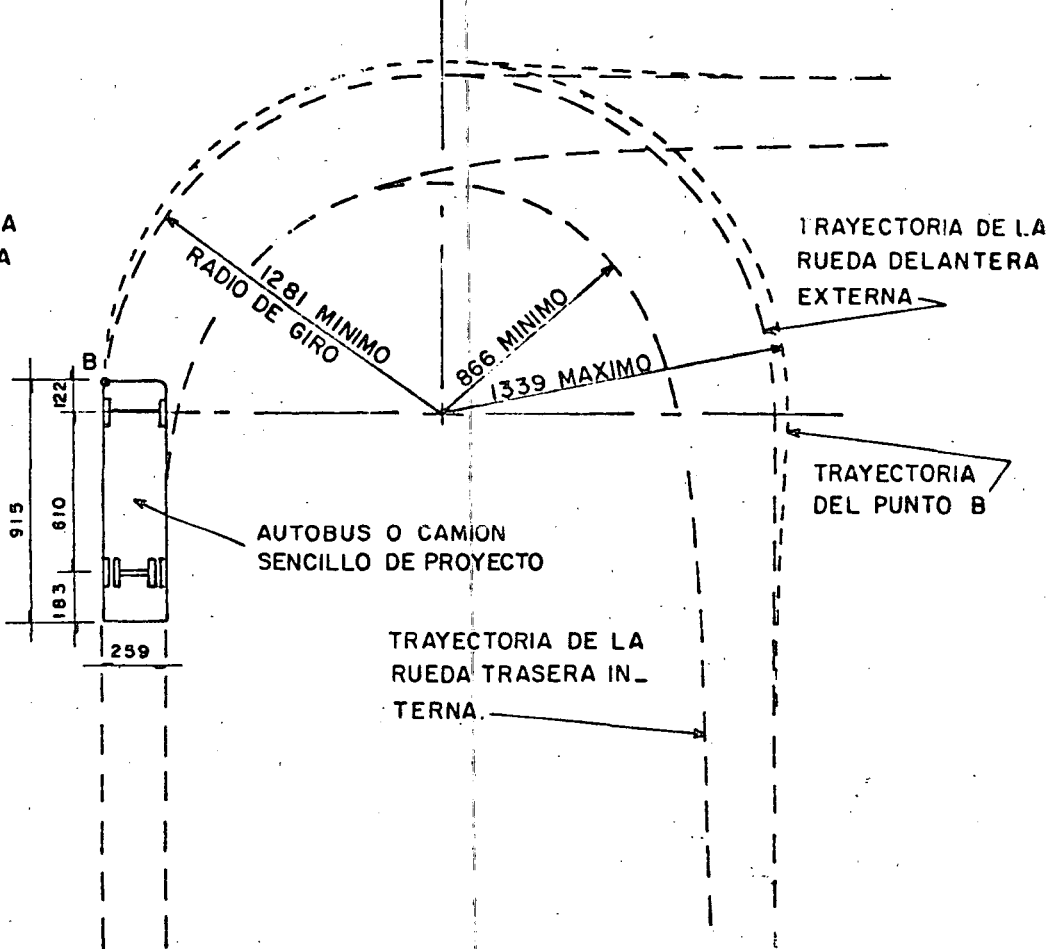
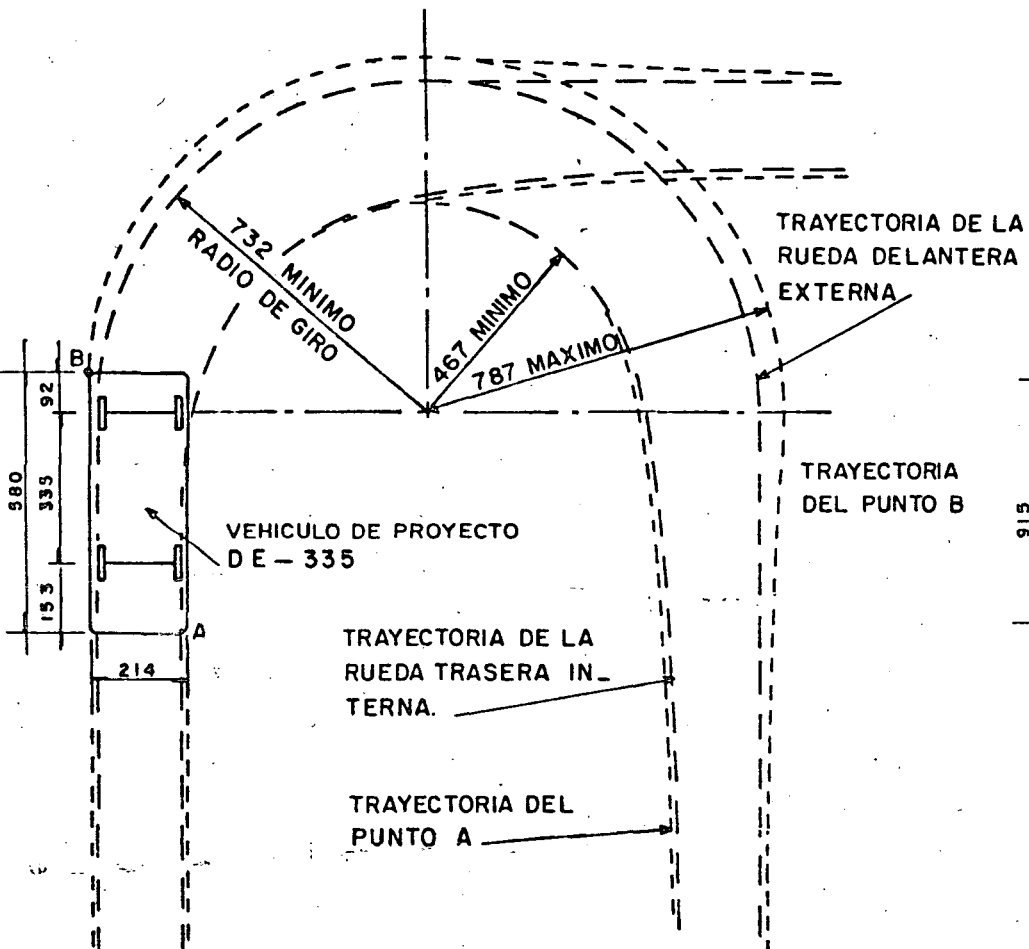
b) Aplicaciones. - Las características de los vehículos de proyecto se usan para determinar las distancias de visibilidad, en el

proyecto de intersecciones, secciones transversales y otros elementos del proyecto geométrico. La AASHTO utiliza seis vehículos de proyecto
##...

DIMENSIONES DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

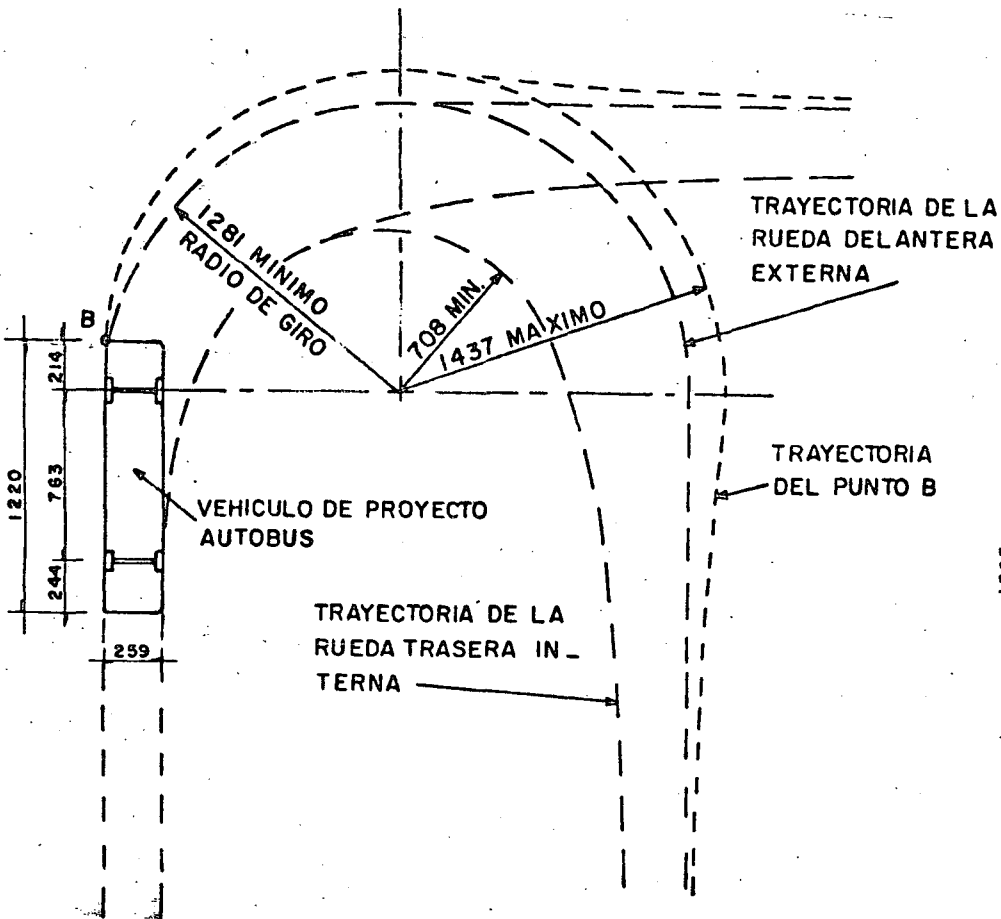
Vehículo de Proyecto		Dimensiones en cm					
Tipo	Símbolo	Distancia entre ejes cm	Vuelo delantero Vd, cm	Vuelo Trasero Vt, cm	Longitud L cm	Anchura A cm	Altura Ht cm.
Vehículo ligero	De -335	335	92	153	580	214	167
Camión Sencillo	De 610	610	122	183	915	259	214 412
Autobús sencillo	De 763	763	214	244	1220	259	
Semi-remolque intermedio	De 1220	1220	122	183	1525	259	214 412
Semi-remolques grandes	De 1525	1525	92	61	1678	259	214 412
Tractor y remolque	De 1830	1830	61	91.5	1983	259	

* Distancia entre el eje trasero del semi-remolque y el eje delantero del remolque.

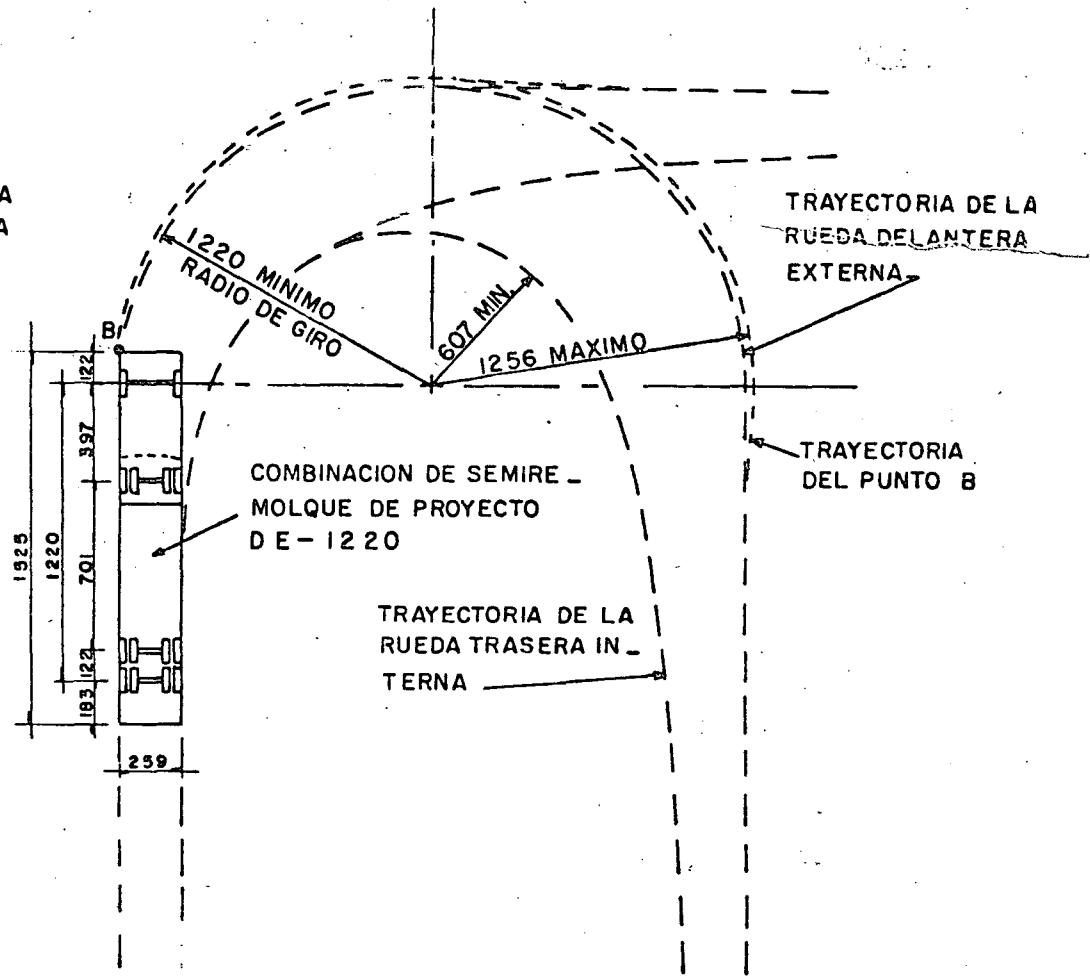


TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA VEHICULO DE PROYECTO DE - 335

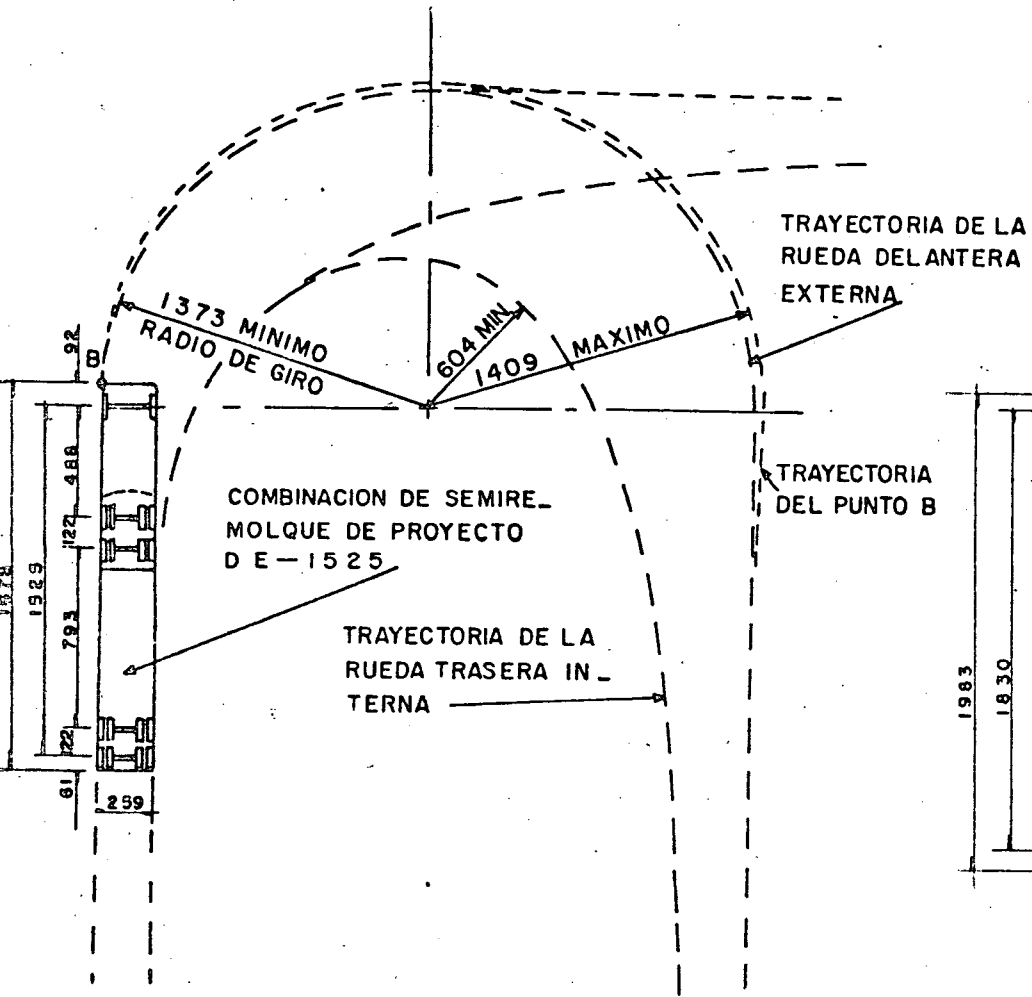
TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA VEHICULO DE PROYECTO DE - 610



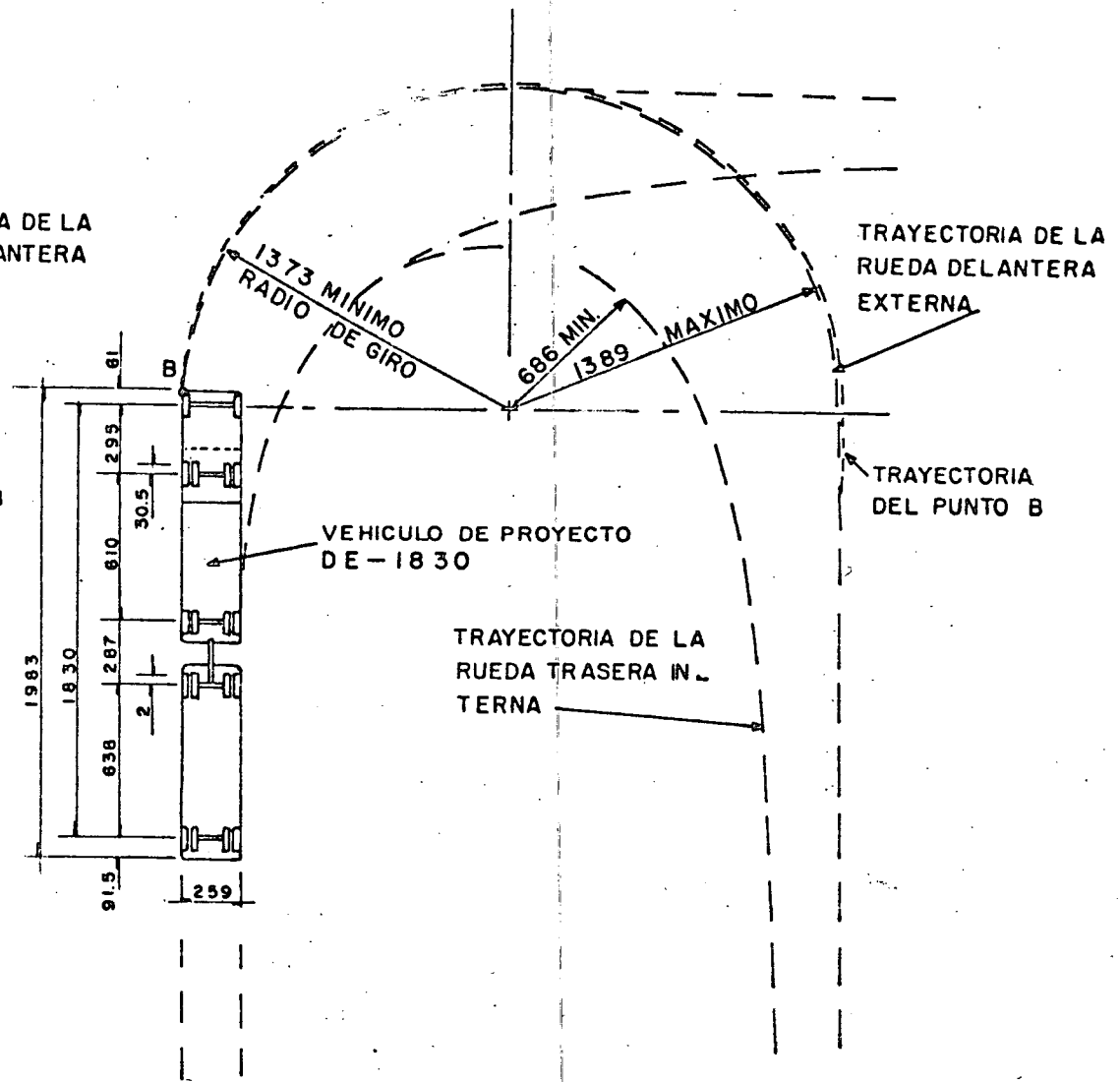
TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA
VEHICULO DE PROYECTO AUTOBUS
DE - 763



TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA
VEHICULO DE PROYECTO DE - 1220



TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA VEHICULO DE PROYECTO DE -1525



TRAYECTORIA MINIMA DE GIRO PARA VEHICULO DE PROYECTO DE -1830

La trayectoria mínima de giro para un vehículo de proyecto dado es de gran importancia. Las trayectorias que gobiernan es la de la parte más saliente delantera (Punto B) y la de la rueda interna trasera. La rueda delantera externa se considera que describe una trayectoria circular y que a su vez define el radio de giro mínimo.

En las figuras que se indican a continuación se muestran las trayectorias mínimas para los diferentes vehículos de proyecto como se indica a continuación.

Tipo de vehículo de proyecto	DE 335	DE 610	DE 763	DE 1220	DE 1525	DE 1830
Radio de giro mínimo	732	1281	1281	1220	1373	1373
Radio interno mínimo	467	866	708	607	604	686

4. - Datos básicos para el proyecto vial.

Los datos básicos para el proyecto vial determinan los controles principales para los cuales una red vial urbana será proyectada.

Son independientes del sistema vial y del tipo de vía. La relación siguiente es un ejemplo de los datos básicos para el proyecto vial:

Año de proyecto	= 1995
Tránsito promedio diario (actual)	= 20 100
Tránsito promedio diario (futuro)	39 600
Volumen horario de proyecto.	4 400

Distribución direccional del tránsito	= 67%
Camiones	= 5%
Velocidad de proyecto	= 80 Km/h
Control del acceso	= total
Nivel de servicio de proyecto	= C

Otra información necesaria para el proyecto geométrico incluye:

- a). - Volúmenes de peatones y ubicación de cruces
- b). - Tipo, localización y naturaleza del estacionamiento, si se requiere.
- c). - Operación del Transporte Público.
- d). - Vehículos de Proyecto aplicable.

IV) ELEMENTOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES. -

Definición. - La sección transversal de una vía pública en un punto cualquiera de esta es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la vía pública en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural y las propiedades colindantes.

Elementos que la integran. - Los elementos que definen la sección transversal son: La calzada o calzadas, fajas separadoras, aceros y en algunos casos partes complementarias como taludes o terraplenes.

La calzada es la superficie de la vía pública terminada que queda comprendida entre las guarniciones. Los elementos que definen a la calzada son la rasante, pendiente transversal y limitada por las guarniciones de los aceros.

A). - Rasante. - La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la calzada. En la sección transversal esta representada por un punto.

B). - Pendiente transversal. - Es la pendiente transversal que se da a la calzada normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

1) Bombeo

2) Sobreelevación

3) Transición del bombeo o la sobreelevación.

1. - Bombeo. - El bombeo es la pendiente que se dá a la calzada en las tangentes del alineamiento horizontal hacia un lado para evitar la acumulación de agua sobre la calzada. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la calzada, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad. En la siguiente tabla se dan valores guía para emplearse en el proyecto en función del tipo de superficie de rodamiento.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO		BOMBEO.
Muy buena	Superficie de concreto Hidráulico o asfáltico, tendido con extendedoras mecánicas.	0.010 a 0.020
Buena	Superficie de mezcla asfáltica, tendida con motoconformadoras. Carpeta de riegos.	0.015 a 0.030
Regular a Mala	Superficie de tierra o grava.	0.020 a 0.040

2. - Sobreelevación. La sobreelevación es la pendiente que se dá a la calzada hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

Relaciones de la velocidad de Proyecto, grado de curvatura y sobreelevación.

En la siguiente tabla se indican las relaciones entre la velocidad de proyecto, sobreelevación máxima ($S_{\text{máx}}$), coeficiente de fricción lateral (μ) y grado de curvatura.

GRADO MAXIMO DE CURVATURA Y RADIO MINIMO DE PROYECTO
PARA VALORES DE $S_{m\acute{a}x.}$ y f

Velocidad de Proyecto	μ	S Máximo	R Mínimo	Grado Máximo de curvatura redondeado.
30	0.280	0.10	18.48	62
40	0.230	0.10	38.20	30
50	0.190	0.10	67.41	17
60	0.165	0.10	104.17	11
70	0.150	0.10	152.79	7.5
80	0.140	0.10	208.35	5.5
30	0.280	0.06	20.83	55
40	0.230	0.06	44.07	26
50	0.190	0.06	76.39	15
60	0.165	0.06	127.32	9
70	0.150	0.06	183.34	6.5
80	0.140	0.06	254.65	4.5
30	0.280	0.04	22.08	52.0
40	0.230	0.04	46.53	24.6
50	0.190	0.04	85.33	13.4
60	0.165	0.04	137.90	8.3
70	0.150	0.04	202.82	5.7
80	0.140	0.04	279.49	4.1

Generalmente se usa un valor más bajo de sobreelevación en las zonas urbanas con respecto a los utilizados en carreteras. Los valores máximos de sobreelevación permitidos son:

Calles y arterias en zonas centrales (1er. cuadro):

0.04 a 0.06

Vías de acceso controlado, vías principales y Arterias 0.10

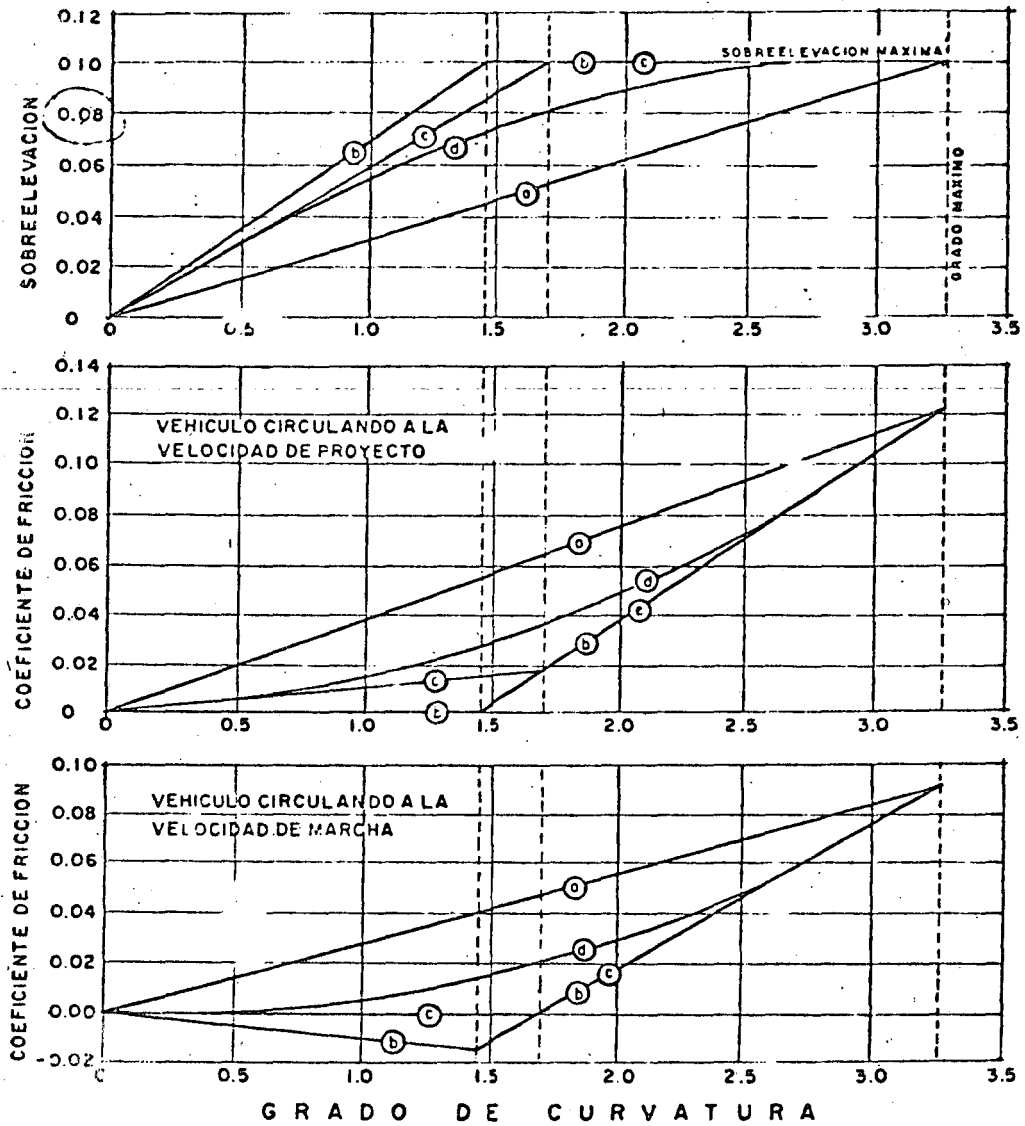
A las curvas que tienen el grado de curvatura máximo corresponderá la sobreelevación máxima. En las curvas con grado menor al máximo, que es lo recomendable usar, puede proporcionarse la sobreelevación necesaria considerando el máximo coeficiente de fricción correspondiente a la velocidad de proyecto, lo que solo sería correcto para los vehículos que circulan a la velocidad de proyecto.

Para tener en cuenta las distintas combinaciones de grado y velocidad se utilizará el siguiente procedimiento para calcular la sobreelevación en curvas de menor grado al máximo:

A).- Calcular la sobreelevación proporcionalmente al grado de curvatura de manera que $S=0$ para $G=0$ y $S=S_{\text{máx}}$ para $G=G_{\text{máx}}$; o sea para un grado G cualquiera: $S=(S_{\text{máx}}/G_{\text{máx}}) G$. (recta (a) en la figura 5).

B).- Lo anterior implica utilizar una relación lineal (a) que distribuya uniformemente el coeficiente de fricción y la sobreelevación, de lo que resulta que las sobreelevaciones calculadas con este método, son menores que las calculadas, con el método AASHO (d), puesto que los coeficientes de fricción son mayores, pero siempre abajo de su valor máximo.

3.- Transición del bombeo a la sobreelevación. En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. La longitud de la espiral debe ser tal, que permita hacer adecuada--



VELOCIDAD DE PROYECTO: 100 km/h
 SOBREELEVACION MAXIMA: 10 %
 DISTRIBUCION DE LA SOBREELEVACION Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

fig 5

mente el cambio de pendientes transversales. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobreelevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva; sin embargo, esta solución tiene el defecto de que al dar la sobreelevación en las tangentes, se obliga al conductor a mover el volante de su vehículo en sentido contrario al de la curva para no salirse del camino; esta maniobra puede ser molesta y peligrosa, por lo cual se recomienda para este caso, dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Se ha determinado empíricamente que las transiciones pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un cincuenta por ciento, siempre que por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobreelevación completa.

La consideración anterior limita la longitud mínima de la tangente entre dos curvas circulares consecutivas de sentido contrario que no tengan espirales de transición; esa longitud debe ser igual a la semisuma de las longitudes de transición de las dos curvas.

La longitud mínima de transición para dar la sobreelevación puede calcularse de la misma manera que una espiral de transición y numéricamente sus valores son iguales.

Para pasar del bombeo a la sobreelevación, se tienen tres procedimientos. El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la corona; el segundo en girar la sección sobre la orilla interior de la corona y el tercero en girar la sección sobre la orilla exterior de la corona. El primer procedimiento es el más con-

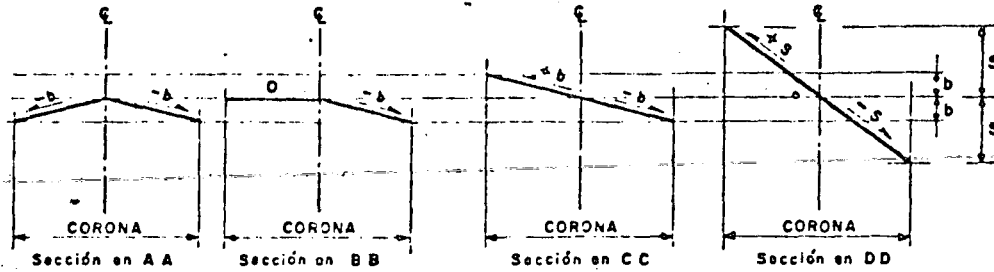
veniente, ya que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; los otros dos métodos tienen desventajas y sólo se emplean en casos especiales.

En la figura (6) se ilustra el primer procedimiento, indicando la variación de la sobreelevación y las secciones transversales en la mitad de la curva; la otra mitad es simétrica. En la sección A, a una distancia N antes del punto donde comienza la transición, se tiene la sección normal en tangente; en esa sección se empieza a girar el ala exterior con centro en el eje de la corona, a fin de que en el TE este a nivel como se muestra en la sección B y el ala interior conserve su pendiente original de bombeo b; a partir de ese punto se sigue girando el ala exterior hasta que se hace colineal con el ala interior, como se muestra en la sección C, a partir de la cual, se gira la sección completa hasta obtener la sobreelevación S de la curva en el EC. Se hace notar que cuando la curva no tiene espirales de transición y se introduce la transición de la sobreelevación dentro de la curva circular, la sobreelevación en el PC es menor que la requerida teóricamente; este aparente defecto se elimina al considerar que el vehículo no puede cambiar de radio de giro instantáneamente, por lo que en el PC tendrá necesariamente un radio de giro mayor y por tanto se requiere una sobreelevación menor.

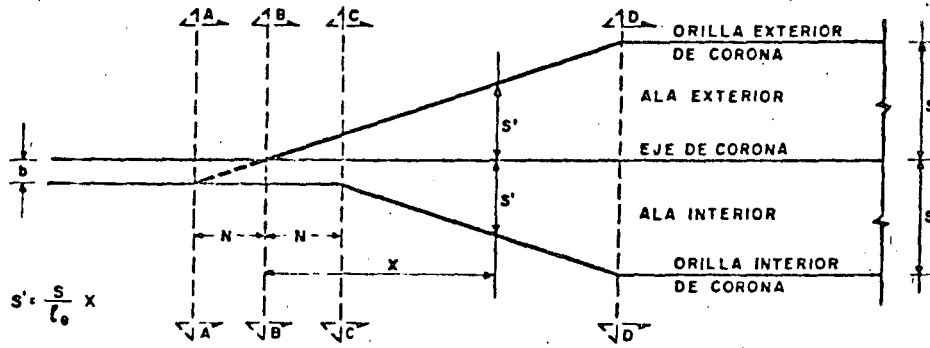
El segundo y tercer procedimientos se ilustran en la figura (7) en ella se muestra la manera como se giran las alas del camino alrededor de una orilla de la corona.

En caminos divididos por una faja separadora central, el procedi-

SECCIONES TRANSVERSALES



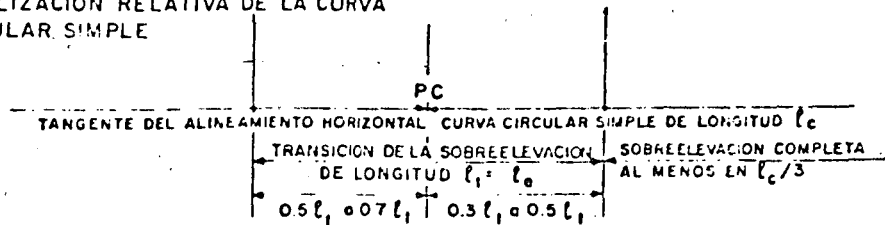
VARIACION DE LA SOBREELEVACION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CON ESPIRALES DE TRANSICION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

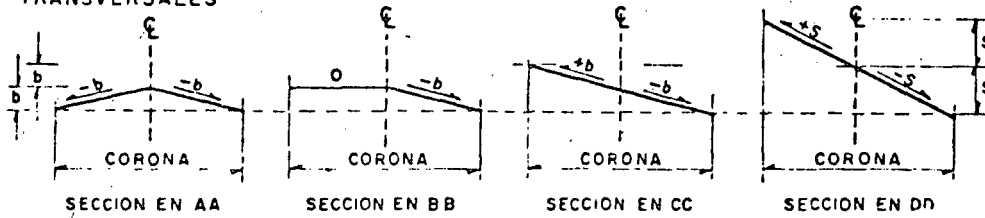


TRANSICION DE LA SECCION EN TANGENTE A LA SECCION EN CURVA GIRANDO SOBRE EL EJE DE CORONA

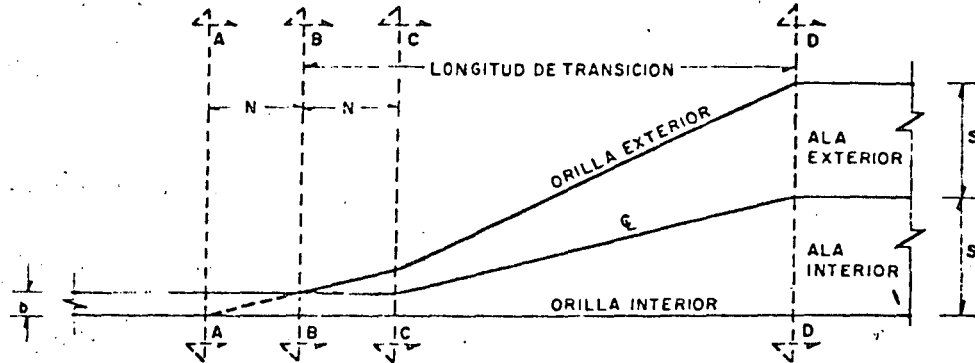
fig 6

SECCIONES TRANSVERSALES

GIRO SOBRE LA ORILLA INTERIOR

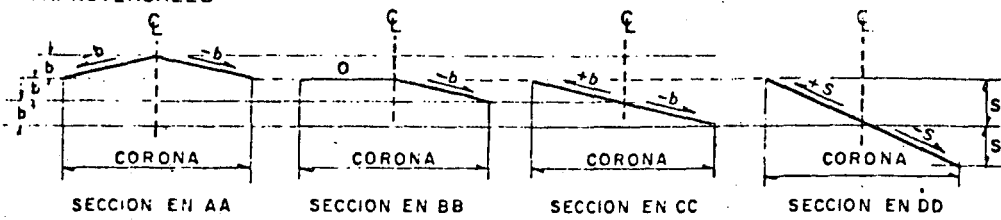


VARIACION DE LA SOBREELEVACION

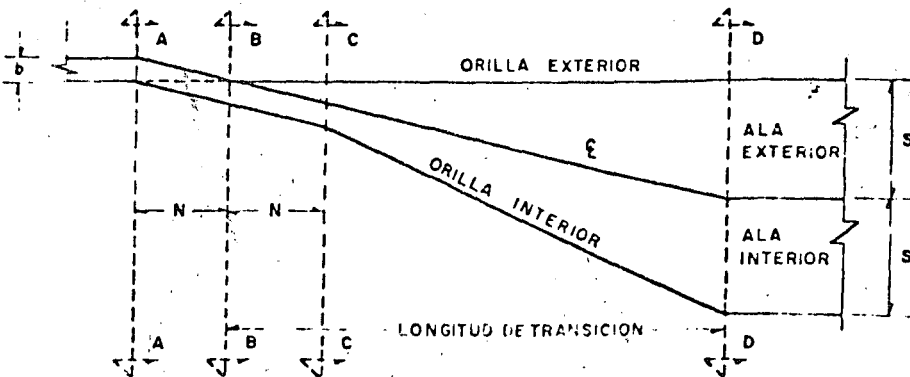


SECCIONES TRANSVERSALES

GIRO SOBRE LA ORILLA EXTERIOR



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



TRANSICION DE LA SECCION EN TANGENTE A LA SECCION EN CURVA
GIRANDO SOBRE UNA CILLA DE LA CORONA

fig 7

miento para dar la sobreelevación depende de los anchos de la corona y de la faja,; en general, pueden considerarse los siguientes procedimientos:

- a) La sección total del camino se sobreeleva girando sobre el eje de simetría, girando también la faja separadora central.
 - b) La faja separadora central se mantiene horizontal y cada ala se gira sobre la orilla contigua a la faja.
 - c) Las dos alas se giran independientemente, en torno al eje de cada una.
- C) Calzada. La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

A. - Ancho de calzada en tangente. Para determinar el ancho de calzada en tangente, debe establecerse el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un determinado año de la vida del camino; con este dato y los estudios económicos correspondientes, pueden determinarse el ancho y número de carriles, de manera que el volumen de tránsito en ese año no exceda el volumen correspondiente-

al nivel de servicio prefijado. Los anchos de carril usuales son: 2.75m, 3.05 m, 3.35 m y 3.65m y normalmente se proyectan dos, cuatro o más carriles; sin embargo, cuando el volumen de tránsito es muy bajo, de 75 vehículos por día o menos, pueden proyectarse caminos de un carril para las dos direcciones de tránsito, con un ancho de 4.50 m.

En tangentes del alineamiento vertical con fuerte pendiente longitudinal, puede ser necesario ampliar la calzada mediante la adición de un carril para que por él transiten los vehículos lentos, mejorando así la capacidad y el nivel de servicio. El ancho y la longitud de ese carril se determina mediante un análisis de operación de los vehículos.

- B. - Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal. Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobreaño se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona. (fig 8)

Para caminos de dos carriles, el ancho de calzada en curva se calcula, sumando el ancho definido por la distancia entre huellas externas U de dos vehículos que circulan por la curva; la distancia libre lateral C . entre los vehículos y entre éstos y la orilla de la calzada; el sobreaño FA debido a la proyección del vuelo delantero del vehículo que circula por el lado interior de la cur

SÍMBOLOS:

- a - Ancho de calzada en tangente
- a_c - Ancho de calzada en curva
- A - Ampliación en curva
- V_f - Vuelo trasero
- V_d - Vuelo delantero
- DE - Distancia entre ejes
- EV - Entrevía (en este caso igual ancho total del vehículo)
- C - Distancia libre entre vehículos
- U - Distancia entre huellas externas
- F_A - Proyección del vuelo delantero
- Z - Sobreancho por dificultad de maniobra

NOTA: Todos los medidos en metros y normales al alineamiento horizontal.

EXPRESIONES PARA EL CALCULO:

$$A = a_c - a$$

$$a_c = 2U + 2C + F_A + Z$$

$$U = \frac{EV + R - \sqrt{R^2 - DE^2}}{2}$$

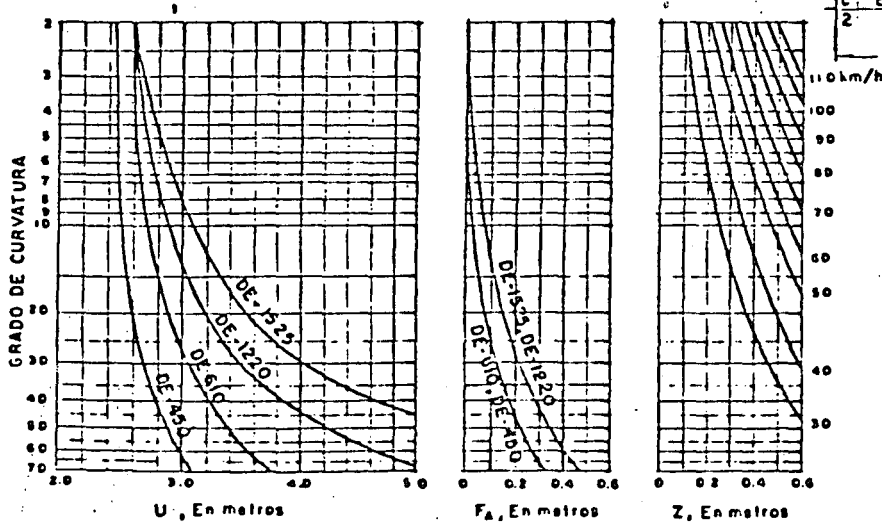
$$F_A = \sqrt{R^2 + V_d(2DE + V_d)} - R$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

ANCHO CALZADA (a) en m	VALOR DE (c) en m
5.50	0.45
6.10	0.60
6.70	0.75
7.30	0.90

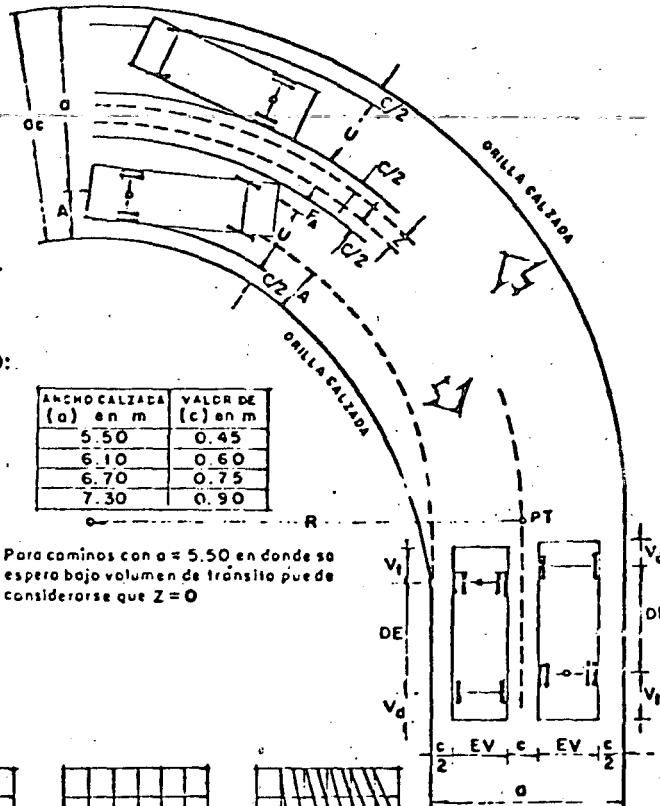
Para caminos con $a = 5.50$ en donde se espera bajo volumen de tránsito puede considerarse que $Z = 0$

GRAFICAS PARA EL CALCULO:



AMPLIACIONES EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

fig 8



va; y un ancho adicional Z que toma en cuenta la dificultad de ma
niobra en la curva. En la figura (8) se ilustra la forma en --
que intervienen cada uno de los elementos mencionados en el cál
culo de la ampliación para obtener el ancho de calzada en curva.
Para caminos de cuatro carriles sin dividir , la ampliación en -
curva tendrá un valor doble que el calculado para caminos de dos
carriles. Si están divididos, a cada calzada le corresponde la -
ampliación calculada.

Para fines de proyecto no se consideran las ampliaciones que re
sulten menores de 20 cm; si la ampliación resultase mayor debe
rá redondearse al decímetro próximo superior.

La ampliación de la calzada en las curvas, se da en el lado inte-
rior; la raya central se pinta posteriormente en el centro de la -
calzada ampliada. Para pasar del ancho de calzada en tangente -
al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transi-
ción requerida para dar la sobreelevación, de manera que la ori
lla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres --
bruscos a lo largo de ella.

En curvas circulares con espirales, la ampliación en la transi-
ción puede darse proporcionalmente a la longitud de la espiral -
esto es:

$$A' = \frac{A}{l_e} l$$

En donde A' es la ampliación en una sección que está a l metros
del TE, l_e es la longitud de la espiral y A es la ampliación total
en curva. Procediendo de esta manera se tendrá ampliación nu
la en el TE, ampliación total en el EC, y la orilla inferior de la

calzada tendrá la forma de una espiral modificada.

En curvas circulares sin espirales puede seguirse el mismo criterio, pero resultarán quiebres que pueden eliminarse durante la construcción.

México, D.F., agosto de 1978.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

CLASIFICACION DE LA VIA	Vel. de proyecto Km/h	Carriles de circul. (dos sentidos)		Anchura carriles circulación (m)				Anchura carriles de estac. (m)
		centrales	laterales	centrales		laterales		
				der. (*)	otros	der. (*)	otros	
Vías de acceso controlado	80 máx 70 mín	8	4					2.50 (**)
		8	4					2.50 (**)
		6	4	3.60	3.50 máx	3.60	3.50 máx	2.50 (**)
		6	4	fijo	3.30 mín	fijo	3.30 mín	-
		4	4				3.00 mín	(sin est.)
		4	4					-
Vías principales.	70 máx 50 mín	2 sentidos		3.60	3.30 máx 3.00 mín	-	-	2.50 (**) 2.50 (**)
		10 máx 6 mín	1 sentido 8 máx 5 mín					
Calles colectoras	60 máx 40 mín	4 máx	4 máx	3.60	3.30 máx 3.00 mín	-	-	2.50 (**) 2.50 (**)
		2 mín	2 mín					
Calles locales	50 máx 30 mín	2 máx 2 mín	2 máx 2 mín	3.00 fijo				2.50 (**) 2.50 (***)

- (*) El carril extremo derecho debe tener 3.60 m si aloja autobuses o vehículos pesado
 (**) Con estacionamiento a ambos lados.
 (***) Estacionamiento de un solo lado.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
 DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
 GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

Anchura carriles circulación (m)		Anchura carriles de estac. (m)		Anchura fajas separad. (m)		Anchura carriles ace. desacl. y v. izq.	
centrales		laterales		centrales	laterales		
der. (*)	otros	der. (*)	otros	(m)	(m)		
3.60 fijo	3.50 máx 3.30 mín	3.60 fijo	3.50 máx 3.30 mín 3.00 mín	2.50 (**) 2.50 (**) 2.50 (**) - (sin est.) -	10.00 máx 1.50 mín	10.00 máx 6.00 mín 4.50 casos especiales.	3.50 fijo
3.60 fijo	3.30 máx 3.00 mín	-	-	2.50 (**) 2.50 (**)	10.00 máx 6.00 mín 4.50 casos esp.	- -	3.50 fijo
3.60 fijo	3.30 máx 3.00 mín	-	-	2.50 (**) 2.50 (**)	6.00 fijo	- -	- -
3.00 fijo				2.50 (**) 2.50 (***)	- -	- -	- -

3.60 m si aloja autobuses o vehículos pesados.

37

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

CLASIFICACION DE LA VIA	Anchura de aceras (m)	Anchura del derecho de vía (m)		Pendiente máxima (%)		Distancia de visibilidad de parada (m)
				tramos largos 650 m, máx	tramos cortos 400 m, máx	
Vías de acceso controlado	5.00 máx. 3.50 mín.	87.40 máx.		4	6	115 90
		66.30 mín.		4	6	
		80.40 máx.		4	6	
		54.70 mín.		4	6	
		68.40 máx. 48.10 mín		4 4	6 6	
Vías principales	5.00 máx. 3.50 mín.	2 sentidos	1 sentido	5 5	7 7	90 55
		58.60 máx. 37.20 mín.	41.70 máx. 27.60 mín.			
Calles colectoras	4.00 máx. 3.00 mín.	32.80 máx.	26.50 máx.	6	8	75
		24.20 mín.	17.60 mín.	6	8	40
Calles locales	2.50 máx. 2.00 mín.	16.00 máx.	16.00 máx.	7	9	55
		12.50 mín ^(*)	12.50 mín ^(**)	7	9	25

NOTA: El bombeo en superficies de concreto tendido con extendidora mecánica no será menor de 0.010 ni mayor de 0.020. Si la superficie es tendida con motoconformadora o es carpeta de riego, el bombeo no será menor de 0.015 ni mayor de 0.030.

- (*) Estacionamiento de un solo lado.
(**) En curvas compuestas la relación de radios no será mayor de 1.5

GERENCIA DE INGENIER

México, D.F., ag

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

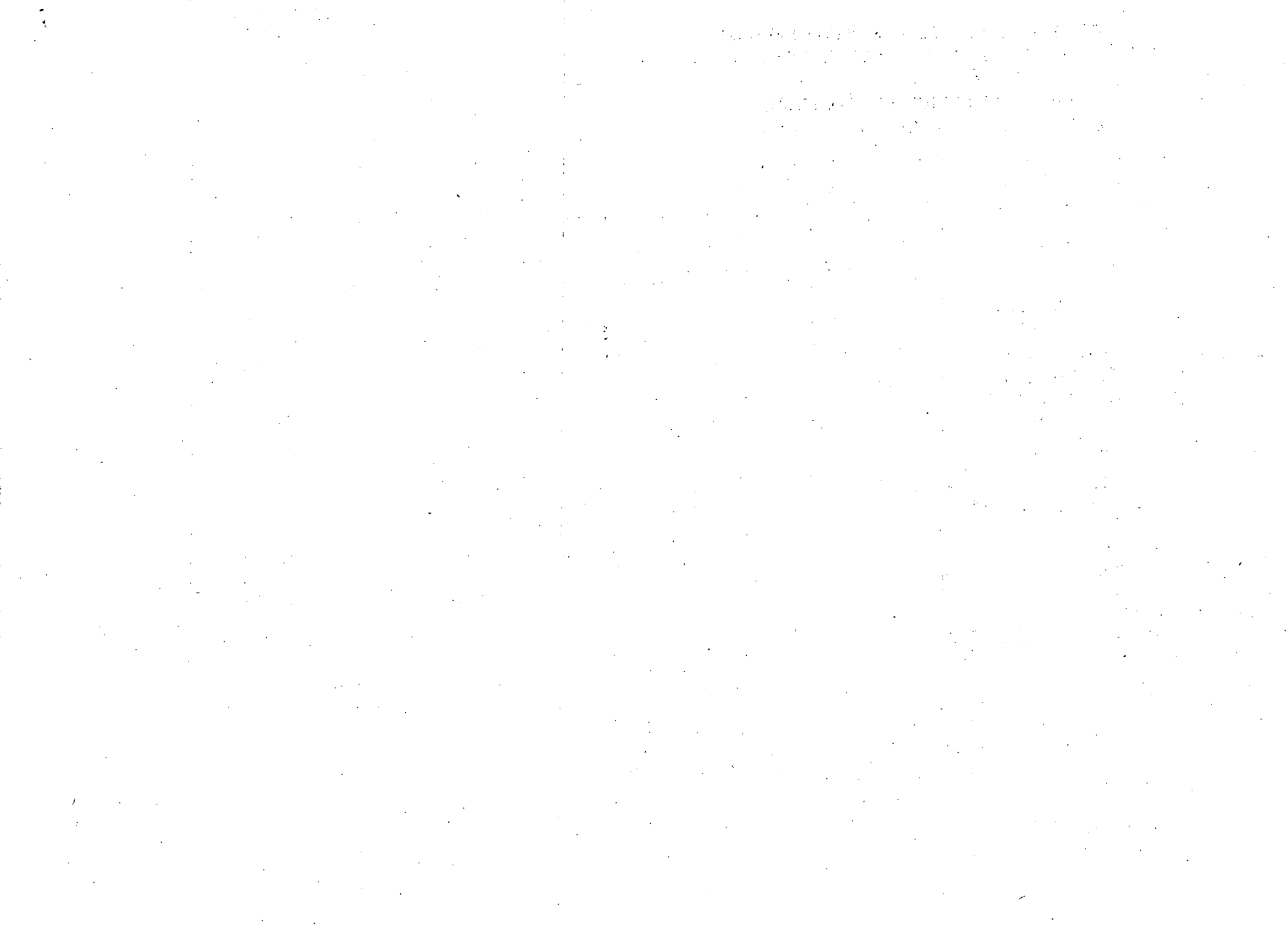
Anchura del derecho de vía (m)	Pendiente máxima (%)		Distancia de visibilidad de parada (m)	Curvas de transición	Radio mínimo de curvatura (m) S=0.10	
	tramos largos 650 m, máx	tramos cortos 400 m, máx				
87.40 máx. 66.30 mín. 80.40 máx. 54.70 mín. 68.40 máx. 48.10 mín	4 4 4 4 4 4	6 6 6 6 6 6	115 90	Espirales "	208.4 152.8	
2 sentidos 1 sentido						
58.60 máx. 37.20 mín.	41.70 máx. 27.60 mín.	5 5	7 7	90 55	Espirales "	152.8 67.41
32.80 máx. 24.20 mín.	26.50 máx. 17.60 mín.	6 6	8 8	75 40	Espirales o curvas com- puestas (**)	104.2 38.20
16.00 máx. 12.50 mín ^(*)	16.00 máx. 12.50 mín ^(*)	7 7	9 9	55 25	Espirales o curvas com- puestas (**)	67.4 18.48

ies de concreto tendido con extendidora mecánica
0 ni mayor de 0.020. Si la superficie es tendida
o es carpeta de riego, el bombeo no será menor de
30.

GERENCIA DE INGENIERIA VIAL Y TRANSPORTE

solo lado.
la relación de radios

México, D.F., agosto de 1978.





centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PROYECTO GEOMÉTRICO DE VIALIDAD URBANA

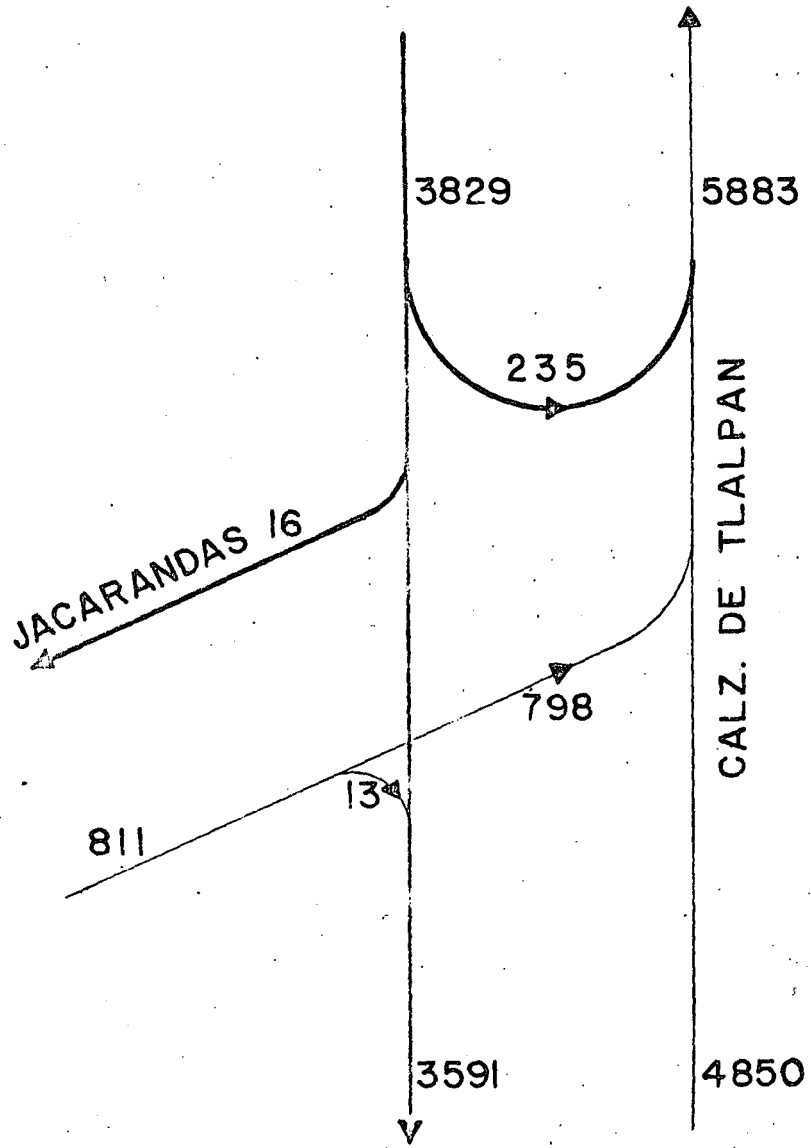
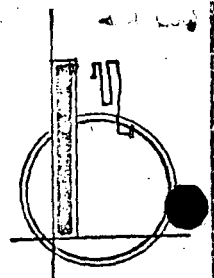
DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO

ING. CRISTINO MONTOYA C.

NOVIEMBRE, 1978.



DIAGRAMA DE VOLUMENES DIRECCIONALES EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA




ACCESO	veh. / h	% V.D.	% V.I.	autobuses por hora	F. H. M. D.	velocidad % 85
A TLALPAN-NORTE	6	0.05	6	46		
B TLALPAN-SUR	5	0	0	64		
C JACARANDAS	5	2	98	8		

INTERSECCION TLALPAN Y
JACARANDAS

HORA 8:00 a 9:00 AM FECHA JUNIO 1978

COND. ATMOSFERICAS BUENAS Y DE PAVIMENTO BUENAS

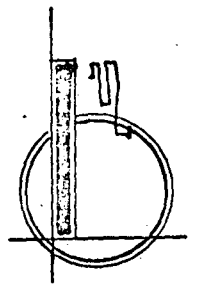


URVITRA, S. A.

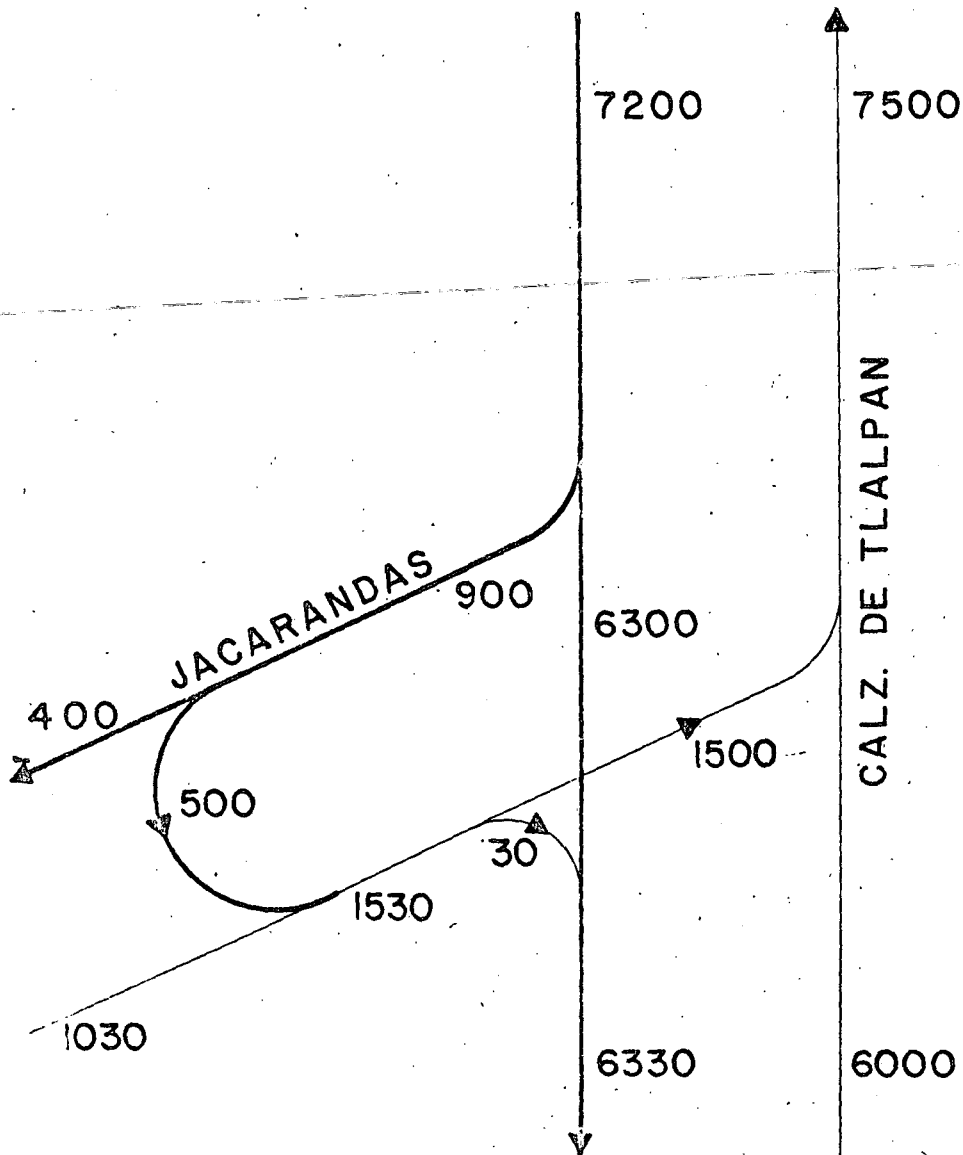
URBANISMO, VIALIDAD Y TRANSPORTE

BERLIN No. 18 DESP. 404 COL. JUAREZ MEX. 6, D.F. TEL. 566-4419

DIAGRAMA DE VOLUMENES DIRECCIONALES EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA



PROYECTO



	A C C E S O	veh. Des.	% V.D.	% V.I.	autobuses por hora	F. H. M. D.	velocidad 85 porcentaje
A	TLALPAN - NORTE	8	13	0	58		
B	TLALPAN - SUR	11	0	0	81		
C	JACARANDAS	9	3	145	10		

INTERSECCION TLALPAN Y
JACARANDAS

HORA 8:00 a 9:00 AM FECHA JUNIO 1978

COND. ATMOSFERICAS BUENAS Y DE PAVIMENTO BUENAS



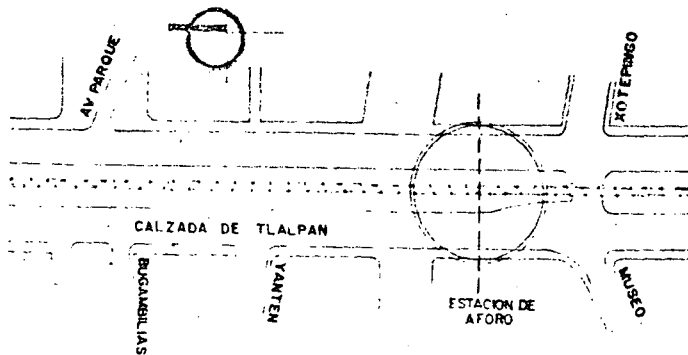
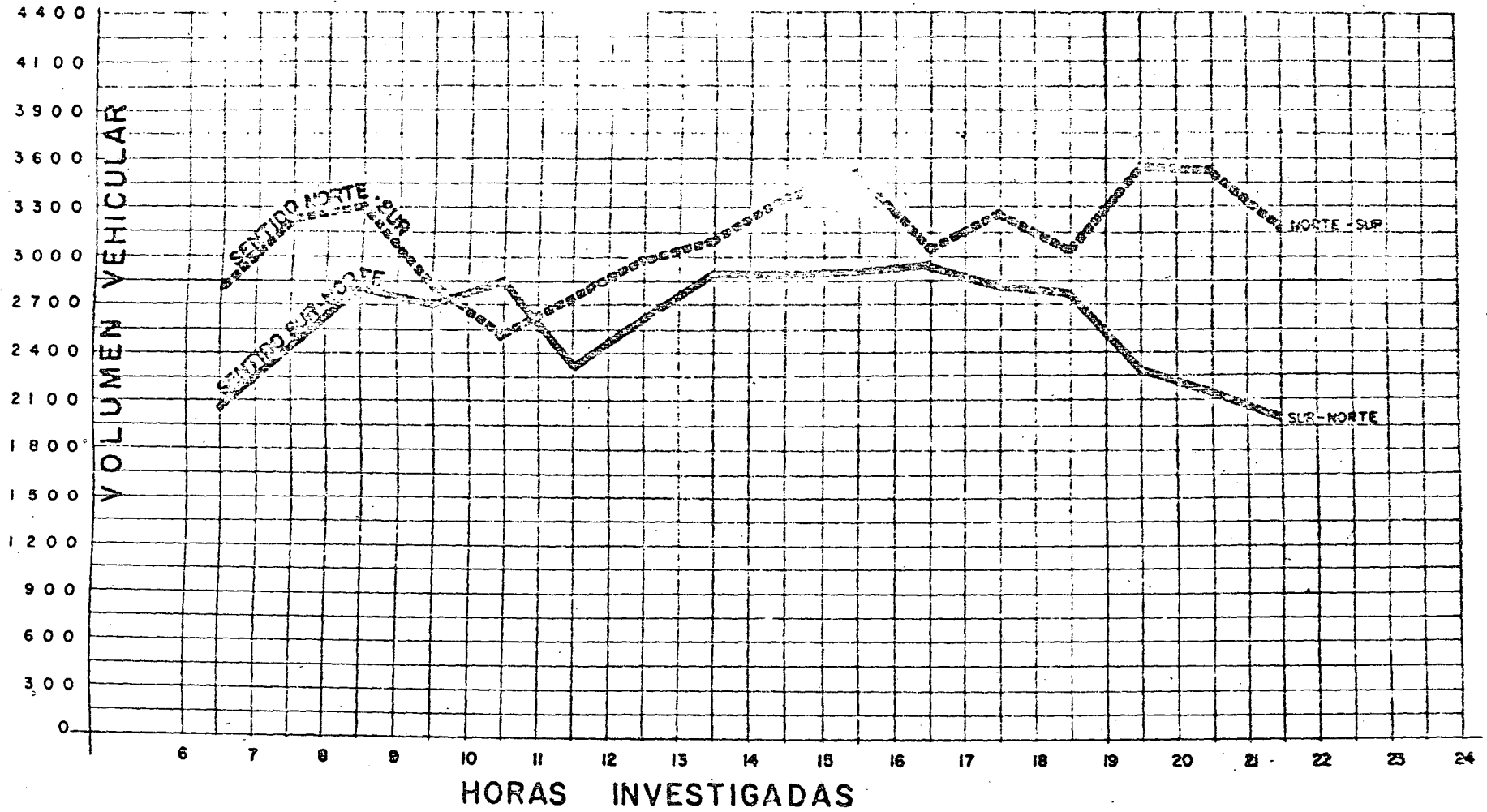
URVITRA, S.A.

URBANISMO, VIALIDAD Y TRANSPORTE

BERLIN No. 18 DUSP 404 COL. JUAREZ MEX. 6. D.F. TEL. 566-4419

GRAFICA DE VARIACION HORARIA DE VOLUMENES DE TRANSITO

DIA : VIERNES



	COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO	
	GERENCIA DE INGENIERIA VIAL Y TRANSPORTE	
TITULO		
GRAFICA DE VARIACION HORARIA DE VOLUMENES DE TRANSITO		
PROYECTO		
PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL PARA LA CALZ DE TLALPAN TRAMO TASQUENA PERIFERICO		
CONTRATISTA		
URVITRA S.A.		
PLANO NUMERO		
LAMINA N° 4		
PROYECTO		
DISEÑO		
REVISADO		



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de Ingeniería, unam



PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

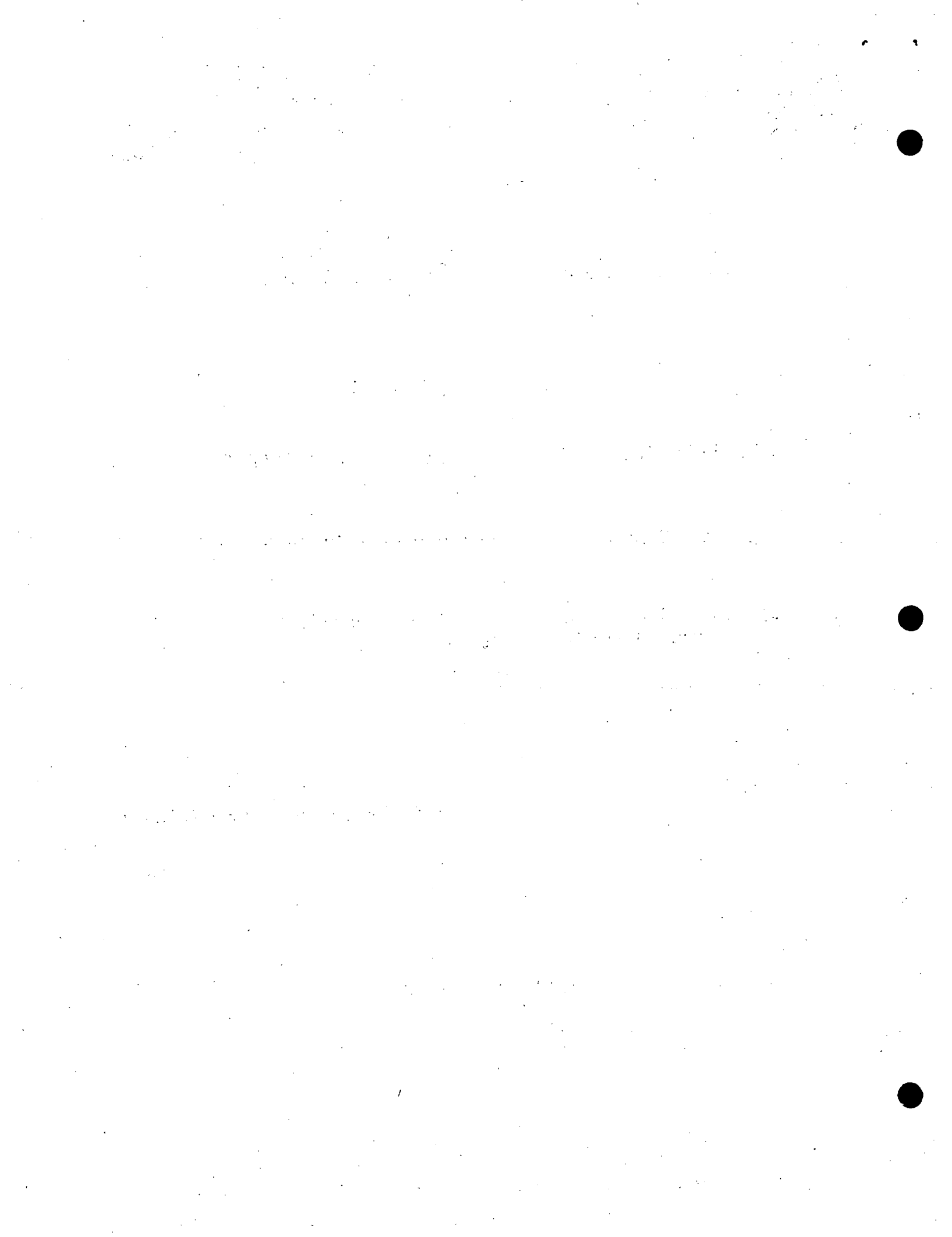
METODOLOGIA DE PROYECTO

PROCEDIMIENTO PARA EL PROYECTO DE INTERSECCIONES

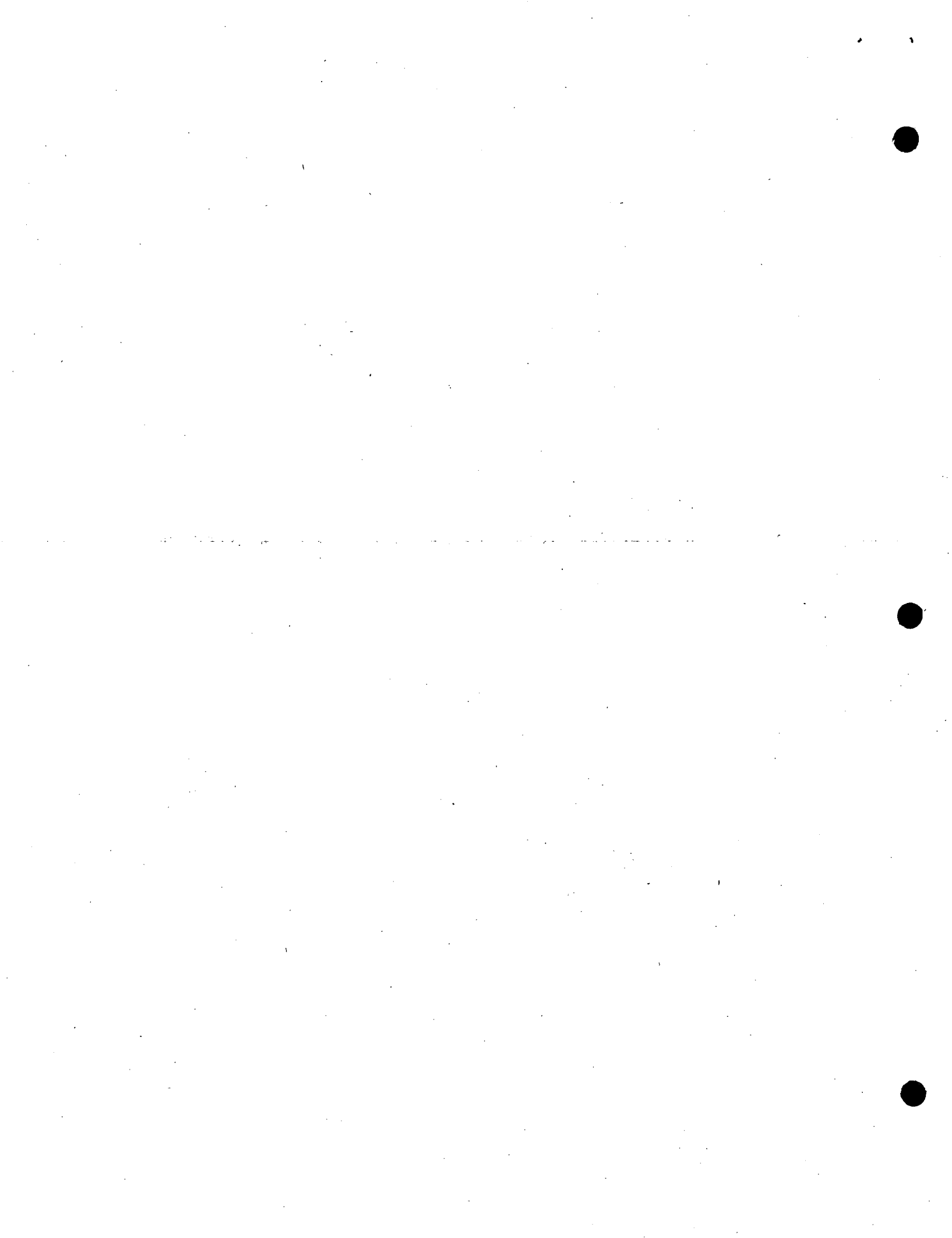
- 1). - Procedimiento AASHTO para el proyecto de intersecciones
- 2). - Determinación del tipo adecuado de intersección a desnivel en Vías de acceso controlado.

ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER

NOVIEMBRE, 1978.



- 1). - Procedimiento AASHTO para el proyecto de intersecciones.



PROCEDIMIENTO PARA EL PROYECTO DE INTERSECCIONES

I N D I C E

I) INTRODUCCION

II) DATOS BASICOS PARA EL PROYECTO

Paso (1). - Datos de tránsito .

Paso (2). - Datos del lugar .

Paso (3). - Datos de las vías concurrentes y desarrollo futuro.

III) PROYECTO PRELIMINAR

Paso (4). - Preparación de diagramas para posibles soluciones alternas.

Paso (5). - Análisis de esquemas alternos.

Paso (6). - Preparación de proyectos preliminares alternos.

IV) DETERMINACION DEL PLAN ELEGIDO

Paso (7). - Evaluación de características geométricas y de operación.

Paso (8). - Cálculo de mejoras viales y costos de operación .

Paso (9). - Cálculo de Beneficio-Costo.

Paso (10). - Análisis de conjunto para determinar el plan preferido.

V) PROYECTO FINAL

Paso (11). - Plantas constructivas, especificaciones y presupuesto .

VI) EJEMPLOS DEL PROCEDIMIENTO PARA PROYECTO DE INTERSECCIONES

1. - Intersección a Nivel

2. - Intersección a Desnivel

Nota: Este trabajo es una traducción del apéndice del libro "A Policy on Geometric Design of Rural Highways". Ed. 1965 AASHO (pag. 603-630), titulado "Intersection Design Procedure".

PROCEDIMIENTO PARA PROYECTO DE INTERSECCIONES

El mejor proyecto geométrico de una intersección es logrado siguiendo ciertos procedimientos y análisis para asegurar lo adecuado y factible del proyecto. El procedimiento de proyecto no es una parte fundamental de las normas de proyecto pero es un complemento muy provechoso. Mientras que no es posible abarcar el campo completo de procedimiento de proyecto, este apéndice presenta aquellos aspectos que tienen un efecto significativo en la geometría y solución final de una intersección para ilustrar un procedimiento deseable en problemas semejantes. Una intersección apropiada, particularmente un entronque raramente es creado y proyectado directamente al primer intento. Todos los factores deben ser analizados y evaluados conjuntamente. El proyecto debe estar en armonía con los volúmenes, velocidades, características del tránsito, la topografía del lugar, el área de influencia, el derecho de vía, los recursos aprovechables y la clase de intersección. Todas las probables soluciones deben ser probadas y examinadas antes de que las conclusiones sean dibujadas.

El siguiente procedimiento asegura abarcar completamente todos los aspectos de un problema de proyecto de intersecciones y evita refinamientos innecesarios en las etapas preliminares del estudio. El proyecto de cualquier intersección comprende los siguientes pasos:

1. - Obtención y análisis de datos de tránsito, para determinar el Volumen Horario de Proyecto para todos los movimientos directos y direccionales, incluyendo el incremento futuro .
2. - Obtención de datos físicos del lugar incluyendo mapas que muestren la topografía, cultivos, edificios ó construcciones, existentes o probables en el futuro.
3. - Determinación de la situación, tipo y trazos sobresalientes del proyecto general de todas las carreteras y su desarrollo, ambos existentes y proyectados en el área que puede tener relación con el proyecto.
4. - Preparación de varios esquemas de cruce que con probabilidad satisfagan las necesidades del tránsito y son prácticas para el lugar .
5. - Análisis de esquemas alternos y selección de los dos mejores para estudios adicionales y para preparación de proyectos preliminares y perfiles.
6. - Preparación de proyectos y perfiles previos para las alternativas seleccionadas en el punto 5.
7. - Evaluación de cada alternativa, en proyecto preliminar, con respecto a características de proyecto; relación de capacidad y volumen; características de operación; adaptabilidad total; operación del tránsito durante la construcción y adaptabilidad a las etapas de construcción.
8. - Cálculo de costos preliminares estimados para cada alternativa, incluyendo adquisición de terrenos, limpieza del lugar, construcción, conser-

vación, operación del tránsito durante la construcción, etc.

9. - Cálculo de las relaciones Beneficio-Costo para cada alternativa del proyecto preliminar .

10. - Síntesis de los análisis de los valores de los pasos 7, 8 y 9 - para buscar conclusiones respecto al plan preferido.

11. - Proyecto Final incluyendo preparación de proyectos de construcción, especificaciones y estimaciones.

Estos pasos son ampliados en los siguientes párrafos y se presentan problemas ilustrativos del procedimiento de proyecto, excepto en el paso 11.

El procedimiento general delineado debe regir para entronques importantes y en muchos casos para algunos menos importantes. En general, el procedimiento también debe ser seguido en intersecciones a nivel. Una canalización compleja y un proyecto con control de semáforos comunmente justifica un estudio completo con diferentes alternativas. En intersecciones a nivel, de orden inferior, puede aplicarse, para alguno de los detalles pueden simplificarse u omitirse. Para una intersección simple canalizada el procedimiento puede ser abreviado considerablemente de modo que todavía se tenga un adecuado conocimiento de los costos para otros esquemas considerados como alternativas.

DATOS BASICOS PARA PROYECTO

Paso 1. - Datos de Tránsito

Los datos de tránsito tienen la mayor influencia en el tipo de intersección y sus características geométricas. Los elementos del tránsito, y el Volumen Horario de Proyecto deben obtenerse, presentándolos correctamente en la forma acostumbrada.

La información de tránsito se muestra mejor mediante un esquema diagramático indicando volúmenes y direcciones para todos los movimientos. El diagrama preferiblemente deberá indicar los Volúmenes Horarios de Proyecto para todos los movimientos en un sentido y giros, incluyendo los porcentajes de camiones de camiones en cada uno, los cuales ocurren al mismo tiempo. Para intersecciones de bajo volumen unos datos tan completos, ó un diagrama, pueden no ser necesarios.

Un diagrama que muestre volúmenes horarios máximos para todos los movimientos, no nos dá una visión verdadera de la situación del Volumen de Proyecto, porque es un compuesto seleccionado de los volúmenes más altos que ocurren a tiempos diferentes, tales como en una dirección durante la hora máxima de la mañana y el opuesto durante la hora máxima de la tarde. Para las condiciones de volúmenes bajos a moderados, los proyectos basados en los mencionados volúmenes "compuestos" pueden diferir muy poco de aquellos basados en movimientos simultáneos para una hora máxima particular y podrán estar del lado de la seguridad. Pero, para las condiciones de volúmenes máximos

los proyectos para volúmenes compuestos pueden ser sustancialmente diferentes. Donde los volúmenes de tránsito para uno o más movimientos direccionales son fuertes y sin equilibrio en su dirección, el uso de los datos de tránsito compuesto para proyecto pueden resultar en un sobre-diseño de la intersección.

Los datos de tránsito pueden ser presentados convenientemente por dos diagramas, uno que muestre los volúmenes horarios simultáneos durante una máxima demanda, digamos durante la hora de proyecto para la mañana y el otro en otra máxima demanda, digamos en la hora vespertina de proyecto. Estos datos de tránsito se necesitan para todas las intersecciones mayores, particularmente en los entronques donde grandes volúmenes de camiones deben ser incluidos en cada movimiento horario. Deben proporcionarse las características para obtener de los camiones los datos de los vehículos de proyecto .

Se ilustran los dos métodos de presentación del tránsito. La Fig.1 ilustra el método compuesto en combinación con una intersección a nivel y la figura 5 muestra los movimientos simultáneos durante las máximas demandas Am y Pm para una intersección.

Paso 2. - Datos del lugar.

Fundamental en cualquier proyecto de intersección es un plano actualizado del lugar, mostrando la topografía, cultivos, derecho de vía, etc., así como la evaluación de propiedades, suelo en general, condiciones de cimentación y cuencas hidráulicas, si las hay.

Paso 3. - Datos de Carreteras y Desarrollo Futuro.

Debe obtenerse información concerniente a carreteras existentes y cualquier mejora planeada en el área que pueda afectar o ser afectada para la intersección que será objeto de mejoramiento. El desarrollo futuro de las tierras adyacentes y otras mejoras deben incluirse. Esto puede tener relación con el tipo y trazo geométrico de la intersección y sus accesos, incluyendo tales características como control de accesos, facilidades de estacionamiento, caminos laterales, etc. Toda esta información debe ser recopilada y colocada en el plano del lugar, el cual se reproducirá a una escala conveniente y que será usado como base para los diagramas y planos preliminares.

PROYECTO PRELIMINAR

Paso 4. - Preparación de Diagramas para Posibles Soluciones Alternas.

Los diagramas o dibujos de trazo de ubicación, a escala, son hechos en forma rápida, en parte a mano, con papel calca sobre el plano base. Tales dibujos pueden ser desarrollados rápida y fácilmente y deben hacerse para todas las probables alternativas que son merecedoras de consideración. En su desarrollo una verificación aproximada es hecha mental y visualmente de ciertos rasgos de proyecto, tales como límite de curvatura, perfiles, localización de isletas, etc. a fin de evaluar la conveniencia de cada trazo. En esta etapa solo los aspectos generales del problema son considerados. No solo se gasta tiempo sino que causa confusión al proyectista considerar dimensiones detalladas antes que las características generales de los posibles proyectos hayan sido dibujados y exami

nados. Los cálculos y afinación de detalles pueden reservarse para los pasos finales del proyecto.

Intersecciones a nivel.

Los dibujos de estudio para una intersección a nivel se realizan de manera rápida, a mano, con equipo de dibujo o por ambos métodos, a pequeña pero conveniente escala, mostrando en el proyecto los límites de pavimento y localización de isletas, acotamientos, etc. Un ejemplo está en la figura 2. Todas las soluciones prácticas que puedan satisfacer las necesidades del tránsito y limitaciones de lugar serán dibujadas. Los perfiles generalmente no necesitan hacerse, pero puede hacerse una revisión a fin de asegurar que las pendientes de los accesos a la intersección sean generalmente satisfactorios.

Los esquemas de estudio de una intersección a nivel son dibujados mejor en un plano base a una escala 1:500 ó bien 1:1000. Generalmente, las escalas menores o mayores exigen más tiempo y dificultan su manejo. Pueden utilizarse escalas más pequeñas, como 1:2000, para trazos rápidos.

Entronques a Desnivel-Dibujos de línea sencilla.

Ya que las intersecciones son mayores en área y tienen considerablemente más desarrollo y longitud de los caminos que se cruzan, que en una intersección a nivel, es posible hacer los esquemas de reconocimiento con una sola línea para cada calzada o cada mitad de un pavimento de dos sentidos. Ver ejemplo en la figura 6. La dirección de las flechas en las líneas muestra la circulación propuesta. Los dibujos de línea sencilla para entronques son excelentes para un planteamiento y examen rápido de todos los esquemas probables. Son hechos en forma expedita, a mano, con equipo de dibujo, o por ambos métodos, en papel transparente, sobre el plano base. Estos diagramas, dibujados a escala, son suficientemente aproximados para esta fase de estudio del proyecto. Las anchuras de pavimento se visualizan rápidamente y donde gobiernan el proyecto, dos puntos de acceso y rampas finales pueden ser dibujadas. Las estructuras se muestran por indicación de los parapetos. Deben usarse los valores que fijan las normas en las relaciones de velocidad/curvatura, ubicación de cadenamientos, longitud de las secciones de cruzamientos, limitaciones de estructuras, etc. Los perfiles rara vez necesitan dibujarse, pero pueden revisarse rápidamente de acuerdo con puntos fijos del proyecto. Las pendientes entre esos puntos pueden ser estimadas aproximadamente ó ajustadas utilizando longitudes a escala con la previsión para las curvas verticales. En algunas ocasiones, los perfiles dudosos pueden dibujarse aunque, como un conjunto, no es muy necesario para desarrollar perfiles completos en estos trazos esquemáticos.

Los dibujos de línea sencilla son mejor logrados a escalas de 1:5000 a 1:1000. Se usan escalas menores en estudios de ruta y trazos más completos. Las escalas menores de 1:5000 pueden no ser correctas. La escala 1:1000 puede ser deseable en caso de limitaciones físicas locales u otras condiciones críticas.

Paso 5.- Análisis de esquemas alternos.

Después de que todos los posibles diagramas hayan sido preparados -

en forma de dibujo de estudio, se analizan en forma general comparando sus ventajas y desventajas. La comparación se hace en forma amplia, analizando puntos sobresalientes del proyecto, características de operación, factibilidad para acomodar el tránsito, costo probable, acomodo total en el lugar, tipo de intersección, etc. Algunos de los diagramas se encontrarán que son francamente inferiores a otros u obviamente inapropiados, por lo que son eliminados. Otros mostrarán características atractivas y justificarán más estudios detallados. En la mayoría de problemas de intersecciones cuando menos dos, y en algunos casos varios de tales esquemas, merecen desarrollarse como proyectos preliminares alternos.

Paso 6. - Preparación de Proyectos Preliminares Alternos.

Los proyectos preliminares de los diagramas elegidos son hechos en mayor detalle que los dibujos de estudios pero como escasamente se requieren cálculos se desarrollan rápidamente como soluciones gráficas. No se requiere mucho tiempo y gran calidad en el dibujo.

La fig. 3 es un ejemplo de una intersección a nivel y las 7 y 8 corresponden a un entronque a desnivel

Las alternativas preliminares proyectadas también se hacen con papel calca sobrepuesto a un plano base, el cual generalmente está a una escala mayor que la utilizada para los dibujos de estudio. Las escalas convenientes para intersecciones a nivel son aquellas en el rango de 1:1000 y 1:500 para entronques a desnivel una escala 1:2000 es ampliamente recomendable. Una escala de 1:1000 puede ser útil para proyectos de entronques pequeños y para condiciones estrechas y una escala de 1:4000 para proyectos extensos y complejos.

El trazo del proyecto preliminar empieza por transformar el dibujo de estudio en un nuevo trazo a mano. Donde las escalas varían, como puede ocurrir, la transformación se hace visualmente por relaciones observadas entre los caminos y otras características en el plano base.

La transformación puede hacerse directamente en una ampliación fotográfica del dibujo de línea simple. Las orillas del pavimento a los centros de línea son suavizados o ajustados como se desee utilizando una plantilla u otros útiles de dibujo. En el trazo se aplican las normas fijadas con el debido criterio en todas las limitaciones locales para cada ruta. Ambos límites del pavimento son dibujados y las isletas y vértices ubicados. Para intersecciones a nivel se dibujan los perfiles de los movimientos directos. Para entronques los perfiles son dibujados para los movimientos directos y para todas las rampas. Los perfiles también se dibujan sin cálculos. Las plantas y los perfiles son dibujados conjuntamente, realizando en ambos los ajustes que se encuentren necesarios.

Las plantas preliminares de los entronques deberán tener todas las vías cadeneadas, a la escala usual, aunque no calculadas, a lo largo de la línea de centro en movimientos directos y a lo largo de uno de los límites del pavimento en las rampas. Es deseable que el cadenamamiento en las rampas sea hecho con tinuado del que va por la vía de tránsito directo .

Este procedimiento reduce el número de operaciones a un mínimo y

facilita el dibujo y presentación de los perfiles yuxtapuestos de los caminos y las rampas. Los vértices de las isletas y los finales de las rampas deben ser localizados en los perfiles. Los vértices de aproximación de las isletas deben ser achaflanados, alejándolos de los límites normales del pavimento. Aunque esto puede parecer un refinamiento para un plan preliminar, asegura que los perfiles para los pavimentos divergentes se encuentran apropiadamente en los vértices citados. En su posición achaflanada un vértice de isleta puede estar ubicado a cierta distancia de la intersección de los bordes del pavimento, por lo que se requiere un ajuste del perfil.

Los perfiles de los caminos y rampas se dibujan a la misma escala horizontal que la planta, con una escala vertical aproximadamente diez veces mayor que la escala horizontal. Con el cadenamamiento continuo sugerido los perfiles de la rampa pueden ser superpuestos en los perfiles del camin. Ver fig. 8. Por conveniencia, cada rampa debe ser identificada en planta y perfil por una letra o combinación adecuada de letras.

Los puentes se indican en la planta por las líneas de parapeto ó banqueta. Donde existen varias estructuras deben numerarse para identificación y rápida referencia en los perfiles. Los puentes deben mostrarse tanto en perfil inferior como superior del camino.

Los perfiles están controlados principalmente por la topografía, pendientes máximas, distancia mínima de visibilidad y claros de las estructuras, pero pueden también ser afectados por la sobreelevación requerida.

En una red de caminos la sobreelevación de uno de ellos puede influir significativamente en el perfil del otro. Esto se toma en consideración al final de la rampa donde la elevación a través del camino y de las rampas son diferentes en cada lado del acceso o de la unión final. Ver fig. 8. Los refinamientos en la aplicación de la sobreelevación en los proyectos preliminares, aunque sean aproximados aseguran perfiles razonables.

DETERMINACION DEL PLAN ELEGIDO

Paso 7. - Evaluación de características geométricas y de operación.

Después que el plano preliminar de los esquemas de alternativas está completo debe ser examinado con respecto a las características geométricas y de operación del tránsito. Las características generalmente consideradas en este examen, pero no necesariamente en este orden, son: adaptabilidad, accesibilidad, características de diseño, capacidad, características de operación, sostenimiento del tránsito y etapas de desarrollo.

Adaptabilidad. - Cada alternativa del plan debe juzgarse con respecto a su adaptabilidad en el lugar, con el tipo de intersección y al tránsito. Algunos arreglos son más apropiados que otros a la topografía y circunstancias del lugar. Los proyectos que requieren grandes terraplenes y cortes profundos o drenaje difícil son menos deseables que aquellos que se apegan más a la conformación del terreno natural y se prestan ellos mismos a pendientes apropiadas y al tratamiento del paisaje.

La estética es importante a tal grado que el arreglo de la intersección puede dar realce o afear la zona considerada. Los tipos de intersección y el servicio que se intenta proporcionar son factores importantes en la selección del esquema. Por ejemplo, en una intersección de dos caminos relativamente menores, una canalización de altas especificaciones puede resultar inapropiada, mientras que un proyecto especial puede ser necesario en una intersección de dos carreteras de alta velocidad. Las rampas que acomodan vueltas a nivel a la izquierda pueden ser aceptables en una carretera a lo largo de la cual hay otras intersecciones a nivel pero deben de ser evitadas en una carretera dividida, con pocas intersecciones a nivel. Los entronques direccionales normalmente no son apropiados a menos que ambas carreteras interceptadas sean suficientemente importantes y exista un movimiento fuerte de vuelta izquierda. Brevemente, el uso de intersecciones debe estar de acuerdo con el carácter de las carreteras que se cruzan.

La forma en la cual las vueltas se ajustan al tránsito debe ser considerada determinante. Es preferible un diseño que da preferencia al movimiento con mayor volumen de tránsito. El grado y modo de canalización o el tipo y forma de rampas debe reflejar los volúmenes y carácter del tránsito.

Accesibilidad. - Cada proyecto alterno debe ser examinado según su accesibilidad o posibilidad de realizar el proyecto dentro de la construcción actual. Los efectos económicos locales del mejoramiento de una carretera pueden modificar una conclusión ingenieril. Los aspectos ingenieriles del diseño deben ser considerados juntamente con sus defectos sobre la comunidad, no solo donde el desarrollo pueda requerir la remoción de ciertos edificios sino también donde ciertos establecimientos son afectados adversamente por la relocalización del tránsito. Estos efectos a menudo son reflejados en el costo real del camino, como cuando los establecimientos comerciales son adquiridos directamente o cuando el daño directo es de otro modo impuesto, pero un daño a menudo no puede ser calculado o pagado. Los daños pueden ser valudados pero también deben ser considerados intangibles. Otro tipo de limitación intangible es la renuncia, arraigada profundamente, a perjudicar instalaciones religiosas o culturales, Los cementerios, también a menudo, son considerados intocables.

Características de diseño. - Los aspectos geométricos, tales como alineamiento, perfil, distancia de visibilidad, anchura de pavimento, carriles auxiliares, sobre elevación, isletas y vías de acceso, etc., deben ser comparadas en las alternativas, para tenerlas en cuenta en la adaptabilidad del proyecto. De otra manera no se verá fácilmente la diferencia entre el nuevo proyecto geométrico y el que contiene las normas mínimas.

Capacidad. - Un análisis de capacidad debe ser hecho en cada proyecto alterno para determinar que tan fácilmente lo proyectado acomodará el tránsito probable. El Manual de Capacidad de Carreteras proporciona las herramientas necesarias para un análisis de capacidad. Mientras en algunos casos las dimensiones, o el número de carriles, pueden ser determinadas directamente de los datos de volumen y capacidad, en la mayor parte de los casos de proyectos la capacidad es confrontada contra el volumen y el proyecto readaptado, quizá más de una vez.

Es deseable que una comparación de capacidad con el pronóstico de-

volúmenes de tránsito sea indicada en el proyecto preliminar; ver fig.7. Esta comparación muestra claramente el tránsito adecuado a cada proyecto alterno. Donde los costos no difieren mucho, son preferidos los proyectos que proporcionan capacidades en exceso de los volúmenes horarios de proyecto. En el primer caso, el diseño puede absorber máximas demandas que probablemente -- ocurran ocasionalmente y será útil para algún período más allá del año para el cual se diseñó. En el último caso el congestionamiento durante las horas de -- máxima demanda, ocurriría más pronto y los incrementos de tránsito futuro -- no pueden ser servidos sin mejoramientos adicionales.

Características operacionales. - Las características operacionales de cada -- proyecto alterno pueden ser evaluadas con bases en las experiencias y datos -- disponibles, considerando comportamiento del conductor y funcionamiento del tránsito. Son considerados los efectos de convergencia, divergencia, cruces -- y movimientos mezclados. Las relaciones de capacidad a volúmenes de tránsi -- to son observados para valuar el tipo de operación, velocidades probables, in -- terferencia y demora, localización, proximidad, etc.

La secuencia de salidas yent radas son examinadas, para determinar sus efectos en la operación como trayectorias claras a seguir, considerando si la intersección puede ser señalizada en forma efectiva. También el aspecto de seguridad debe ser evaluado y deberá recibir serias consideraciones en la selección de los diagramas. -

La evaluación de las características de operación para interseccio -- nes mayores se facilita por medio de la preparación de diagramas separados o trazos indicando las vías para las corrientes mayores de tránsito, tal como -- las que usa un conductor al atravesar la intersección. Un diagrama separado -- es hecho para cada movimiento principal indicando sucesivamente las salidas -- y llegadas. Solamente los conceptos principales tales como isletas, vértices y puentes, por los cuales el conductor pasa, son incluidos. Esto sirve para seña -- lar las obras principales del conjunto de la intersección y que sea evidente a -- primera vista las que determinan las características de operación en cada via -- je a uno y otro lado de la intersección.

Sostenimiento del tránsito durante la construcción. -

La manera que en cada proyecto alterno el tránsito será sostenido du -- rante la construcción deberá ser examinada, para definir si será necesario el -- costo de un desvío o si la no interrupción del tránsito es problemática durante -- la construcción. Cerca de y en áreas urbanas, un plan altamente deseable desde -- el ppnto de vista geométrico y de características de operación, podría ser incon -- veniente debido a que éste no podría servir en forma adecuada conservando el al -- to volumen de tránsito durante el período de construcción. Generalmente en -- áreas rurales este aspecto no es serio, pero puede haber ventajas substanciales de una alternativa sobre otra en este requisito, particularmente en terrenos es -- cabrosos.

Etapas de desarrollo.

Durante algún tiempo inicial solamente ciertas partes fundamentales -- de la intersección necesitan ser construídas. Otras estucturas y rampas serán

construidas cuando se tenga advertencia de un crecimiento del tránsito. Algunas veces por falta de fondos se hace necesario construir solamente parte del plan original; el plan completo se podrá fundamentalmente desarrollar en futuras asignaciones. En tales casos, cada plan de alternativa deberá ser examinado para su adaptabilidad a cada etapa de construcción. Ha demostrado ser muy ventajoso el preparar planos preliminares por separado para cada etapa. Las características de operación para la primera etapa y factibilidad de la siguiente etapa, tomando en consideración el sostenimiento del tránsito, pueden tener valor importante en la selección de diagramas.

Paso 8. - Cálculo de mejoramiento vial y costos de operación.

Los costos preliminares o estimados, aproximados, deberán hacerse para cada plan preliminar alternativo. Todos los conceptos mayores deberán ser incluidos; adquisición del derecho de vía, limpia del lugar, terracerías, pavimento, drenaje, estructuras, y el cambio del sostenimiento del tránsito durante la construcción. El costo estimado anual de la conservación y operación del camino, deberán también incluirse, si aparentemente hay una diferencia significativa entre las alternativas.

Los costos estimados en planos preliminares pueden ser hechos rápidamente aplicando costos unitarios representativos a cantidades aproximadas y usando un arreglo de sumas para algunos conceptos. Las cantidades aproximadas del derecho de vía, limpia y de la obra pueden ser obtenidos directamente del plano. Los volúmenes de terracerías pueden ser calculados haciendo esquemas de unas cuantas secciones transversales de importancia para ser usadas adecuadamente. Las longitudes de tubo de drenaje, cunetas, banquetas y muros pueden ser dibujadas a escala. El costo de las estructuras pueden ser aproximados aplicando costos unitarios para estructuras típicas, según la medida del área cubierta y posiblemente añadiendo ciertos arreglos tabulados.

El costo de las otras partidas puede ser calculado en la misma forma, basándose en cantidades estimadas con cierta aproximación. La característica esencial consiste en la inclusión de todas las partes significativas, cada una estimada en la misma manera para todos los proyectos alternos.

Como en las otras fases del desarrollo y de análisis de planos preliminares, los costos estimados deberán ser preparados sólo con la exactitud necesaria para ser consistente con los mismos proyectos. Los métodos más detallados y exactos comunmente usados con planos finales deberán aplicarse para algunas partes, pero para las demás partes deberán usarse métodos rápidos y breves.

Paso 9. - Cálculo de costos de operación.

Para completar un análisis económico de proyectos alternos de intersección, deben determinarse los costos de operación para los usuarios en cada alternativa. Los costos de los usuarios son los costos de operación de los vehículos que incluyen el valor del tiempo. Son calculados considerando el volumen, la longitud recorrida y el costo unitario por km para cada movimiento separado.

a través o dentro del área entre límites comunes para cada proyecto alternativo.

El costo unitario del vehículo por km cubre combustibles, lubricantes, llantas, depreciación, reparaciones, etc., y usualmente se consideran también el costo de demoras y detenciones en ruta, el costo de accidentes y valores intangibles tales como falta de comodidad o conveniencia. En muchos casos de planes de intersecciones, el costo de las paradas puede ser significativo y deberá ser considerado por separado.

El total de los costos de operación para cada plan alternativo es algunas veces un excelente factor para comparaciones, reflejando la velocidad, distancia de recorrido, condiciones de operación, paradas necesarias, etc., para todos los movimientos. Los planes alternos pueden compararse directamente en estos aspectos con relaciones de beneficios a los usuarios del camino, indicativos de la reducción en costos de operación en relación a desembolsos de capital.

Paso 10. - Análisis de conjunto para determinar el plan preferido.

El paso final para escoger el plan preferido entre dos o más alternativas, es un análisis de conjunto o evaluación de las comparaciones hechas para cada una de las características o partidas discutidas antes. Esencialmente, ésta es una revisión de los diferentes detalles estudiados y una expresión total de la calificación combinada para cada plan alternativo. Una guía conveniente es una tabulación dentro de la que cada comparación referente a una partida o característica está expresada para cada plan alternativo, por una calificación relativa como A (El mejor con respecto a la partida en comparación), B (El siguiente mejor), C (Menos deseable que B), etc.

Las partidas en comparación no tienen igual valor o peso. Más aún, la diferencia entre un plan alternativo y otro para cualquier partida, puede ser menor y sin embargo no estar reflejada en las calificaciones A, B y C. Por esta razón, se requiere criterio de ingeniería para llegar a la evaluación correcta y determinar el orden de preferencia de los planes alternos. El análisis de beneficio de los usuarios con respecto a planes alternos, expresado en términos de la relación de beneficios, da también una indicación positiva del orden de preferencia, particularmente cuando se combina con las calificaciones de características geométricas y operacionales mencionadas antes. En la mayoría de los casos el examen objetivo y la asignación de calificaciones a las características de cada plan alternativo, guiarán al proyectista hacia conclusiones imparcialmente positivas.

La conclusión a que se llegó por encima del procedimiento analítico puede no siempre indicar el proyecto que ha sido elegido. Además, el fallo debe ser combinado con el conocimiento de limitaciones de recursos llegando a la conclusión final. Hay además el factor de "factibilidad" y los aspectos intangibles que se mencionaron previamente. El proyecto final seleccionado algunas veces no es el mejor, ingenierilmente, de los proyectos estudiados pero es el más práctico de los proyectos por lo cual puede ser financiada la construcción.

Un método siempre usado en más alternativas, es la preparación de un reporte preliminar de ingeniería presentando y analizando todos los factores.

Los proyectos alternos son presentados separadamente y las ventajas y desventajas son discutidas en forma narrativa. En un capítulo concluyendo la alternativa que se prefirió se indican las mejores razones por las que se escogió. Esta manera de reporte tiene la ventaja de un registro permanente muy conveniente y es útil donde varias dependencias tienen que estar de acuerdo con la elección.

PROYECTO FINAL

Paso II. - Plantas constructivas, especificaciones y presupuestos.

Una vez que el proyecto general ha sido determinado y un proyecto preliminar está disponible, sólo resta desarrollarlo a la escala y detalles de costumbre de los planos de construcción. Esto es en gran parte una tarea del proyectista.

El proyecto preliminar acompañado de perfiles, en gran parte es la solución gráfica, pero el diseño final es hecho por una serie de cálculos, desarrollo de detalles y preparación de proyectos y perfiles a escala y precisión conveniente para su interpretación. Los alineamientos son calculados y la elevación de los perfiles calculada o resuelta gráficamente. La nivelación, drenaje, estructura y detalles de pavimento debe precisarse. Algunos detalles tales como curvas, juntas de pavimentos, isletas, etc. pueden requerir grandes planos a escala. Las cantidades de construcción son calculadas y las especificaciones de construcción, establecidas. El desarrollo preliminar del proyecto en gran parte es una forma de ensayo de soluciones pero el diseño final es la fijación progresiva de todos los detalles, en el grado requerido de exactitud para el diseño final es la fijación progresiva de todos los detalles, en el grado requerido de exactitud para el diseño general ya establecido.

Con el proyecto seleccionado como base, se ajusta el diseño del alineamiento final a conveniencia del proyecto preliminar. Igual donde un reconocimiento exacto y mapa topográfico está disponible para establecer las líneas finales, el trabajo es expeditado por localización de ejes cerca de su posición final por ampliación del proyecto preliminar seleccionado. Después de que el alineamiento es calculado, los perfiles que lo acompañan son usualmente trazados directamente. Las ampliaciones de los perfiles preliminares como una guía no son necesarios.

El diseño final de una intersección principal con varias islas de canalización o rampas puede ser acelerado por el uso de un sistema de coordenadas. Colocadas las líneas de ejes o las líneas de control de la orilla del pavimento pueden ser unidas en circuitos a la posición requerida y las coordenadas de puntos aislados, tan necesarias para cualquier proyecto, pueden ser computadas desde otros puntos de coordenadas conocidas. Donde las carreteras que se atraviesan no están en un sistema de coordenadas, un sistema local puede ser establecido por un señalamiento arbitrario con una plantilla para una selección de puntos de control y calculando las coordenadas de todos los otros puntos. Un sistema de coordenadas es ventajoso como un control para replantear los datos de construcción.

mucho con la escala, alcance y forma de presentación. Cada dependencia de carreteras tiene métodos establecidos y reglas adecuadas para sus necesidades particulares.

EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS PARA EL PROYECTO

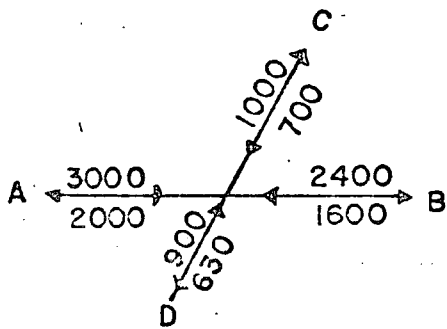
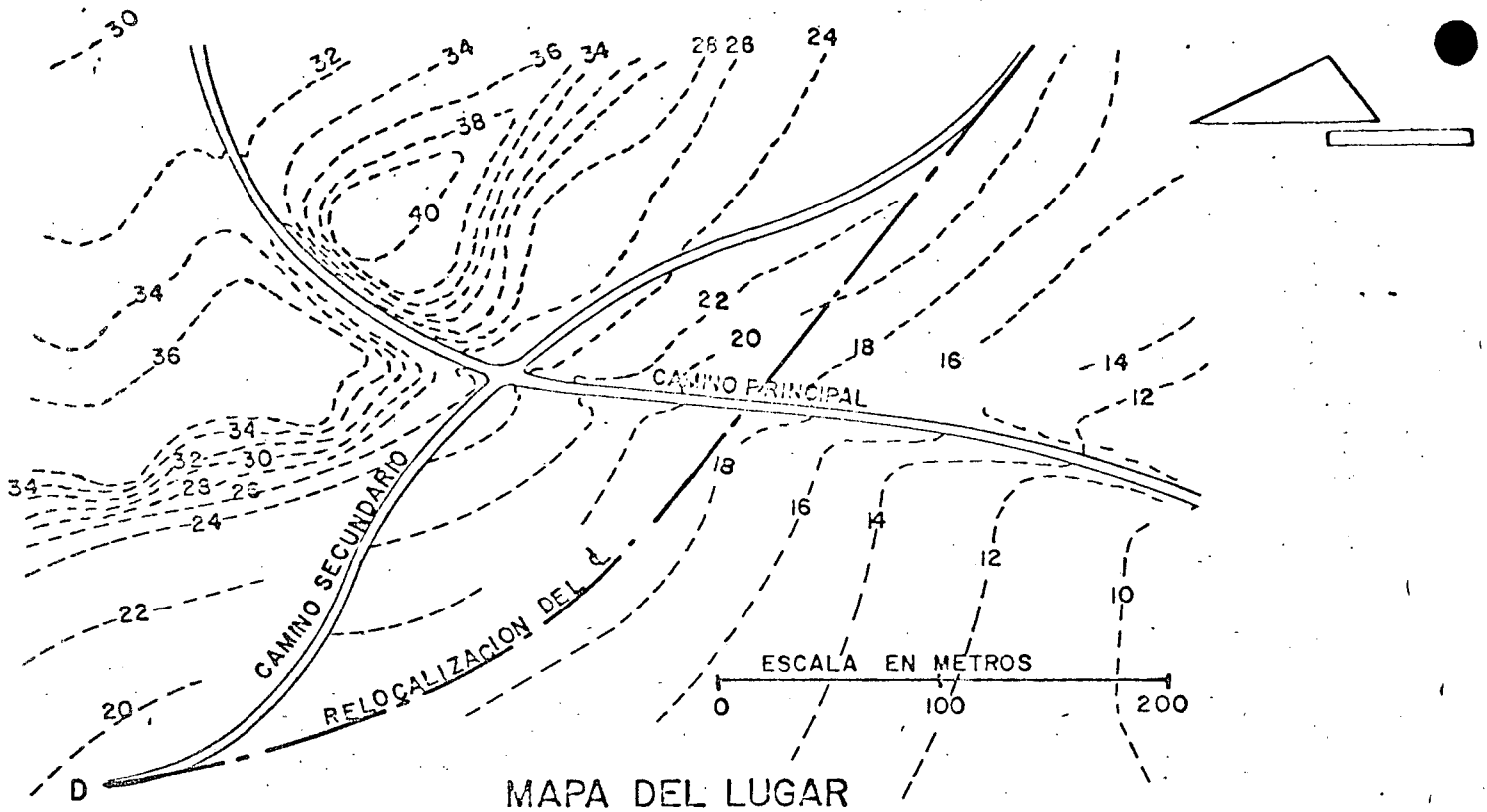
Se presentan dos ejemplos de proyecto en problemas de entronques para ilustrar en detalle los procedimientos arriba descritos. En el primero una intersección típica, a nivel, de cuatro accesos, es proyectada después de considerar varias alternativas. En el otro, mediante esquemas lineales, se ensaya un cruce a desnivel. Aunque no todos los dibujos, planos, perfiles y datos analizados son mostrados. Se incluyen muestras de cada paso significativo del proceso.

EJEMPLO DE INTERSECCION A NIVEL

Una ruta estatal troncal, de dos carriles, en zona rural tiene 18 años de pavimentada, y está siendo repavimentada en una distancia de aproximadamente 50 km. Es el camino principal que atraviesa la región; tiene tránsito pesado y los 6 m de pavimento requieren un recubrimiento sólido para prevenir posterior deterioro. El pavimento está siendo ampliado a 7.20 m; las condiciones de alineamiento están siendo mejoradas y varias intersecciones importantes están siendo reconstruidas. En la figura 1 el camino AB sobre el plano es una parte de esta ruta y la intersección con el camino CD está siendo rediseñada. Las velocidades promedio con que se corre en el camino AB son de 70 km por hora y 15 km por hora menor en el camino CD, fuera de la intersección.

El camino CD es un camino vecinal de dos carriles con 5.40 m de pavimento asfáltico. Sirve como principal conector de enlace con el camino AB. La intersección tiene un índice de accidentes superior al promedio, el cual, en parte, resulta de la combinación de la pendiente y la distancia de visibilidad inadecuada hacia el noroeste. Los taludes del corte del camino limitan la visibilidad entre el tránsito que se aproxima sobre el camino y el que se cruza a partir de una posición de parada. Igualmente, el perfil sobre el camino AB hace difícil la desaceleración de bajada de los vehículos, como lo requiere la seguridad. Dos edificios en la zona, un almacén y una casa-habitación en la intersección, también restringen las distancias de visibilidad. Están demasiado cercanos del camino por lo que requieren ser quitados para mejorar la intersección existente. Por estas varias razones, se hizo un estudio preliminar para desplazar el camino vecinal aproximadamente a 135 m hacia el este y, con terreno favorable, fue encontrado factible abandonar una porción del viejo camino y utilizar el nuevo sitio. La sección desplazada puede ser pavimentada en un ancho de 6.60 m. No hay otros caminos planeados o probables en esta zona general.

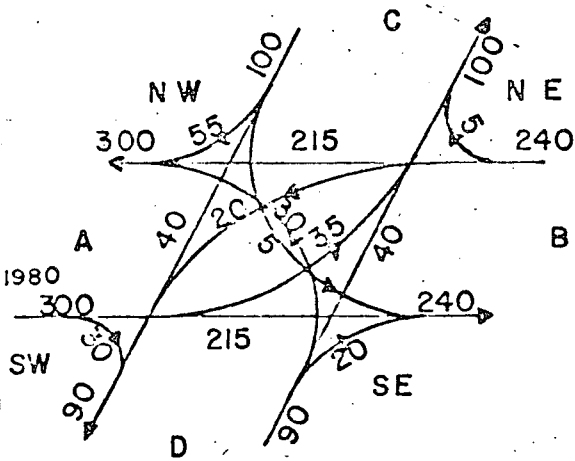
Los datos del tránsito que se cruza son mostrados sobre los diagramas anteriores en la fig. 1. Fueron desarrollados de aforos hechos en la intersección existente y una estación de aforo continuo sobre el camino AB. El camino AB tiene pronosticados volúmenes promedios diarios de 2,400 a 3,000 para



TPD EN EL ENTRONQUE (1990)
 LAS CIFRAS MENORES SON DE 1980

NOTA:

- K = THP (Dos sentidos)
 EN % DEL TPD = 15
- D = % En un sentido en hora
 max. de demanda = 67
- T = % De camiones en hora
 max. demanda.
 CAMINO PRINCIPAL = 14
 CAMINO TRANSVERSAL = 7
 WB-40 VEHICULO DE PROYECTO



VOLUMENES HORARIOS DE PROYECTO (VHP) 1980
 MOVIMIENTOS MAXIMOS COMBINADOS
 NO SIMULTANEOS

INTERSECCION A NIVEL. MAPA DEL LUGAR Y DATOS DEL TRANSITO
 FIGURA I

el año de 1980 y el camino que cruza 900 a 1,000.

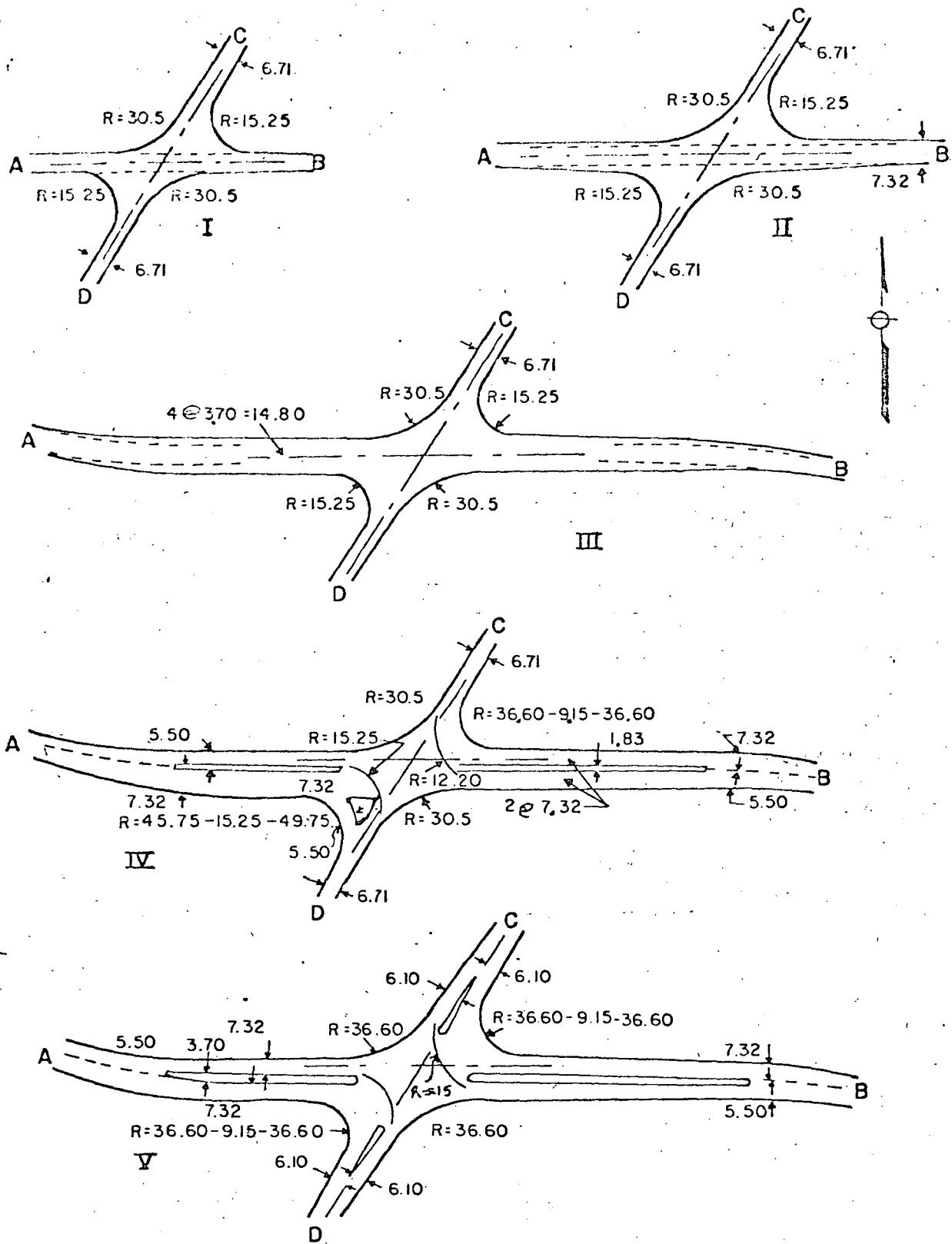
La proporción de camiones es medianamente alta y hay bastantes semi-remolques por lo que se requiere usar el vehículo de proyecto WB-40. Los volúmenes horarios de proyecto, en 1980, enseñan los principales movimientos, de giro derecho de 55 por hora, en el cuadrante Noroeste y el mínimo en el cuadrante Noreste. Los movimientos de giro en los dos cuadrantes en el sur son casi la mitad de los más grandes. Todos los movimientos son para un máximo horario y, por lo tanto, alguna interferencia mayor será difícil que se presente. De las condiciones generales y datos de tránsito, es evidente que: (a) ambos caminos quedarán de dos carriles, (b) una intersección a nivel estaría bien, posiblemente con alguna canalización (c) los semáforos no son apropiados o necesarios en esta condición rural, y (d) el control principal de tránsito será con señales de ALTO en el camino secundario y señales preventivas en ambos caminos.

ESTUDIO DE DIAGRAMAS

En la figura número 2 se muestran varios de los esquemas de estudio hechos como probables trazos para la intersección. Los ejes y orillas del pavimento fueron hechos a escala y dibujados como líneas guía en papel calca sobre el mapa del lugar. Los radios de las curvas y sobreanchos fueron supuestos y los planos trazados fueron completados considerablemente a pulso. Los perfiles, que son esencialmente los mismos en todos los esquemas, fueron visualizados pero no pasados al papel en esta etapa.

El esquema I es un plano sencillo, no canalizado, con 15 m de radio en el ángulo agudo de los cuadrantes y 30 m de radio en los otros dos. El esquema II tiene los mismos radios de giro pero está achaflanado en ambas direcciones a lo largo del camino AB. Los chaflanes de las tangentes son de 0.60 m de ancho en la unión con las curvas. El esquema III es similar, con carriles de cambios de velocidad en cada lado del camino AB. Estas vías son de 3.6 m de ancho, de 45 a 60 m de longitud y tienen chaflanes de cerca de 60 m de longitud. Los radios de las esquinas son los mismos que en los esquemas anteriores. El alineamiento de curva invertida a lo largo del camino AB hace posible el uso de secciones achaflanadas con orillas de pavimento curvas, agradables y apropiadas.

El esquema IV tiene una sección de 4 carriles con camellón (7, 20m de c/lado) en la vía AB, a través de la intersección. Aprovechando el alineamiento curvo, el acceso de dos carriles es ampliado gradualmente introduciendo isletas divisorias "montables", de 1.8 m. Una anchura de 1.2 m de isletas fué considerado pero la anchura de 1.8 m fué seleccionado porque permite chaflanes en los vértices, ofrece mejor protección para las señales necesarias y puede ser hecha una sección de pasto la cual ofrece mejor contraste con el pavimento en el día y la noche. Un radio de 12 m para acomodar automóviles es usado para el final de camellón y aloja vueltas de orden menor CB, y permitiendo a un vehículo WB-40 en raras ocasiones hacer vueltas mínimas si se "abre" convenientemente. Un radio de 15 m, con menor restricción para el vehículo WB-40 es usado para las vueltas DA. La vuelta izquierda AC puede ser hecha en un radio de más o menos 36 m y el complemento CA es realizado en un radio de 30 m.



INTERSECCION A NIVEL- DIAGRAMAS DE ESTUDIO
 FIGURA 2.

La segunda vuelta derecha, menos importante, BC es resuelta con una curva de 3 centros, de tamaño mínimo.

El esquema V es similar al IV pero es de tratamiento más extenso. Las isletas divisorias son hechas de 3.6 m de ancho, ofreciendo mejor protección, mejor separación y espacio para chaflanes en las puntas. El camino transversal es ampliado a una sección de 4 carriles con 6.10 m de pavimento a cada lado, con camellón central de 3.05 m de ancho. Un radio de proyecto de 15.24 m fija el extremo medio del camellón y destaca el acabado tipo bala para la apertura. En las esquinas suroeste y noreste se usa una curva compuesta de radios mínimos. Con la ampliación del camino transversal, estos radios dan mayor libertad para la vuelta derecha que en el esquema IV. Más aún, para condiciones rurales, un plan con 2 islas triangulares agregadas a las 4 islas divisionales, estaría sobreproyectado. El uso de curvas mayores que las mínimas en estas esquinas haría deseables esas islas que evitan las grandes áreas de pavimento.

Todos los esquemas son simples y cada uno es capaz de manejar el volumen de tránsito esperado. Las mayores diferencias están en el costo y el grado de facilidad al tránsito. Antes de seleccionar los esquemas de alternativas para el desarrollo de los planes preliminares, todos los esquemas son comparados con respecto a los hechos enumerados previamente.

ADAPTABILIDAD

Las diferencias no tienen mucho significado. Todos los esquemas concuerdan bien con las condiciones del sitio y como se ha expuesto, todas acomodan al vehículo de proyecto. Todos son del mismo diseño general para los movimientos directos y las vueltas. La relocalización de la carrera C-D, la amplitud de los pavimentos y la mejor distancia de visibilidad elimina las condiciones para los accidentes más habituales.

ACCESIBILIDAD

Todos los esquemas son accesibles.

CARACTERISTICAS DE PROYECTOS

Cualquier diferencia de importancia se hará evidente al analizar las condiciones de operación. En la secuencia ya numerada los esquemas se encuentran sobre una escala de mejoría progresiva de características y, en este sentido, los esquemas de numeración más baja son las menos deseables.

CAPACIDAD

Todos son generalmente adaptables. Los esquemas III, IV y V son superiores por los carriles extras para el tránsito directo.

CARACTERISTICAS DE OPERACION

El esquema I., un plan sencillo no canalizado, es considerado inadecuado. En vista de las velocidades, volúmenes y tipo de tránsito continuo, habrá

interferencias debido a vehículos que voltean. El esquema II, con sus transiciones achafanadas proveerá mas espacio para todas las vueltas, pero está muy confinado el tránsito directo por los vehículos que dan vuelta izquierda. El esquema III incluye carriles adicionales para el cambio de velocidad de los vehículos que voltean a la derecha. La longitud total de los 4 carriles es apenas suficiente para que el tránsito directo rebase a los vehículos que disminuyen velocidad para dar vuelta izquierda al camino AB. Sin embargo, la gran área abierta puede ser de dudosa efectividad para condiciones de un camino de 2 carriles. El esquema III es definitivamente preferible sobre los esquemas I y II.

El esquema IV tiene todas las ventajas del esquema III y las ventajas adicionales del camellón de la carretera AB.

Hay algo de riesgo sobre la punta de las islas divisionales introducidas, pero esto tiende a ser nulificado cuando el alineamiento es tal que permita el tratamiento de un buen acceso.

La curva compuesta mas grande y la separación del tramo de carretera que voltea en la esquina suroeste permite el segundo movimiento direccional AD, dentro de los carriles apropiados. La única isla triangular es suficientemente grande y su inclusión evita una área pavimentada peligrosamente grande.

Los semiremolques que voltean hacia la derecha en DC, posiblemente ocupen el carril opuesto sobre la ruta CD y aquellos que volteen hacia la izquierda DA y CB probablemente invadan ambos carriles del camino AB. En el esquema V el ancho de la isleta sobre el camino AB tiene varias ventajas sobre las del esquema IV. El aumentar anchura del pavimento sobre el camino CD asegura mayor libertad y menos obstáculos para los movimientos direccionales. Con este ancho es pequeña la necesidad para isletas aunque son necesarios los radios mínimos en las esquinas. En resumen de las características de operación los esquemas I y II son eliminados. El proyecto o esquema IV tiene prioridad sobre el proyecto III. El esquema V es un tanto preferible sobre el esquema IV pero las diferencias no son muy grandes.

Conservación del tránsito durante la construcción. - No hay diferencia significativa.

Etapas de Desarrollo. - Es pequeña, si acaso, cualquier diferencia significativa. Los esquemas IV y V tienen mayores posibilidades para construcción en dos etapas, si ello es una ventaja.

Costo de la inversión. - No es necesario considerar en esta etapa de proyecto. Puede ser calculada después de la preparación de los planos preliminares.

Costo de operación a los usuarios. - Los costos de operación del usuario son aproximadamente los mismos para todos los esquemas y el análisis de los beneficios para el usuario en este caso podrá ser de pequeña significación. Los esquemas I y II tienen mayor potencial de accidentes, por vueltas izquierdas, si hubiese disponibles datos para fines comparativos.

Resumen. - En una revisión general con base en los esquemas de estudio, es evidente que hay poca diferencia para la mayoría de los factores, pero hay apreciable diferencia en las características de operación, con las conclusiones para este factor como guía principal, se decide proseguir estudios en los esquemas IV y V por medio de preparación de planos preliminares y estimaciones de costos.

Planos Preliminares. - La fig. 3 ilustra el plano y perfil preliminar de proyecto IV preparado a una escala 1:600. El plano correspondiente al proyecto V no se muestra. Una escala mayor que la del estudio de diagramas es usado para trabajos gráficos como sacar las transiciones en pavimentos anchos, orillas de las curvas del pavimento, la parte exterior de la nariz de la isleta, adelgazamiento gradual del límite del pavimento, etc. El plano es preparado con suficiente cuidado y a una escala exacta para servir después como una base para la preparación del plano final de construcción. En este caso puede ser usado directamente como el plano del contrato final.

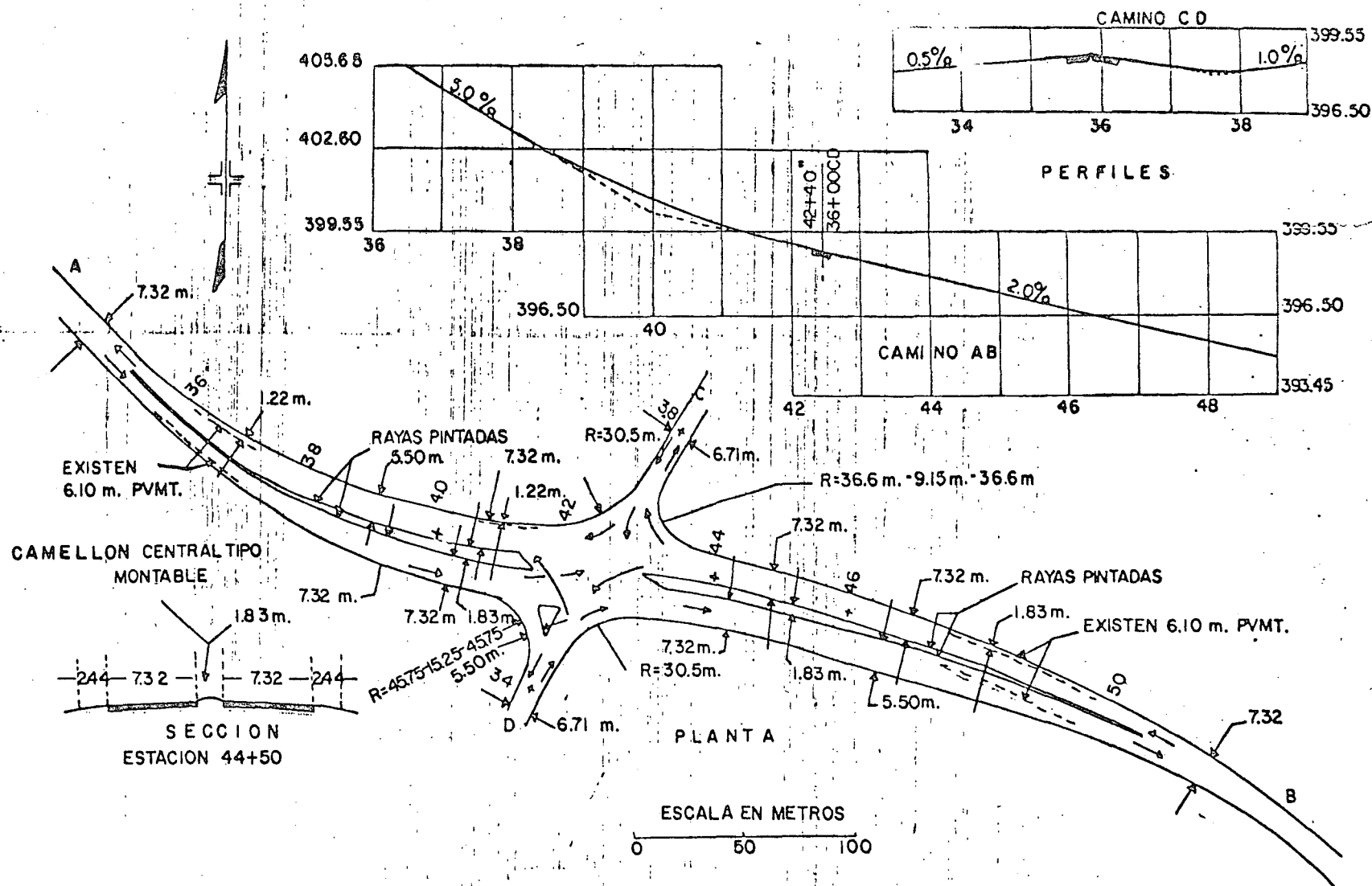
Usando el diagrama de la fig. 2 como una guía de estudio, las orillas extremas del pavimento fueron establecidas gráficamente proporcionando transiciones suaves para la sección de ensanchamiento. - Ver sección transversal de la fig. 3. La orilla norte deberá estar localizada paralela al borde del pavimento de 6 m y a 1.20 m fuera del mismo. La orilla sur conecta al borde de circulación del pavimento a lo largo del ensanchamiento de la sección con una curva 5 grados a la izquierda, una tangente central y una curva de 4 grados a la derecha. Los extremos de isletas divisorias son establecidas donde el ancho final de pavimento mide 13.8 m, distribuido aproximadamente en 7.20 m de pavimento y 1.2 m para la nariz y 5.40 m de salida pavimentada. Los vértices de isletas son achaflanados gradualmente y remetidos. En el camellón divisorio se usa radio de giro de 15 m para la vuelta izquierda DA y 12 m para la vuelta izquierda CB.

Una simple curva de 30 m de radio es usada para el retorno en los cuadrantes NO y SE y una curva compuesta, de 3 centros, en los otros, de ángulos agudos. En la esquina SO se usan radios de 15-15-45 m, con el arco central remetido 2.1 m de la tangente de los bordes producidos. La isleta triangular en esta parte es establecida por un ancho de pavimento que varía de 7.20 a 5.40 m de un lado y para un desplazamiento de 0.61 m, desde la intersección de los bordes del pavimento producido en los otros dos lados.

Los perfiles fueron desarrollados gráficamente para una escala horizontal 1:600 y 1:60 en la vertical, como se muestra en la parte superior de la figura 3. Proporcionan una comprobación de la elevación y sirve para tener una base en el desarrollo detallado de los perfiles de la orilla del pavimento en los planos finales.

Mejoramiento de Carreteras y Costos de Operación. - Ya que los planos preliminares difieren en alcance, es necesario valuar los costos aproximados del derecho de vía y construcción entre puntos comunes en ambos planos. Usando costos unitarios comparables, el costo del esquema IV es \$495,000.00 y el del esquema V es de \$603,500.00.

Resumen. - Sobre el estudio de todos los factores, particularmente características operacionales de los dos planos, se concluyó que las ventajas del esquema V no --



PERFILES Y PLANTA PRELIMINAR EN UNA INTERSECCION EN NIVEL
 FIGURA 3

son bastantes para garantizar los \$108,500.00 de costo extra sobre el del esquema IV. Una parte considerable del costo adicional es causado por la ampliación de las dos zonas de tránsito en el cruce, lo cual es dudoso para esta condición rural. El esquema IV es el seleccionado para la preparación de los planos de construcción, especificaciones y valoración, la pormenorización de los cuales no es discutida aquí.

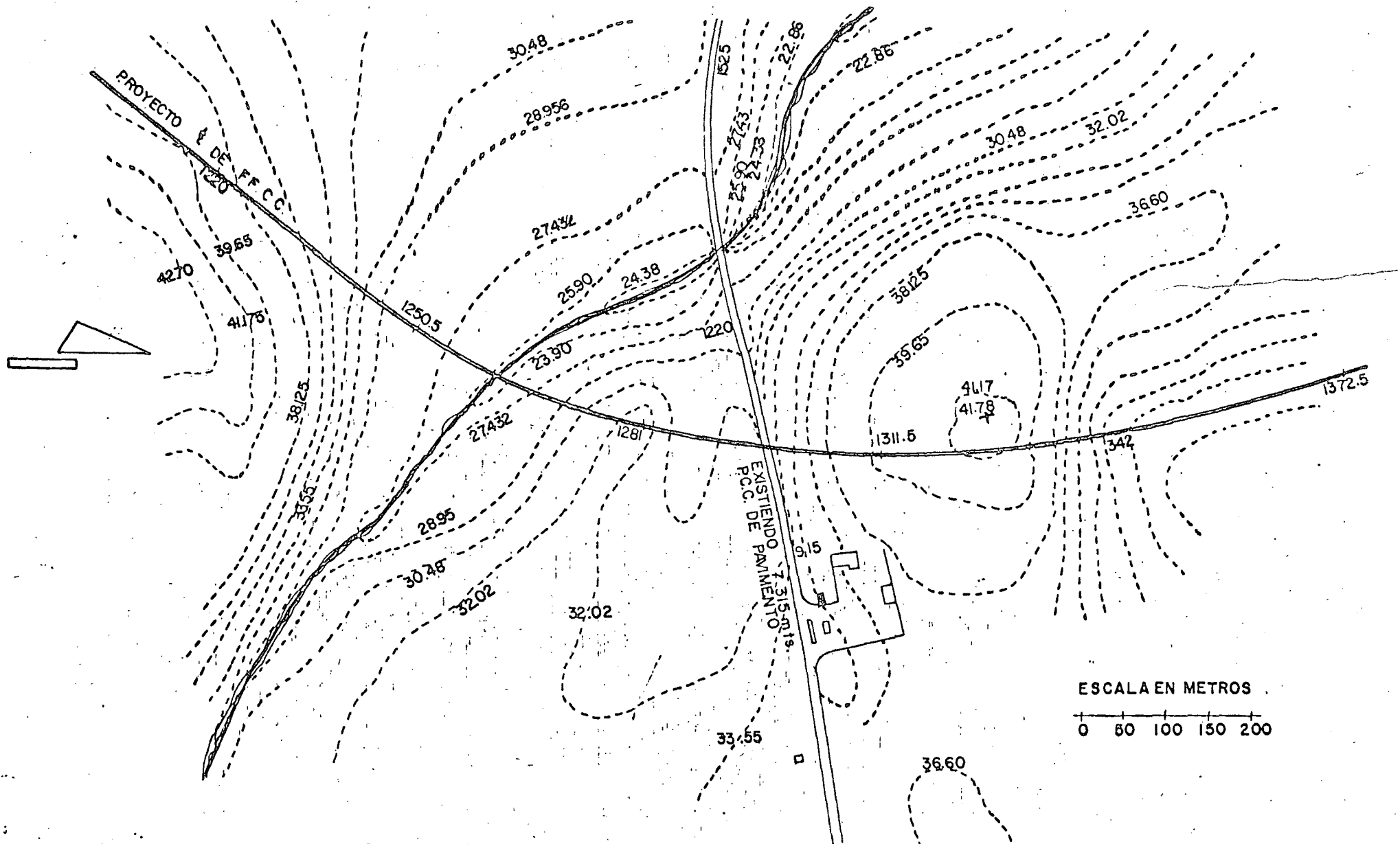
EJEMPLO DE ENTRONQUES A DESNIVEL

Se proyecta un paso a desnivel donde una autopista propuesta cruza una carretera importante existente en una zona rural. La situación es mostrada en la topografía del mapa del lugar, fig. 4 y el diagrama de tránsito en la fig. 5. La autopista tendrá una velocidad de proyecto de 112 km/h, y en su mayor parte un ancho medio de 24.40 m. La línea proyectada es mostrada en el mapa del lugar, pero el punto exacto de cruzamiento no es señalado. Si bien la línea puede ser cambiada varias decenas de metros hacia el norte o hacia el sur, la posición mostrada se considera la más favorable desde el punto de vista del alineamiento y ubicación.

La carretera existente, de dos carriles es una ruta estatal importante. Construída durante la última década, tiene razonablemente buenas especificaciones: 80 km/h de velocidad de proyecto; corona de 13.40 m; 7.32 m de pavimento de concreto en condición excelente y pendientes generalmente menores de 4% y no mas de 5%. Excepto por una intersección a nivel con una carretera situada cerca de 800 metros hacia el norte (no mostrada) y la cual descongestiona la autopista, únicamente algunas intersecciones a nivel ocurren a lo largo de este camino en varias millas al norte y sur.

Ninguna otra carretera dentro de la zona de influencia del entronque propuesto se ha planeado. El desarrollo de empresas locales debe progresar a lo largo del camino existente y hacia el sur del entronque y se requiere más derecho de vía en cerca de 3 km para desarrollo futuro del camino. Las condiciones del suelo son generalmente buenas, con excelente material de cimentación a lo largo del camino existente. La marca más alta de inundación registrada está en la cota 25. La sección de la alcantarilla existentes es de 11.8 metros cuadrados, lo que se considera adecuado. La tierra y construcciones en el terreno contiguo al norte y sur del camino, están valorados en \$2'122,000.00.

La autopista será la mayor vía de este a oeste a través del Estado y un enlace en el sistema interestatal de carreteras. La carretera existente de este a oeste, casi un kilómetro hacia el norte debe ser conservada en parte para servicio local. La mayoría del tránsito que ahora lo usa será desviado a la autopista. Basándose en los estudios de tránsito efectuados en la intersección existente, fué factible establecer los volúmenes prevalecientes para los diferentes movimientos en la nueva intersección. Incluyendo el crecimiento normal del tránsito, el tránsito generado y el tránsito desarrollado, los volúmenes promedio diarios anuales de tránsito (VPDA) para 1985 se determinaron como sigue:



EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO DE TRAZO. MAPA DEL SITIO DE UNA INTERSECCION
 FIGURA 4.

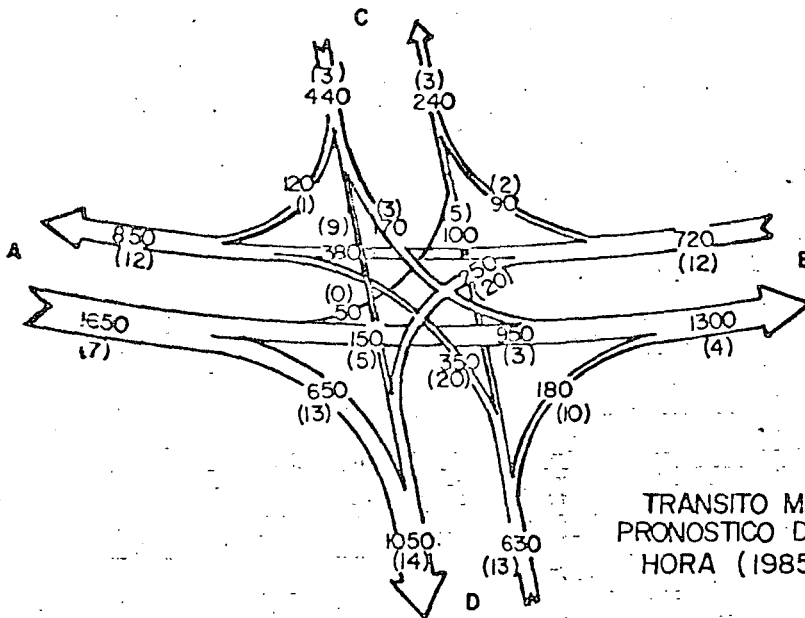
M o v i m i e n t o (*)			T D P	Tránsito de camiones
			En un solo sentido	(Porcentaje con base en el VPDA)
De	A	1963	1985	
A	B	2450	4650	12
	C	350	600	6
	D	1590	3500	25
B	A	2450	4650	12
	C	500	900	8
	D	780	1370	17
C	A	350	600	6
	B	500	900	8
	D	610	970	9
D	A	1590	3500	25
	B	780	1370	17
	C	610	970	9

(*) Para identificar los movimientos, ver la figura 5

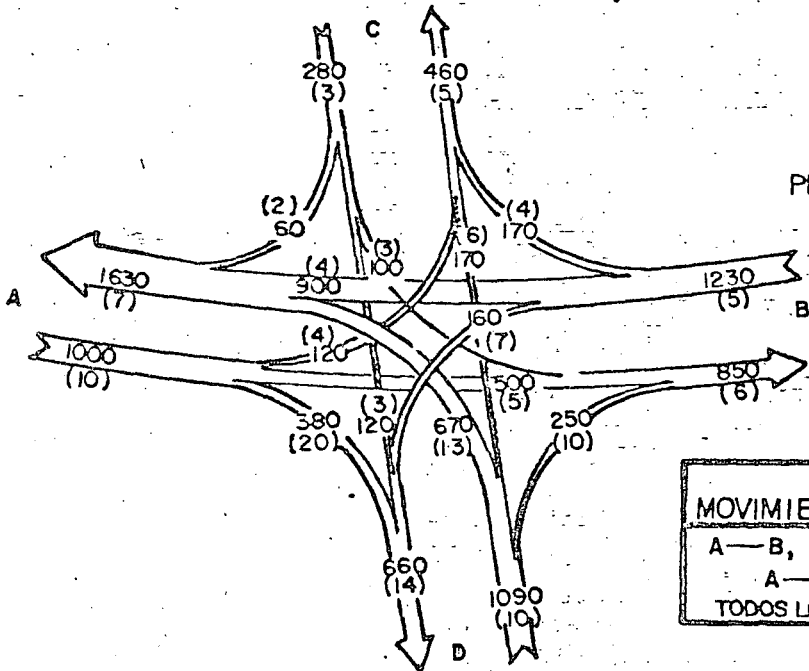
Usando como guía las relaciones conocidas de movimientos de tránsito en la intersección existente, los datos anteriores se convirtieron en volúmenes horarios de proyecto y los porcentajes horarios de camiones, tanto para los máximos de la mañana como para los de la tarde, como se muestra en la figura 5. Puesto que los movimientos de camiones entre A y B entre B y D, incluyen una alta proporción de semi-remolques de tamaño intermedio, se elige un vehículo WB-40 de diseño para estos movimientos. Un vehículo de diseño WB-50 se selecciona para los movimientos relativamente grandes entre A y D, porque hay una alta proporción de semi-remolques de tamaño intermedio y algunas combinaciones de tamaño próximo al máximo. Todos los otros movimientos de camiones son constituidos por vehículos unitarios primordialmente y se ha especificado el vehículo SU para su diseño. En todos los casos, las rampas para vueltas y los puntos de intersección se revisarán y ajustarán lo necesario para que todas las vueltas sean posibles para los vehículos de máximo tamaño legal que puedan usar la intersección, de tal modo que nos ahorre costos y permita mantener el tránsito fácilmente durante la construcción.

El examen de los volúmenes horarios de proyecto en las ramas de la intersección y la evaluación de las capacidades de circulación ininterrumpidas, revelan que son necesarios 4 carriles inicialmente en la autopista (vía libre).

Se requieren 4 carriles en la ruta existente al sur de la intersección. Dos carriles son adecuadas en el presente para la carretera al norte de la intersección. Sin embargo, es necesario adquirir derecho de vía adicional para con-



TRANSITO MAXIMO HORARIO A.M.
PRONOSTICO DE VOLUMENES POR
HORA (1985).



TRANSITO MAXIMO HORARIO P.M.
PRONOSTICO DE VOLUMENES POR
HORA (1985).

MOVIMIENTOS	VEHICULOS DE PROYECTO
A—B, B—D	WB—40
A—D	WB—50
TODOS LOS DEMAS	CAMION UNIDAD

NOTA: Las cifras anotadas dentro de los parentesis indican el porcentaje de camiones.

DATOS DEL TRANSITO EN ENTRONQUES
FIGURA 5

tinuar la sección dividida en el futuro. Para satisfacer estas conclusiones, la ruta existente al sur y a través del área de la intersección, va a ser convertida en un camino de cuatro carriles dividido, agregándole 7.20 m de pavimento, paralelos al pavimento existente.

ESQUEMAS DE ESTUDIO

Con los datos básicos preparados en la forma usual, varios proyectos dignos de considerarse fueron desarrollados como esquemas lineales. Algunos de estos se muestran en la figura 6. El esquema I es una intersección en diamante con terminales canalizadas a nivel en el camino estatal. El esquema II mantiene un patrón en diamante, excepto por una rampa para acomodar el movimiento predominante de vuelta izquierda DA. El esquema III es un trébol parcial con rampas en los cuadrantes noroeste y suroeste. El esquema IV es un trébol completo. Los esquemas V y VI utilizan rampas semidireccionales para el movimiento predominante de vuelta izquierda. Estos esquemas fueron rápidamente desarrollados, trazando en un papel sobrepuesto a una copia del original a escala.

Los perfiles de los caminos de paso fueron dibujados aproximadamente y se usaron como guía para determinar los perfiles de las rampas. Las pendientes aproximadas de las rampas y las curvas horizontales fueron estimadas para cada esquema, sin anotarlas.

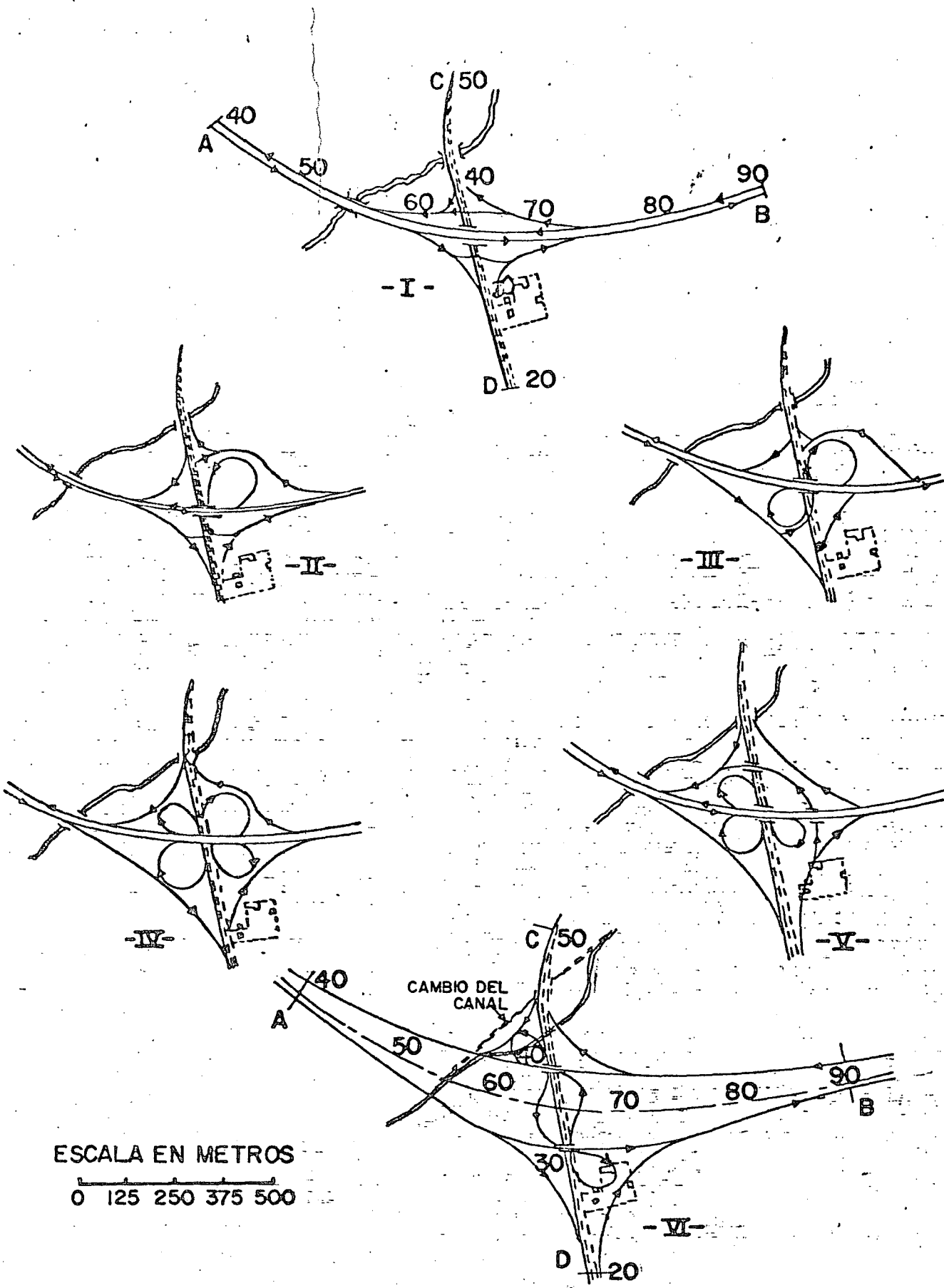
Adaptabilidad. - Todos los esquemas son adaptables a las condiciones del lugar. El esquema VI requiere un cambio del canal y es el que ocupa más área. Los esquemas V y VI requieren la eliminación o el ajuste del área comercial en el cuadrante sureste. Todos los esquemas satisfacen las trayectorias del tránsito, pero como se indica después, hay marcadas diferencias en las características de operación en los movimientos de vuelta.

Posibilidad de realización. - Los esquemas del I al IV son igualmente realizables. Los esquemas V y VI afectan el desarrollo de los negocios existentes, lo cual puede causar oposición. También el evidente mayor costo para estos dos proyectos, puede ser suficiente razón para hacer a uno o ambos no realizables con el presupuesto disponible.

Elementos de proyecto. - Todos los esquemas son desarrollados con las mismas normas generales para el tránsito de paso, pero en la secuencia enumerada, los esquemas son progresivamente más deseables en cuanto a velocidades y control de movimientos de vueltas. Estas diferencias son esencialmente las mismas, como aquellas enumeradas bajo la discusión de características de operación.

Capacidad. - Todos los esquemas pueden acomodar el volumen horario de proyecto dentro de los límites de capacidad del proyecto. En el orden numerado, los esquemas son progresivamente mejores con respecto a la posibilidad de interferencia entre el tránsito de paso y el que da vuelta, con el resultado de mayores velocidades de operación o mayor capacidad para todos los movimientos.

Características de operación. - El esquema I tiene todos los movimientos de vuelta a nivel en el camino estatal, por lo cual se requerirán semáforos. La rampa única del esquema II elimina el movimiento a nivel de vuelta izquierda, pero el



DIAGRAMAS LINEALES DE SOLUCIONES ALTERNAS
 FIGURA 6

conflicto a nivel hacia el Sur de la estructura prevalece. Las dos rampas del esquema III dan como resultado el cruce a nivel de los conflictos menores, únicamente entre movimientos de vueltas izquierdas y el directo. El esquema IV es superior al esquema III ya que en él son eliminadas todas las vueltas a nivel pero existen conflictos de cruce entre las rampas adyacentes. La conexión directa en el esquema V da una mejor facilidad para el movimiento predominante con vuelta izquierda y elimina todos los cruces en los caminos hacia el Norte y hacia el Oeste. Con el esquema IV todos los conflictos de cruce son eliminados en la autopista, pero no en el camino estatal. Aunque la rampa en forma de lazo ocasionará velocidades de operación un poco menor para los movimientos mayores hacia la izquierda, no introduce tanta distancia extra a viajar como en el esquema V.

Mantenimiento del flujo de tránsito durante la construcción. - No hay diferencia significativa entre los esquemas del I al IV. Los esquemas V y VI son un poco menos deseables ya que el tránsito existente deberá de pasar a través o alrededor de 2 estructuras durante su construcción.

Etapas de desarrollo. - Ya que hay compromisos para la construcción de la autopista y la ampliación a 4 carriles del camino existente, las etapas de desarrollo son aplicables únicamente a las rampas, por lo cual, los esquemas del I al IV y el VI son más adaptables que el esquema V.

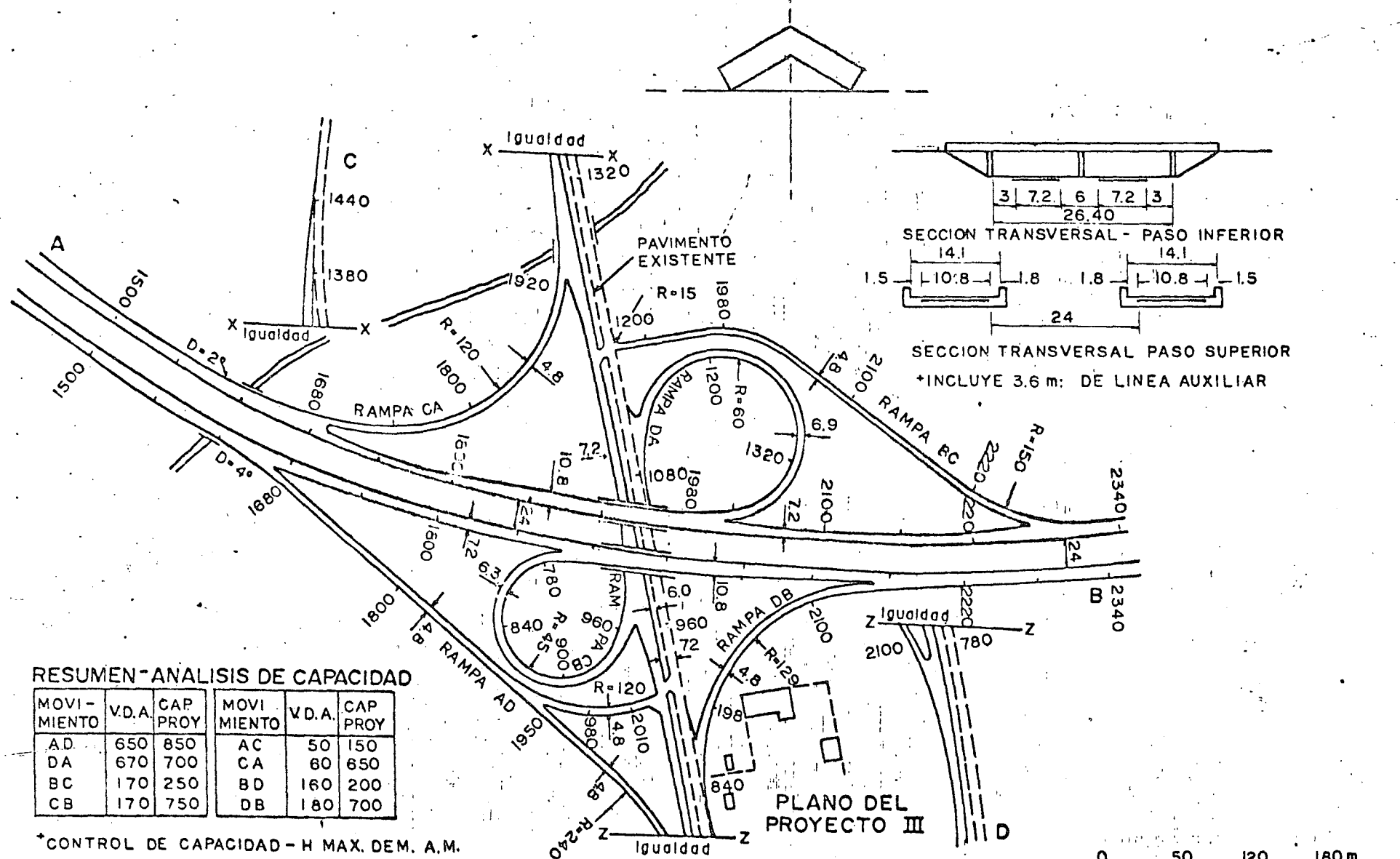
Inversión en el camino y costos de operación. - De una estimación aproximada, es evidente que la adquisición de la propiedad costosa en el cuadrante sureste, las estructuras adicionales, el cambio del canal, y el derecho de vía tan grande, hacen el esquema VI demasiado costoso. Las ventajas de operación del esquema V garantizan un estudio más detallado para determinar si es conveniente pagar el costo extra comparado con los planos de estructuras simples.

Costos de operación del usuario. - El análisis se pospone hasta que se desarrollan planos a escalas mayores sobre los cuales las distancias de recorrido puedan medirse. Es obvio que los esquemas I y II tendrán los costos más altos, debido a las paradas.

Resumen. - En consideración a las diferencias anteriores, se concluye que los esquemas I y II no son adecuados, y que el esquema VI es demasiado costoso. De la misma manera, los esquemas III, IV y V son seleccionados para futuros estudios y desarrollos de planos preliminares.

PLANOS PRELIMINARES

Los planos preliminares de los esquemas III, IV y V se hacen posteriormente, sobreponiendo el papel de dibujo a un mapa base a una escala 1:2000. Únicamente uno de los planos, el correspondiente al esquema III, se muestra en la fig. 7. El camellón central existente, de 24.40 m, se continúa a través del área de la intersección, y se proveen estructuras separadas para cada camino. El pavimento existente del camino inferior se conserva para el tránsito hacia el norte y un pavimento adicional de 7.30 m se provee para el tránsito hacia el sur, colocándolo al oeste para incluir un camellón central de 6.10 m. El ancho de 6.10 m

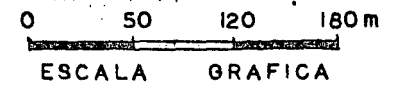


RESUMEN ANALISIS DE CAPACIDAD

MOVI-MIENTO	V.D.A.	CAP. PROY.	MOVI MIENTO	V.D.A.	CAP. PROY.
A.D.	650	850	AC	50	150
DA	670	700	CA	60	650
BC	170	250	BD	160	200
CB	170	750	DB	180	700

* CONTROL DE CAPACIDAD - H MAX. DEM. A.M.
 OTROS - H MAX. DEM. P.M.

PLANO DEL PROYECTO III



**INTERSECCION - PLANO PRELIMINAR
 FIGURA 7.**

es aproximadamente el mínimo para la pila central de la estructura y para permitir protección para los vehículos volteando a la izquierda.

Las relaciones de la velocidad de proyecto de la rampa a la velocidad del proyecto del camino en su mayor parte son inherentes para el caso de rampas para vuelta derecha, pero la velocidad de proyecto en las rampas de trébol se reducen para satisfacer los controles físicos. En la rampa DA se utiliza un radio de aproximadamente 61 m. Es esta rampa la que transporta el movimiento predominante de vuelta. En la otra rampa del trébol, CB carga un volumen relativamente bajo y tiene un radio de 46 m. (velocidad de proyecto de 40 a 50 km/h), para facilitar la conexión exterior AB, la cual acomoda un alto volumen. La curva mínima para cada rampa se le da el tratamiento de transición en cada extremo. En el plano se indican únicamente los radios de control. Los carriles para cambio de velocidad en la autopista son tan largos como se requiere.

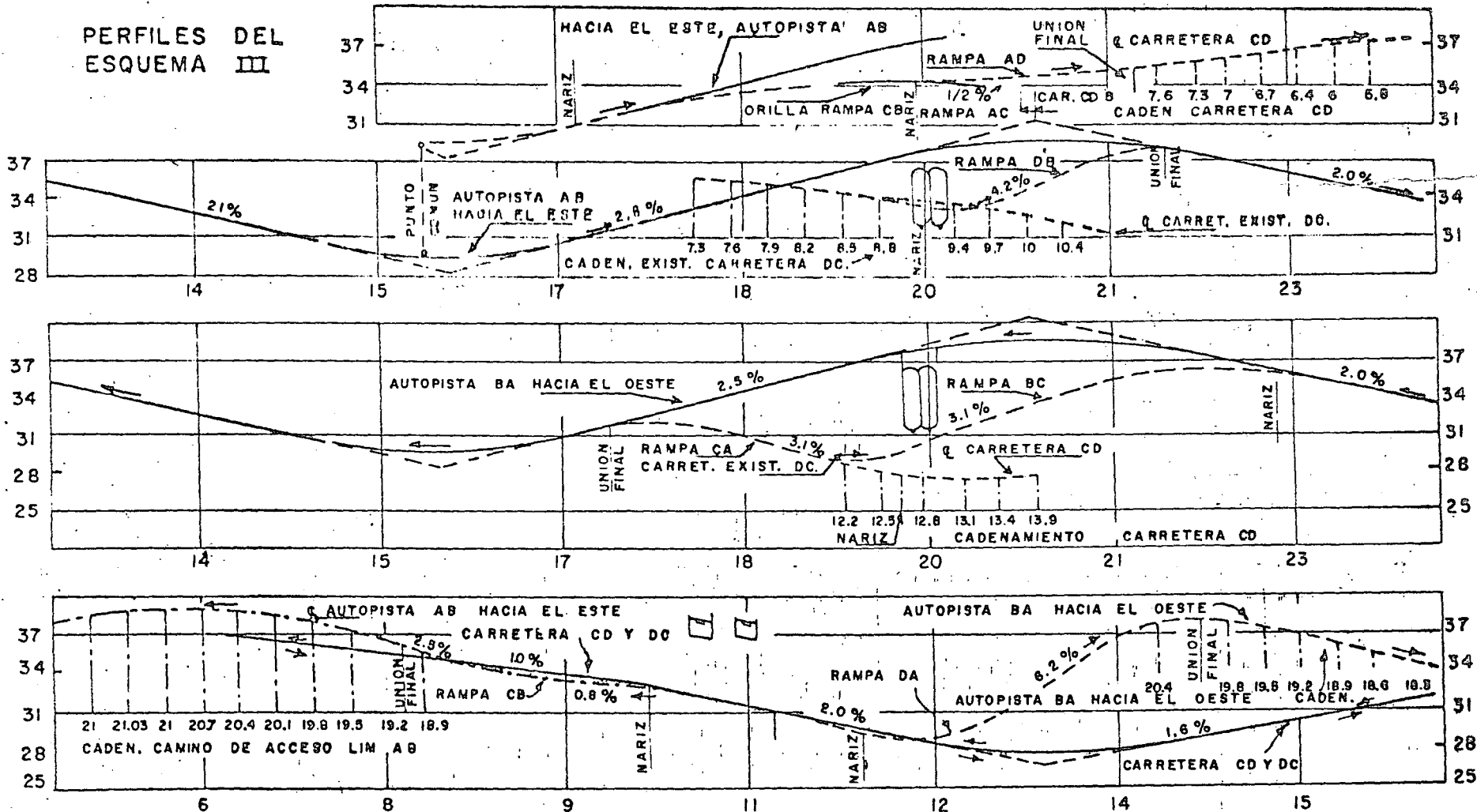
Un análisis de capacidad, cuya relación se muestra en la fig. 7, muestra que los anchos para operación de un carril sencillo son adecuados en todas las rampas. Los volúmenes de tránsito y las longitudes de las rampas son suficientes para justificar un ancho de pavimento (ó pavimento más acotamiento estabilizado), el cual permita rebasar a un vehículo detenido. Para los vehículos de proyecto indicados, se requiere un ancho mínimo de pavimento para rampas de 6.40 m. Cuando se provee un acotamiento estabilizado el ancho del pavimento puede reducirse el ancho del acotamiento. Se puede usar una sección transversal mínima en las rampas con un pavimento de 4.90 m de ancho y un acotamiento estabilizado de 1.80 de ancho hacia el lado derecho. Esto es un poco por encima del ancho mínimo y es adecuado para todas las rampas excepto lazos en donde, debido a la curva pronunciada continua y la necesidad de controlar el drenaje, se usa una guarnición en el lado derecho o lado-bajo, requiriéndose un ancho de pavimento de 6.90 m en la rampa DA y 6.30 m en la rampa CB. Las guarniciones son previstas únicamente en la nariz de la aproximación de los camellones centrales en el camino inferior.

Las secciones de la estructura separadora de niveles se muestra en el lado derecho superior de la fig. 7. Las dimensiones para ella se establecieron a partir de los valores guía. Las dos aberturas inferiores son de 13.40 m de ancho y el paso inferior, de parapeto a parapeto, para cada estructura en la parte media de la estructura es aproximadamente de 14.30 m.

Los perfiles se desarrollaron para los 3 planos seleccionados en una escala horizontal de 1:2000 y vertical de 1:200. Los correspondientes al Esquema III se muestran en la Fig. 8. Los perfiles se desarrollaron simultáneamente con la planta.

En el perfil de la línea central se dibujó para el camino inferior y para cada camino de la autopista superior dividida, tomando la sobre-elevación = OM en curvas de 2 grados y $e_s = 0.02$ en curvas de 1 grado, para evitar una gran discrepancia debido a la diferencia de elevación entre los pavimentos divididos. El perfil de las rampas fué dibujado para el lado cadeneado en la planta. La sobre-elevación fué tomada en cuenta de una manera aproximada como es evidente, por la diferencia de elevaciones en el vértice de la entrada y los extremos de las isletas de salida indicados en los perfiles.

PERFILES DEL ESQUEMA III



ENTRONQUE-PLANO PRELIMINAR DE PERFILES
FIGURA 8.

Los perfiles de los caminos y las rampas se dibujan en yuxtaposición para visualizar mejor su relación. Normalmente varias rampas pueden dibujarse en el perfil de un camino pero para mayor claridad de la Fig.8 el perfil del camino se repite en aquellas ocasiones para separar el perfil de las diferentes rampas y parte de las líneas de la cuadrícula y de las de nivel en la omitida. La estructura separadora de niveles se muestra tanto en los perfiles, superior e inferior, para asegurar los espacios libres adecuados.

Una vez terminados los proyectos preliminares, los costos estimados de operación y de inversión del camino fueron preparados y el costo de operación para el usuario del camino calculado, usando el método AASHO y los valores de costos unitarios. Bajo este método, los costos son comparados con los correspondientes a un plan básico, frecuentemente el camino existente; en la ausencia de un camino existente, uno de los planes alternos o hasta un plan teórico puede usarse como base. En este caso la autopista va a ser construida en un nuevo derecho de vía y se decidió usar el esquema I como plan básico. Únicamente se requieren estimaciones gruesas del costo para este plan, ya que la comparación final de las 3 alternativas consideradas se hace en la base de las diferencias entre cada alternativa y el mismo plan básico, y cualquier inexactitud sería la misma para todas las alternativas.

Usando el Esquema I como condición básica los siguientes costos para inversión de cada una de las alternativas se determinaron:

Esquema I	\$ 665,000.00	(dólares)
Esquema III	715,000.00	"
Esquema IV	742,000.00	"
Esquema V	1' 120,000.00	"

Estos valores se convierten a costos anuales para el período hasta 1985 determinando el factor de recuperación del capital para los varios componentes del costo. Se añade el costo estimado anual de conservación y el costo de operación, para obtener el costo total anual del camino, mostrado en la 2a. columna de la siguiente tabla. Por medio de longitudes del camino a escala, volúmenes representativos estimados y costo aprobado por vehículo-kilómetro nos conduce a la suma del costo de operación del usuario, que se muestra en la 3a. columna de la misma Tabla.

Análisis de Beneficio al Usuario

DIAGRAMA	COSTO ANUAL(DLS). DIFERENCIA DE COSTO				RELACION DE BENEFICIO
	Camino	Usuario	Camino	Usuario	
Condición Básica					
I	33,500	760,000	----	----	----
III	35,300	740,000	1,800	20,000	11.1
IV	36,800	738,000	3,300	22,000	6.7
V	52,300	686,000	18,000	74,000	3.9

La relación de beneficio es el cociente de la diferencia del costo anual de operación del usuario y la diferencia del costo del camino.

Los 3 planes de los esquemas III, IV y V son comparados posteriormente en la base del orden relativo para las diferentes consideraciones, con calificación A para la máxima y calificación C para la mínima, tal como se muestra en la Tabla del resumen siguiente. Las consideraciones no son de igual valor o peso, pero para cualquiera de ellas el grado de diferencia entre los distintos planes alternos no es evidente. De la tabulación, particularmente sin dar el peso adecuado a cada uno de los elementos considerados, no puede ser usada exclusivamente para seleccionar el plan y ser construido, pero es útil para establecer relaciones correctas entre alternativas; por ejemplo, la tabulación muestra que el Esquema V es superior en elementos de diseño, mientras que para los Esquemas III y IV existe poca diferencia en este aspecto.

Comparación de Proyectos Alternos

CONCEPTO	Diagrama III	Diagrama IV	Diagrama V
Adaptabilidad al lugar	A	B	C
Adaptabilidad al tipo de caminos y patrón del tránsito	B C	B C	A
Características de Proyecto (Alineamiento, perfil, movimientos directos, etc.)	B C	B C	A
Factibilidad	A B	A B	C
Capacidad	C	B	A
Características operacionales (seguridad, velocidad de operación, simplicidad, etc.)	B C	B C	A
Costos de mejoramiento y operacionales	A	B	C
Relación Beneficio-Costo	A	B	C
Conservación del tránsito durante la obra	No hay diferencia notable		
Desarrollo por etapas	B	A	C

En la selección del plan final son también significativas las consideraciones económicas y la política de proyecto de cada Estado, el efecto en el valor de las propiedades y uso de la tierra y los fondos disponibles. El análisis de los 3 planes, considerando todos estos aspectos, conduce a la conclusión de adaptar el plan III, figuras 7 y 8 y preparar los planes de construcción detallados, las especificaciones y estimaciones de obra.

2). - Determinación del tipo adecuado de intersección a desnivel en Vías de acceso controlado.

I N D I C E

A. - INTRODUCCION

B. - ENFOQUE EN BASE A LA INGENIERIA DE SISTEMAS

I) Definición del problema.

- 1) Objetivo
- 2) Datos (entradas)
- 3) Resultados (salidas)
- 4) Restricciones
- 5) Valor funcional
- 6) Criterio de decisión

II Generación de la solución.

- 1) Adaptabilidad general a un tipo de Intersección (Subsistema)
- 2) Generación de alternativas de solución

III Análisis de alternativas

- 1) Determinación de variables de entrada y salida en las alternativas propuestas
- 2) Obtención de magnitudes de variables de salida.

IV Evaluación y optimización.

- 1) Asignación de unidades a cada variable de salida
- 2) Evaluación de salidas para cada alternativa
- 3) Criterio de decisión
- 4) Determinación numérica del índice único para cada alternativa.
- 5) Elección de la mejor alternativa

V Proceso final.

- 1) Proyecto final
- 2) Construcción
- 3) Operación

VI) Medidas durante el proceso de selección y proyecto

C. - CONCLUSIONES .

DETERMINACION DEL TIPO ADECUADO DE INTERSECCION A
DESNIVEL, EN AUTOPISTAS.

A. - INTRODUCCION

Por Jack E. Leisch.

La selección de la forma apropiada de una intersección a desnivel, para una serie de condiciones dadas, ha sido materia de estudio considerable.

En este folleto se presenta un procedimiento recomendable para cumplir con las tareas básicas de selección.

Una autopista está compuesta de varios elementos que consisten en tramos de autopista entre intersecciones a desnivel o nodos; sistemas de intersecciones a desnivel que proporcionan la posibilidad de realizar sistemas de nodos y servicio entre la autopista y el sistema de calles (a lo largo de los tramos de la autopista).

La eficiencia del sistema depende en mucho de la habilidad de las intersecciones y sus enlaces para alojar y distribuir el tránsito y de operar conjuntamente con los tramos de la autopista. El proyecto de la intersección a desnivel más deseable, implica un sistema equilibrado y armonioso de la operación vial.

B. - APLICACIÓN DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS.

Usando los principios de la Ingeniería de Sistemas, se detalla a continuación el procedimiento general para determinar la mejor alternativa de proyecto:

I DEFINICION DEL PROBLEMA

1) Objetivo

- a. - Determinar la forma óptima de la intersección en cada caso, dentro de un sistema de autopistas

2) Datos (entradas)

- a. - Clasificación de los caminos que cruzan a la autopista.
- b. - Factores ambientales
- c. - Características del tránsito
- d. - Normas y procedimientos para proyecto

3) Resultados (salidas)

- a. - Costos
- b. - Características de seguridad
- c. - Comodidad y conveniencia
- d. - Capacidad y velocidad
- e. - Efectos en la comunidad

4) Restricciones

- a. - Políticas, administrativas y presupuestales
- b. - Consideraciones ecológicas y alteraciones en la comunidad
- c. - Limitaciones del Derecho de Vía
- d. - Normas y procedimientos existentes con anterioridad

5) Valor Funcional

- a. - Medida de la adaptabilidad a través de valores unitarios subjetivos

6) Criterio de Decisión

- a. - Valor máximo del índice para determinar la alternativa óptima

II GENERACION DE LA SOLUCIÓN

1) Adaptabilidad general a un tipo de intersección (subsistema)

- a. - Identificación del sistema - Ubicación de la zona rural suburbana y urbana.
- b. - Determinación de las formas geométricas básicas de intersecciones.

- c. - Determinación de la configuración de cada forma básica
- d. - Comparación de intersecciones (Comparación de varios esquemas) en base a la capacidad y factores operacionales.
- e. - Selección de alternativas de intersecciones para cada sistema-ubicación de la zona.

2) Generación de Alternativas de Solución

- a. - Exploración de las alternativas a través de un estudio de los esquemas lineales.
- b. - Selección de esquemas idóneos (obviamente, eliminando los menos funcionales)
- c. - Elaboración de planos preliminares

III ANALISIS DE ALTERNATIVAS

- 1) Determinación de variables de entrada y salida en las alternativas propuestas.
 - a. - Características geométricas y físicas
 - b. - Características operacionales
 - c. - Costos
 - d. - Consideraciones socioeconómicas y ambientales
 - e. - Características de realización de la obra
- 2) Obtención de magnitudes de variables de salida

IV EVALUACION Y OPTIMIZACION

- 1) Asignación de unidades a cada variable de salida
- 2) Evaluación de salidas para cada alternativa
- 3) Criterio de decisión
- 4) El valor de un índice único para cada alternativa
- 5) Elección de la mejor alternativa

- 1) Proyecto
- 2) Construcción
- 3) Operación

VI MEDIDAS DURANTE EL PROCESO DE SELECCION Y PROYECTO

- 1) Evaluación del proceso a través del control, en la recopilación de datos y evaluando subjetivamente los resultados previamente analizados.
- 2) Haciendo uso de la información anterior para refinar y mejorar los procedimientos para selección de intersecciones y los criterios de proyecto.

I DEFINICION DEL PROBLEMA

El objetivo es el de proporcionar un procedimiento para determinar la intersección más apropiada para un conjunto de condiciones dadas, con respecto a la capacidad, facilidad de operación, nivel de servicio, flexibilidad de operación y la coordinación adecuada de la autopista y el sistema de calles. Un objetivo adicional es el de obtener todo lo anterior con un costo mínimo y al mismo tiempo minimizar los costos de operación, logrando a la vez un proyecto que cause trastornos mínimos, motivados por los cambios introducidos en la comunidad.

Los datos (entradas) son de importancia fundamental en la definición del problema y para el establecimiento de bases bajo las cuales la solución estará contemplada.

Comparada con una intersección de caminos, la intersección de autopistas se utiliza como un servicio principal, proporcionando un sentido de continuidad.

Por consecuencia es el tipo y naturaleza de las vías que se intersectan, las que determinan la forma de la intersección a desnivel que será proporcionada.

De similar importancia en términos del desarrollo de la zona, están las condiciones ambientales - urbanas, suburbanas, rurales o residenciales, comercia -

ies e industriales. Las características del tránsito relacionadas con los volúmenes, peatones y velocidades son necesariamente datos (entradas) para la determinación de la configuración de las intersecciones a desnivel. Las políticas de planeación y normas de proyecto representan también un papel vital en la selección de los esquemas.

Los resultados (salidas) generados por el proyecto de una intersección a desnivel son evaluados por buscar la solución. Las variables de salida más importantes, asociadas con el problema son aquellas relacionadas con la medición de : costos de capital, incluyendo costos de terrenos y de construcción; costos de operación atribuidos a la operación de vehículos pérdidas de tiempo y accidentes; confort y conveniencia, los que incluyen aspectos tales como velocidad, demora, uniformidad operacional, nivel de servicio y capacidad; así como características de seguridad.

Los efectos en la comunidad tomada como una variable de salida son difíciles de medir, pero puede ser un factor significativo en algunos problemas.

Las restricciones en la elección de la mejor intersección a desnivel para un conjunto de condiciones dadas son aquellas fuerzas que limitan el alcance de una solución factible. Las restricciones pueden ser muy variadas. Algunas veces el control más riguroso tiene que ver con aspectos políticos, ecológicos, administrativos o de presupuesto; las consideraciones de programación y financiamiento frecuentemente establecen las etapas para la solución. Las actitudes para expropiaciones y alteraciones públicas en ciertos lugares y jurisdicción pueden ser altamente restringidas. Una restricción adicional puede ser las normas existentes de planeación y proyecto, las cuales pueden no estar suficientemente al día y no pueden ser cambiadas para producir una solución más deseable.

El valor funcional es el dispositivo que puede ser usado para transformar una variable de salida en un sistema objetivo. Los resultados (salidas) ligados a los costos del capital y a los de operación de intersecciones a desnivel, pueden ser expresados en términos monetarios, representados por una función de costo anual. Sin embargo, una gran cantidad de variables de salida (tales como confort y conveniencia, niveles de servicio y capacidad, características de seguridad, efectos en la comunidad, etc.) no pueden ser designados satisfactoriamente en términos monetarios y por lo tanto deberán ser expresados en unidades subjetivas.

El criterio de decisión en el caso de selección de intersecciones a desnivel ha sido reducido a una escala común. Al hacer las medidas individuales de los valores asociados con cada objetivo, incluyendo aquellos que son valuados en términos monetarios, deberán ser analizados y basados en una escala común para llegar a obtener un índice numérico para cada alternativa de intersección a desnivel.

II GENERACION DE LA SOLUCION

1) Adaptabilidad a formas de tipo de intersecciones . En la fase del proceso de planeación se elaboran diferentes esquemas alternos de solución, de acuerdo con los objetivos indicados anteriormente:

a) Identificación del Sistema - Ubicación del tipo de zona para la intersección a desnivel: Antes de que sea generado un conjunto de soluciones es necesario idear un sistema de identificación de condiciones básicas para planear intersecciones a nivel en términos generales. Un estudio de sistema de autopista revela una distinción notable entre el sistema de intersecciones a desnivel, que se encuentra localizados en los nodos de una red de autopistas, que permiten transferir a los vehículos de una autopista a otra y las intersecciones a desnivel-

nes a desnivel del sistema) que permiten la entrada y salida del sistema de calles. Este es el primero y más importante de los pasos para la identificación general con respecto al funcionamiento de la intersección a desnivel y su relación con el sistema constituido por el tipo de zona en que se encuentra alojada la autopista.

La investigación del problema revela también las características de la vía que cruza y el tipo de zona que pueden ser utilizados en apoyo a la jerarquización de las intersecciones, de acuerdo con el tipo y clase de la vía intersectada por la autopista y con la zona en la que se encuentra ubicada la intersección a desnivel: urbana, suburbana o rural. Sobre esta base la identificación general de las condiciones del medio ambiente compuesto para la planeación de las intersecciones puede ser expresada como se muestra en la Tabla 1.

Esto da por resultado la identificación de seis sistemas del tipo de zona, lo que forma el primer paso en el procedimiento de selección de intersecciones a desnivel, como se indica a continuación:

1. - Autopista - Carretera secundaria (local)
2. - Autopista - Carretera principal (troncal)
3. - Autopista - Autopista (Condiciones rurales)
4. - Autopista - Vía secundaria (zona urbana)
5. - Autopista - Vía principal (zona urbana)
6. - Autopista - Autopista (zona urbana)

b) Determinación de las formas geométricas básicas para intersecciones a desnivel. - Un paso relacionado con la identificación general del tipo de zona en la que se encuentra ubicada la intersección, es la determinación de las formas geométricas básicas y la identificación de cada una de ellas por un nombre

AASHO y en la literatura (1), (2) y (3) sobre proyecto geométrico

Las formas básicas indicadas en la Figura 1 son : Intersecciones a desnivel en diamante, trébol parcial, trébol direccional y direccional total. Otras formas tales como las de 3 y 4 ramas, o de trazado irregular o raro, las combinaciones y adaptaciones especiales no están ilustradas. Algunas variaciones dentro de cada grupo básico han sido desarrolladas y están ilustradas en la Figura 1. La investigación sobre la operación y adaptabilidad en el campo, así como el estudio y evaluación en la oficina, de varias intersecciones a desnivel, han fijado una base general para la identificación y clasificación de su funcionamiento y capacidad.

c) Agrupación y clasificación de las intersecciones a desnivel con respecto a las características operacionales - Existen aproximadamente doscientas variantes de intersecciones a desnivel, la mayoría de las cuales son del tipo direccional y direccional total. La gran mayoría de estas intersecciones, bajo circunstancias normales, pueden ser eliminadas debido a ciertas desventajas cuando son comparadas con las demás intersecciones.

Para realizar este análisis selectivo general, es necesario primero clasificar las variaciones, dentro de cada forma básica identificada anteriormente, sobre alguna base sistemática.

Esto puede realizarse desde el punto de vista geométrico, usando diferentes elementos componentes tales como : rampas de enlace direccional; semidireccional ó combinaciones; disposiciones simétricas y asimétricas; 2-niveles, 3-niveles y 4-niveles; rampas izquierdas; proyecto de salidas dobles, y sencillas así como combinaciones; sin entrecruzamiento y con entrecruzamiento; arreglos de flujo continuo y con terminales de rampa a nivel.

Este tipo de clasificación ha sido realizado pero no está incluido en esta disertación.

PLANEACION

TABLA I

Identificación del Sistema Tipo de Zona, para la Planeación de Intersecciones a desnivel.

		T I P O D E Z O N A		
		RURAL	Suburbana	
TIPO DE CAMINO QUE INTERSECTA CON LA AUTOPISTA	↘	Carretera Secundaria	Via Secundaria	↔ INTERSECCIONES DE SERVICIO
	↘	Carretera Principal	Via Principal	↔ INTERSECCIONES DE SERVICIO
	↘	AUTOPISTA	AUTOPISTA	↔ INTERSECCIONES DE SISTEMA

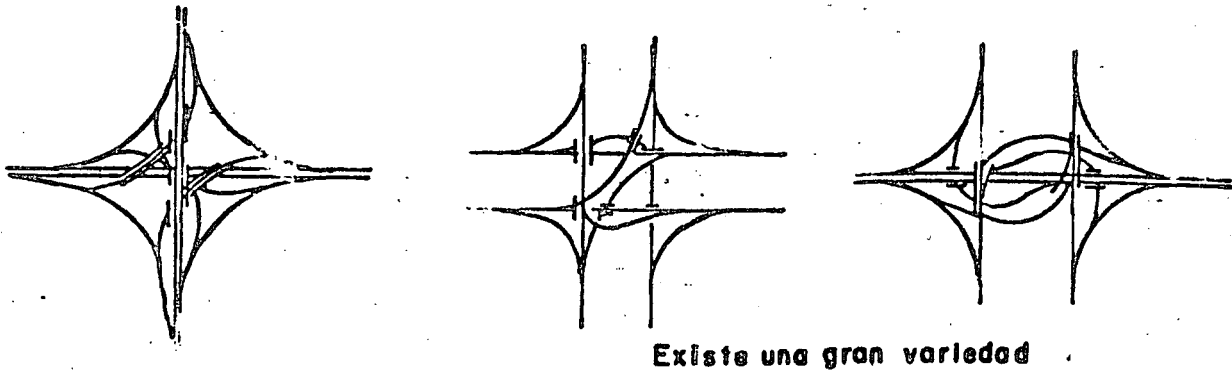
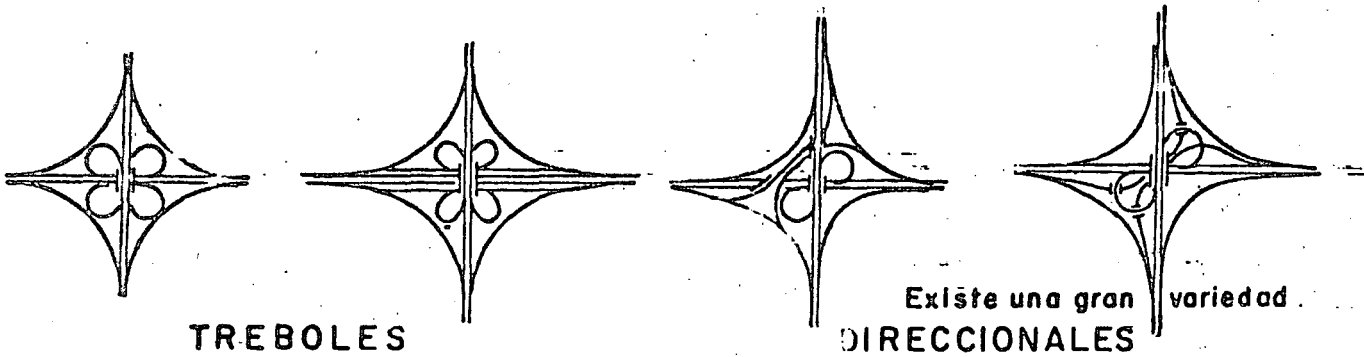
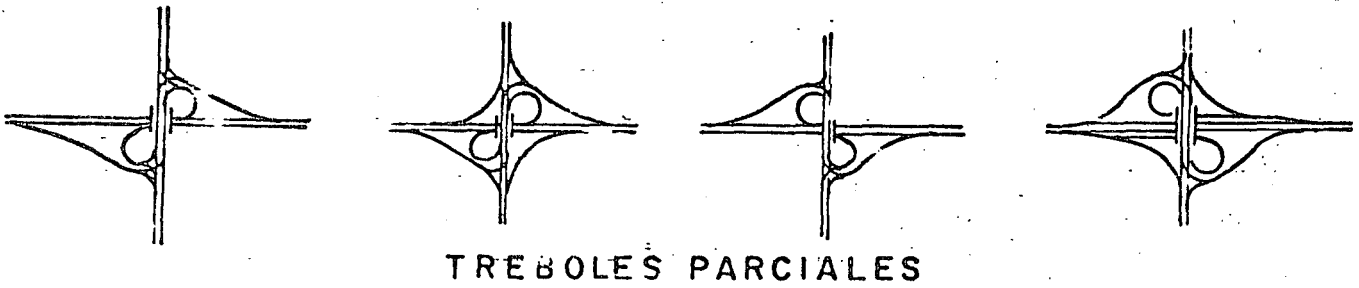
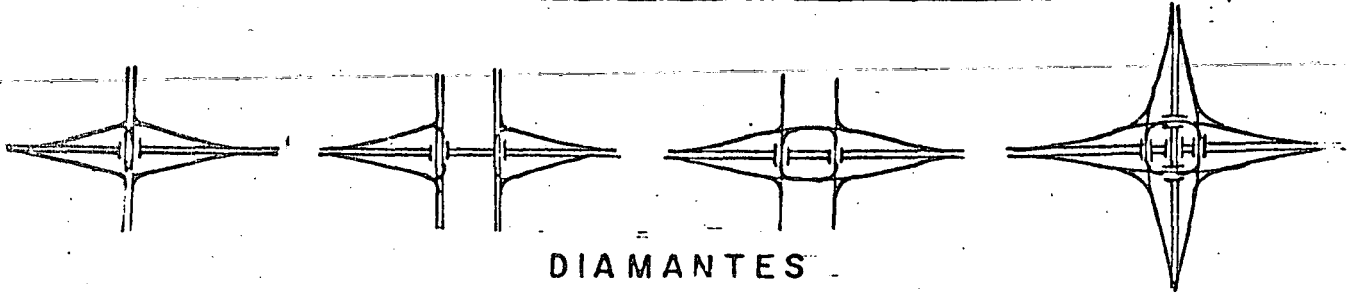


Figura I.- Diferentes tipos de Intersecciones a desnivel para cada forma geométrica básica.

ción.

La falla de intersecciones a desnivel por factores geométricos es interesante sin embargo, esto no admite la compración y evaluación de alternativas apropiadas, las cuales deberán realizarse desde el punto de vista de las características operacionales. Algunas de las características geométricas tienen un efecto significativo sobre las operaciones; mientras que otras tienen un efecto reducido. Los aspectos más importantes relacionadas con la calidad de las salidas operacionales son : velocidad y demora; confort, conveniencia y seguridad; claridad de las trayectorias que serán seguidas; uniformidad de operación en salidas sucesivas de intersecciones a nivel y nivel de servicio o capacidad.

d) Selección de Alternativas de Intersecciones a Desnivel para cada Sistema

Ubicación de la zona : El análisis completo de las características y la identificación y clasificación para establecer el mejor conjunto de intersecciones a desnivel han sido realizadas siguiendo los mismos sistemas de ingeniería, mencionados en la parte introductoria de este artículo. Las conclusiones deducidas de este análisis son un paso significativo en selección de una intersección a desnivel. Esto puede ser expresado como un lineamiento de planificación, la cual se encarga de la simplicidad y la uniformidad de operación en los sistemas de autopistas, enfatizando en la seguridad e incorporando en el proyecto de intersecciones a desnivel los siguientes lineamientos: Salidas sencillas de las intersecciones en cada dirección de la autopista; totalidad de rampas derechas; sin entrecruzamiento en /o calzadas contiguas a la autopista (los entrecruzamientos pueden ser alojados en calzadas colectoras-distribuidoras adyacentes).

Abundando los lineamientos anteriores, diremos que el número de formas adaptables a las intersecciones (diferentes a las formas de 3-ramas y 5-ramas y trazados

especiales) son solamente alrededor de 25.

De este grupo aproximadamente 15 variedades son aplicables a intersecciones a desnivel de sistemas y una cantidad similar, por intersecciones a desnivel de servicio (De cuatro a cinco de las formas direccionales son aplicables tanto para las intersecciones de sistema como para las de servicio).

Usando estos lineamientos y conociendo las características operacionales y la capacidad potencial de estas intersecciones a desnivel, las formas alternativas pueden ser seleccionadas para los seis sistemas de ubicación de la zona, identificadas previamente. Las alternativas están resumidas en la Figura 2*.

2) Generación de Alternativa de Solución : La elaboración de alternativas de solución deberá satisfacer los objetivos esbozados y no violar las restricciones impuestas. Procediendo dentro del marco establecido, las alternativas de solución serían desarrolladas como se indica a continuación :

- a.- Identificación del sistema - ubicación de la zona
- b.- Aplicación de lineamientos de planificación (en caso que no existan)
- c. Generando un conjunto de esquemas para el sistema - ubicación de la zona.
Estas son todas las adaptaciones posibles descritas bajo el encabezado previo.
- d. - Exploración de estos esquemas utilizando una técnica de estudio, de línea sencilla para determinar los mejores esquemas y reducir el campo de elección.

(*) En el análisis de intersecciones a desnivel para aquellos organismos que no acepten esto como una política general o como una base para un problema específico de intersecciones a desnivel, el proceso de selección se torna mucho más difícil y complicado. Clases adicionales a las de intersecciones a desnivel tales como aquellas que tienen características de: (a) dos salidas, (b) rampas del lado izquierdo y (c) entrecruzamiento, que podría estar incluidas. La mejor intersección a desnivel para cada clase, podría entonces ser comparada con cada una de ellas y seleccionar finalmente una. En este caso la selección final obviamente sería mucho más laboriosa y no tan positiva como en el caso de usar la política de planeación recomendada con una categoría única.

ALTERNATIVAS OBTENIDAS

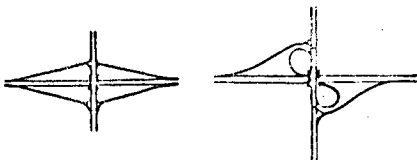
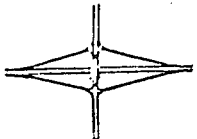
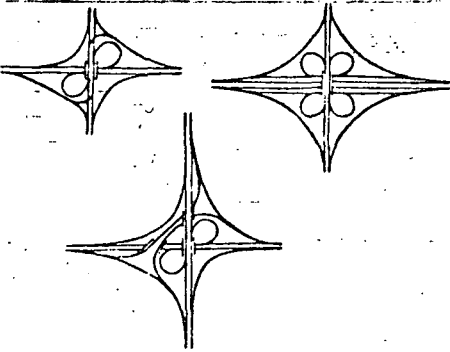
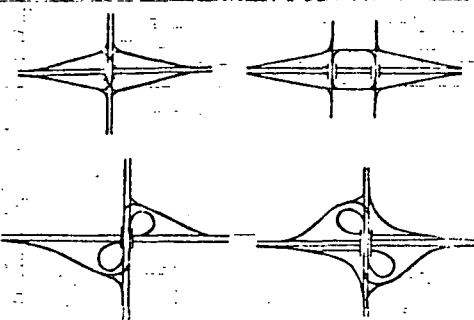
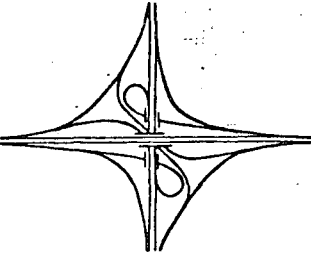
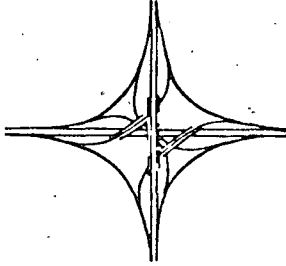
TIPO DE VIAS QUE SE INTERSECTAN	RURAL SUBURBANO	URBANO
CAMINO LOCAL O VIA SECUNDARIA		
CARRETERA TRONCAL O VIA PRINCIPAL		
	TAMBIEN DIAMANTE DE 3 NIVELES	
AUTO PISTA		
	8 VARIEDADES MAS DE ESTA- FORMA (DIRECCIONAL) GENERAL.	6 VARIEDADES MAS DE ESTA- FORMA (DIRECCIONAL TOTAL) GENERAL.

Figura 2.- Adaptabilidad de Intersecciones a desnivel de Autopistas con — diferentes tipo de carreteras o vias.

e. - Elaboración de planos preliminares con mayor detalle (funcional)

III ANALISIS DE LA SOLUCION

Los planos funcionales de las diferentes alternativas elegidas para un estudio adicional, son analizados a través de la determinación y cuantificación de las variables de salida y de entrada (Datos y Resultados).

Las características geométricas y físicas de las alternativas son examinadas y comparadas en principio con respecto a : curvatura, pendientes, distancias de visibilidad, características de la sección transversal, separación de niveles, elevación o depresión, área del derecho de vía, etc. Las características geométricas son usadas ampliamente para medir la calidad operacional y otras salidas enlistadas más adelante; normalmente no son usadas por sí mismas en el análisis.

Las variables de salida para alternativas de intersecciones a desnivel pueden ser agrupadas en cuatro clasificaciones:

a) Características Operacionales: Velocidades, distancias de recorrido, ascenso y descenso y, si es apropiado, características de las demoras; confort y conveniencia; uniformidad operacional (comprensión y claridad de las trayectorias seguidas); capacidad y flexibilidad operacional; aspectos sobre seguridad; compatibilidad con la circulación antes y después de las intersecciones a desnivel.

b) Costos: Costos del capital; costos de operación

c) Características del Proceso Final: Adaptabilidad a la secuencia de construcción y a la construcción por etapas. Conservación del tránsito durante la construcción.

d) Consideraciones Socio-económicas y Ambientales: Area del terreno ocupado; alteraciones del tránsito - ruidos, humos, efectos sobre la operación del sistema de calles; cualidades estéticas; barreras al vecindario o efectos de intrusión, impacto en el desarrollo, o sea, efecto en el valor del terreno, efecto en el crecimiento de desarrollo, desplazamiento de la población.

Las magnitudes pertinentes de las variables de salida en este punto, son estimadas en cualesquier unidades de medida - kilómetros por hora, minutos, metros, pesos, etc. Estas son tabuladas para cada esquema de tal modo que la comparación pueda ser realizada. Con respecto a las características del proceso final y a las consideraciones ambientales, y socio-económicas así como en algunos aspectos de características operacionales; la cuantificación directa para la mayor parte no pueden ser realizadas. De ahí que deberá aplicarse el criterio subjetivo de que, en esta etapa, puede estar sobre una base comparativa de A, B o C - bueno, regular o pobre.

IV) EVALUACION Y OPTIMIZACION

Los criterios de decisión en este caso deben basarse en unidades de valor relativo. Una escala de cuantificación por intervalos es propuesta; en la que cada variable de salida o concepto comparado puede ser relacionado. Por consiguiente, la suma de todas las variables calculadas para cada alternativa de solución producirá un valor índice para cada alternativa. El índice de mayor valor entre las alternativas de solución indicaría la mejor de éstas. Pueden ser ideados diferentes tipos de escalas y formas de manejo individual de los valores que producirán un índice único. El que se sugiere en el presente trabajo consiste en aplicar valores de juicio relativo a cada una de las variables de salida. Esto se hace en primer lugar separando cada una de las cuatro catego-

Cualidades antiestéticas - - - - -	5	
Efectos de barrera - - - - -	5	30
Impacto sobre el desarrollo - - - - -	15	

Cada uno de éstos valores de salida pueden ser calculados para cada alternativa de solución. Esto puede realizarse en diferentes formas sobre la base de un criterio de diferentes incrementos. Una forma que se sugiere para calcular los diferentes conceptos comparados de las variables de salida es sobre una base de 10. Por ejemplo, la alternativa de solución superior o esquema, con respecto a los conceptos comparados, recibiría un valor de 10. Los esquemas menos deseables, con respecto a los mismos elementos de comparación recibirán un valor más bajo tales como 9, 8, 5 etc. Esquemas con diferencias pequeñas con respecto a otro concepto recibirían 10 puntos. El valor asignado a los conceptos comparados para cada alternativa son multiplicados por la escala o por el valor base para cada concepto de comparación. La suma de los valores individuales ponderados produce un valor índice para cada esquema. El valor máximo de índice indica cual es la "mejor" solución. Un ejemplo de este procedimiento esta ilustrado para varias alternativas de solución en la tabla 2.

Debe reconocerse que la escala de valores (cuya suma es 100) para las variables de salida puede ser diferente para problemas diferentes. Por ejemplo, las cualidades antiestéticas se le dió un valor de 5 en el ejemplo pero puede tener un valor de 10 o 15 cuando la intersección a desnivel está ubicada en la cercanía de un parque ó cuando la intersección esta situada en una zona donde existen volúmenes de tránsito muy altos y no pueden ser dirigidos a otro lugar, los valores de la escala para conservación del tránsito muy altos y no

EVALUACION

COMPARACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

TABLA No. 2. - Ejemplo ilustrativo

CONCEPTOS COMPARADOS (Variables de salida) (1)	Escala de Valores (2)	Rango relativo y valores unitarios					
		Esquemas de Alternativas de solución					
		I		II		III	
		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<u>Características operacionales</u>							
Velocidades de operación	5	10	50	8	40	6	30
Distancias de recorrido	5	10	50	9	45	7	35
Aspectos de seguridad Comprensión y anticipación.	5	10	50	10	50	7	35
Aspectos de seguridad - otros	5	8	40	10	50	7	35
Capacidad	10	10	100	8	80	6	60
<u>Costos.</u>							
Costos de capacidad	15	6	90	9	135	10	150
Costos de operación	10	10	100	10	100	10	100
<u>Proceso final</u>							
Adaptación de la construcción	10	6	60	10	100	8	80
Conservación del tránsito	5	8	40	10	50	10	50
<u>Consideraciones Ambientales</u>							
Alteraciones al tránsito	5	6	30	10	50	10	50
Cualidades antiestéticas	5	6	30	9	45	8	40
Efectos de barrera	5	5	25	10	50	7	35
Impacto en el desarrollo	15	5	75	9	135	10	150
TOTAL (Valor índice)			740		930		850

NOTA. - La primera columna para cada esquema, (3) (5) y (7), es el rango relativo asignado al concepto; la segunda columna para cada esquema (4), (6) y (8), es el valor unitario (ponderado); la columna (2) es el número de veces que deben incrementarse las columnas (3), (5) y (7).

pueden ser dirigidos a otro lugar, los valores de la escala para conservación del tránsito pueden ser 10 o más (mayores que 5) de tal manera que refleje la importancia de este concepto.

A menos que el valor índice del mejor esquema sea decididamente más alto, las mismas consideraciones pueden aplicarse en una segunda evaluación a los mejores esquemas, haciendo una comparación más rigurosa de los conceptos mostrando las diferencias y hasta se introducirán nuevos conceptos posiblemente, los cuales nos se habían tomado en cuenta hasta la segunda evaluación, revisando estrictamente las alternativas para obtener una selección final y su correspondiente proceso final. El esquema seleccionado deberá estar de acuerdo con las condiciones administrativas y políticas.

V) PROCESO FINAL Y CUANTIFICACION DEL AVANCE

El proceso final - (que comprende el proyecto definitivo, construcción y la operación vial) no constituye una parte de la discusión pormenorizada en este trabajo, sin embargo constituye un aspecto significativo del proceso total. Además, las experiencias al avanzar las mediciones operacionales y su retroalimentación, es un paso final esencial por medio del cual podrán perfeccionarse y en consecuencia el criterio de proyecto, características geométricas, cualidades operacionales, así como los refinamientos en el procedimiento de selección de intersecciones a desnivel.

C) -CONCLUSIONES

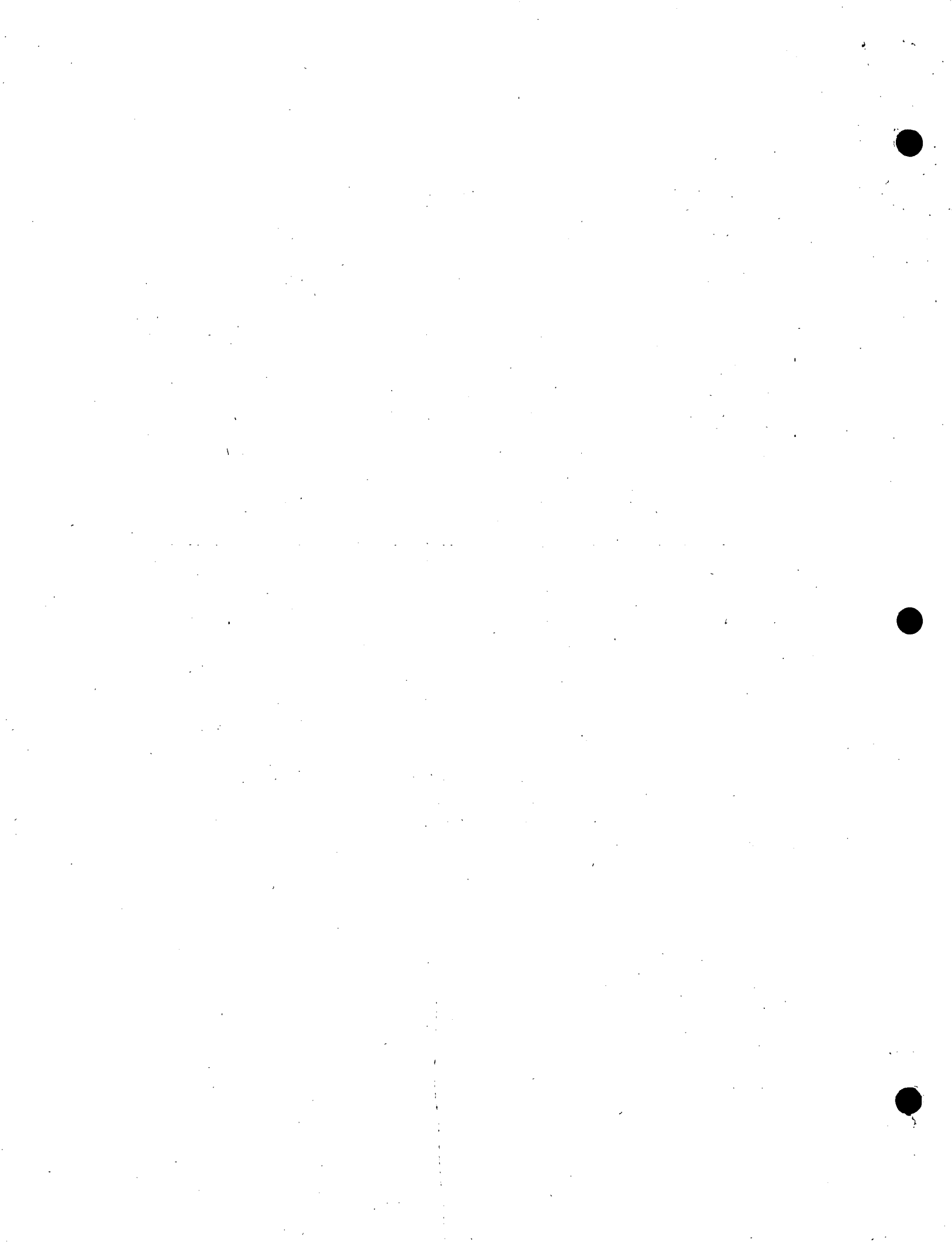
La secuela mencionada con anterioridad puede ser aplicada directamente. Es evidente que los elementos de juicio de cuantificación dentro del proceso siempre jugarán un papel importante en la selección del plan. Sin embargo, no se incluye en este escrito la descripción del procedimiento para la determinación del tipo de intersección a desnivel para un conjunto de condiciones espe-

cificas que pueden estar en forma de un diagrama de flujo.

Estableciendo una política con relación a las características de proyecto definida como de "salida única a la derecha", a lo largo de la autopista (de igual forma que existe una política de las características de una autopista con relación al "control de acceso"), obviamente permite una gran simplificación en el procedimiento de selección de intersecciones a desnivel. Por lo tanto, la aplicación de tales consideraciones a los proyectos nuevos y su aplicación a la reconstrucción de intersecciones existentes a desnivel (sobre una base gradual cuando sea requerida), podría permitir eventualmente un sistema uniforme de operación y señalamiento y una mejora significativa en la seguridad.....

Referencias :

1. - A Policy on Geometric Design of Rural Highways, AASHO, 1965.
2. - Geometric Design Standars for Canadian Roads and Streets, CGRA.
3. - Adaptability of Interchanges to Interstate Highways, ASCE Transactions, Vol. 124 p.p. 588-613.





centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

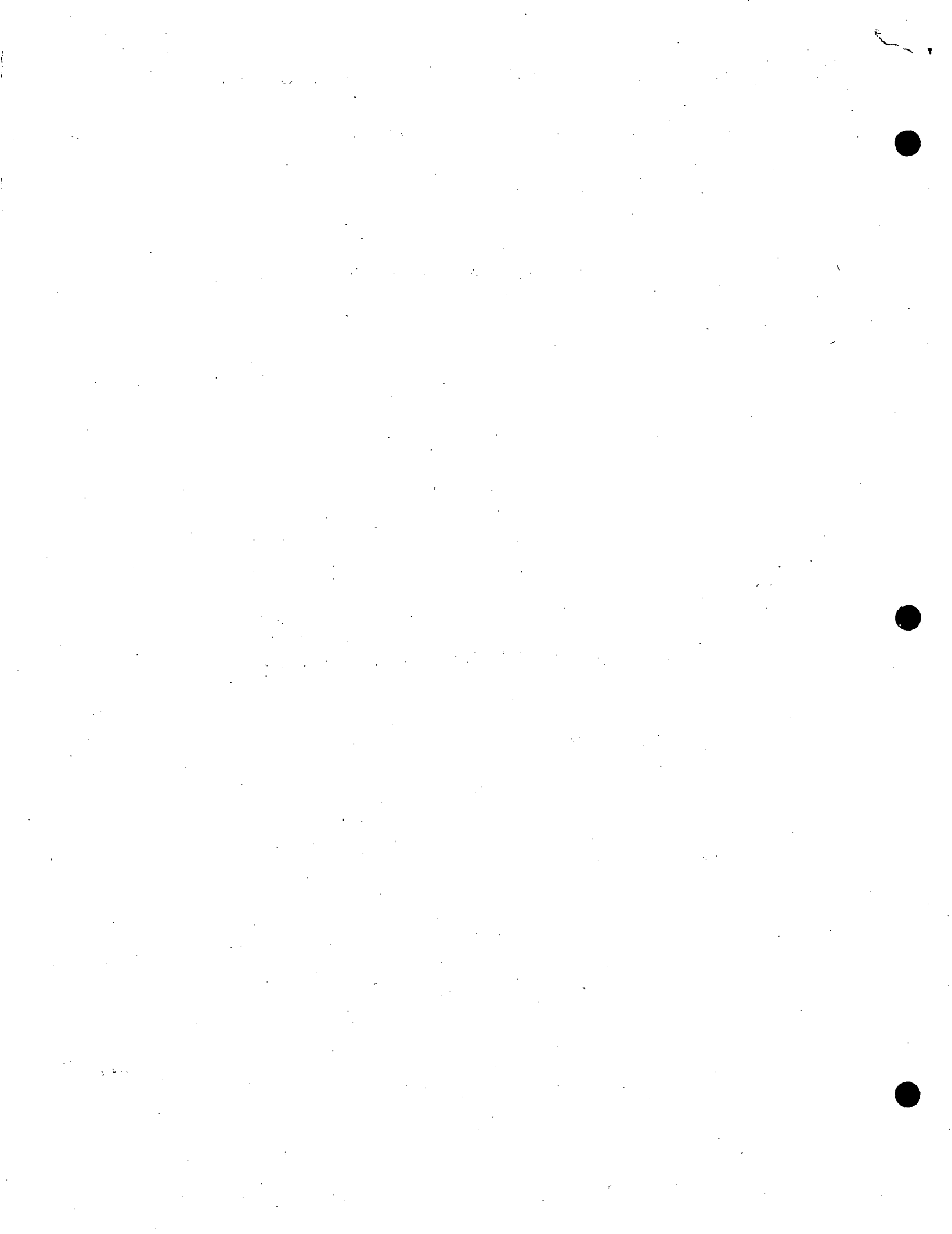


PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

ALTERNATIVAS DE SOLUCION Y ANTEPROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

ING. ENRIQUE SALCEDO MARTINEZ

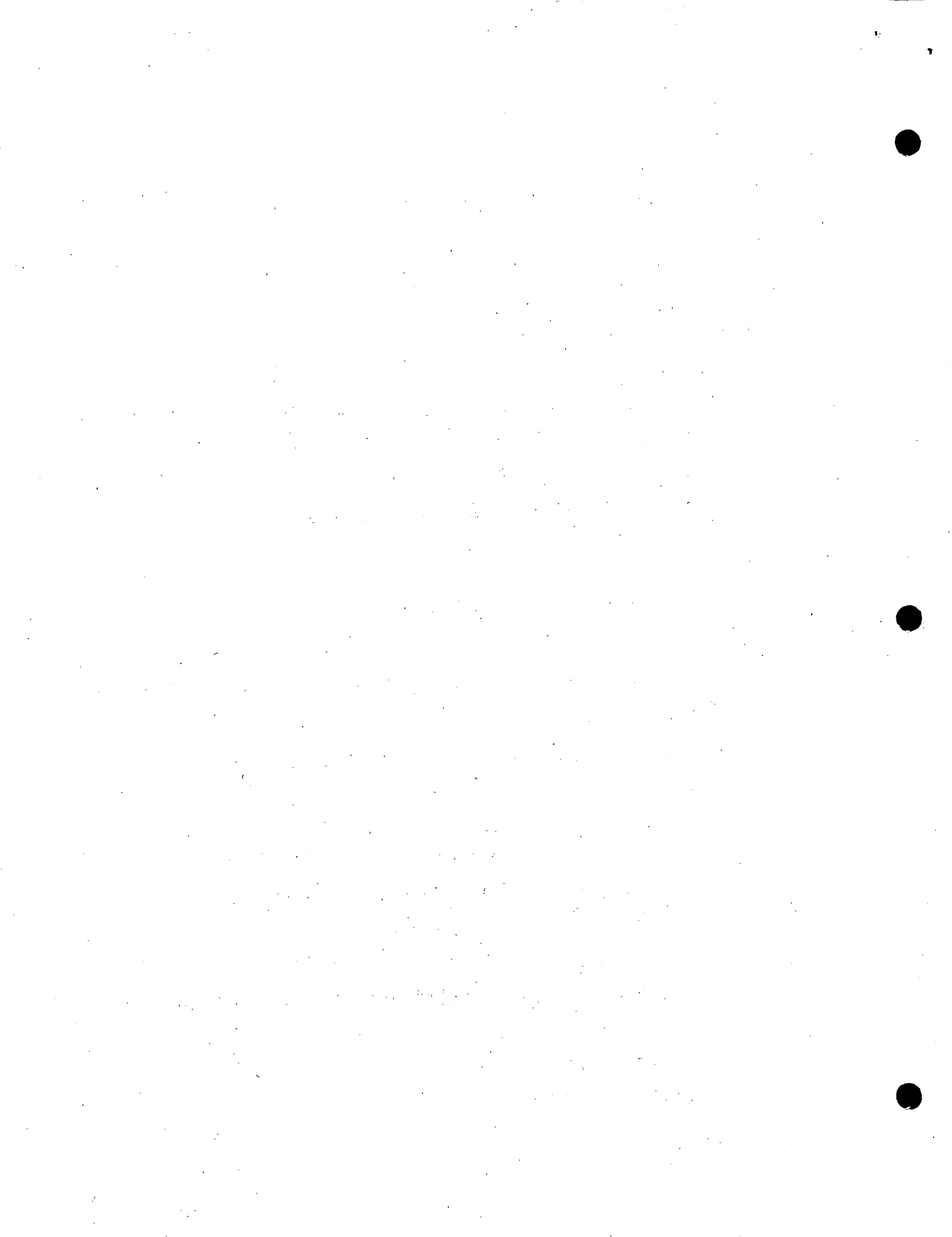
NOVIEMBRE, 1978.



ALTERNATIVAS DE SOLUCION
Y ANTEPROYECTO GEOMETRICO
DE VIALIDAD URBANA

Ing. Enrique Salcedo Martínez.

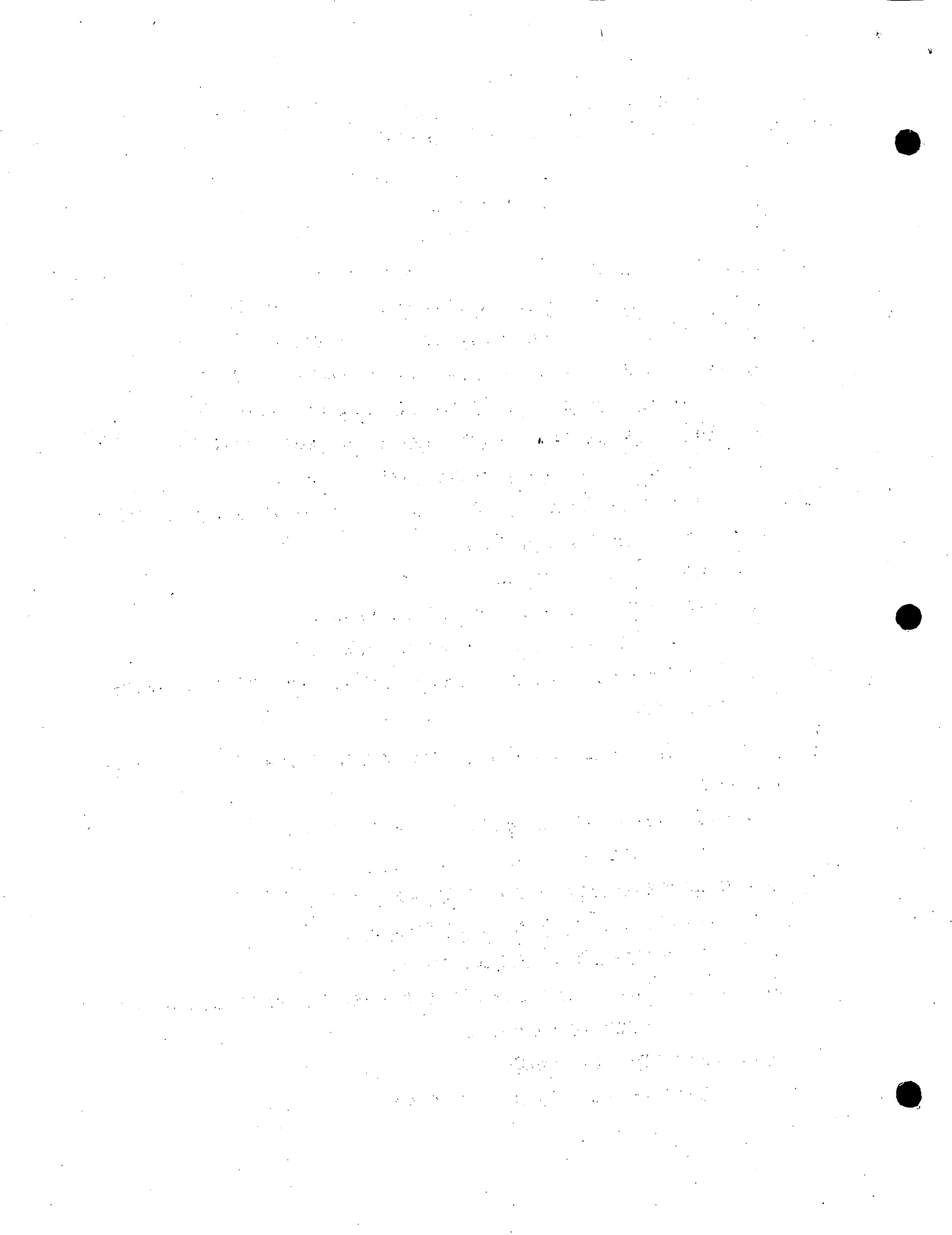
Apuntes preparados para el
curso : "PROYECTO GEOMETRI
CO DE VIALIDAD URBANA", --
que se impartirá en el Cen
tro de Educación Continua,
los días 13 al 25 de no--
viembre de 1978.



ALTERNATIVAS DE SOLUCION Y ANTEPROYECTO
GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION
- 3.- ANALISIS Y SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS
 - a.- ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
 - b.- ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.
 - c.- ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS OPERACIONALES
 - d.- SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS
- 4.- ELABORACION DE ANTEPROYECTOS GEOMETRICOS Y DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO
 - a.- SECCION TRANSVERSAL
 - b.- ANTEPROYECTOS GEOMETRICOS EN PLANTA
 - c.- ANTEPROYECTOS GEOMETRICOS EN PERFIL
 - d.- ANTEPROYECTOS DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO
- 5.- EVALUACION DE LOS ANTEPROYECTOS Y SELECCION DEL MAS CONVENIENTE
 - a.- ADAPTABILIDAD AL LUGAR
 - b.- FACTIBILIDAD DE EJECUCION
 - c.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
 - d.- CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
 - e.- CARACTERISTICAS OPERACIONALES
 - f.- NO INTERRUPCION DEL TRANSITO DURANTE LA CONSTRUCCION
 - g.- CONSTRUCCION POR ETAPAS
 - h.- COSTOS DE CONSTRUCCION
 - i.- SELECCION DEL ANTEPROYECTO MAS CONVENIENTE
- 6.- BIBLIOGRAFIA



I.- INTRODUCCION

El acelerado crecimiento de las ciudades en nuestro país, ha traído como consecuencia, entre otras necesidades, la construcción de más kilómetros de vías urbanas (autopistas, arterias, calles colectoras, calles locales, calles peatonales y ciclistas). El proyecto y construcción de la pavimentación urbana, representa actualmente, en términos generales el 50% del costo total de urbanización (que incluye además: agua, drenaje, iluminación y otros servicios).

En el D.F., por ejemplo, para los 34 ejes viales (500 Km.), se erogará la cantidad de 10,000 millones de pesos, aproximadamente. Además, se terminará la construcción del Circuito Interior, el Periférico y la remodelación de varias intersecciones conflictivas, lo que representará otra cantidad semejante a la anterior.

De aquí, la importancia de las obras viales, para algunas ciudades del país, hoy en día, pero que se irán sumando otras ciudades cada vez con mayor frecuencia.

Las autoridades, tanto gubernamentales como educativas, deberán estar concientes de que cada vez se irán requiriendo más ingenieros y arquitectos con especialidad en Ingeniería de Tránsito, de tal manera que las inversiones que se realicen en las obras viales urbanas, proporcionen los mayores beneficios a los usuarios, (economía, seguridad y comodidad), con el menor costo posible.

2.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION

a.- Datos básicos previos a la elaboración de las alternativas de solución.

Los datos básicos previos a la elaboración de las alternativas de solución, únicamente los mencionaré en forma de lista, ya que fueron tratados anteriormente por el Ing. -- Román Vázquez Berber, en este curso.

Los datos básicos son los siguientes:

- 1.- Normas de planeación vial urbana (para el caso del proyecto de una red vial urbana)
- 2.- Normas de proyecto geométrico vial urbano
- 3.- Normas de dispositivos para el control del tránsito
- 4.- Métodos de cálculo establecidos
- 5.- Características físicas
- 6.- Restricciones
- 7.- Características operacionales
- 8.- Volúmen horario de proyecto y vehículo de proyecto

b.- Preparación de diagramas de alternativas de solución

Los diagramas o dibujos de trazo de ubicación, a escala, son hechos en forma rápida, en parte a mano, con papel calca sobre el plano base. Tales dibujos pueden ser desarrollados rápida y fácilmente y deben hacerse para todas las probables alternativas que son merecedoras de consideración. En su desarrollo una verificación aproximada es hecha mental y visualmente de ciertos razgos de proyecto, tales como límite de curvatura, perfiles, localización de isletas, etc. a fin de evaluar la conveniencia de cada trazo. En esta etapa solo los aspectos generales del problema son considerados. No solo se gasta tiempo sino que causa confusión al proyectista considerar dimensiones detalladas antes que las características generales de los posibles proyectos hayan -----

sido dibujados y examinados. Los cálculos y afinación de detalles pueden reservarse para los casos finales del -- proyecto.

b₁.- Para una red vial o trazo(s) de una vialidad urbana, ya sea obra ~~nueva~~ nueva o mejoramiento de la existente: Sobre un plano base de las características físicas -- del lugar en estudio (generalmente a escala 1:5000 a 1:2000), en donde se tengan ubicadas las restricciones existentes (un río, un puente, intersecciones a desnivel, iglesias, panteones, monumentos, árboles, -- etc.), se dibujarán las alternativas de solución geométrica, a mano, o con equipo de dibujo, o de ambas -- maneras. Generalmente se emplean colores claros (amarillo principalmente) para destacar los trazos del -- proyecto.

Se indicarán en el mismo plano los siguientes -- aspectos:

- a.- Volúmenes horarios de proyecto
- b.- Vehículos de proyecto
- c.- Sección o secciones transversales de la vialidad actual y la proyectada.

Los trazos geométricos de las diferentes alternativas deberán ajustarse, en lo posible, a las normas geométricas establecidas.

Se recomienda que el número mínimo de alternativas sea de 3. Entre mayor sea el número de ellas, mayor serán las posibilidades de elegir la más conveniente.

b₂.- Para intersecciones a desnivel

Se sigue el mismo procedimiento que el descrito en b₁, con las siguientes consideraciones:

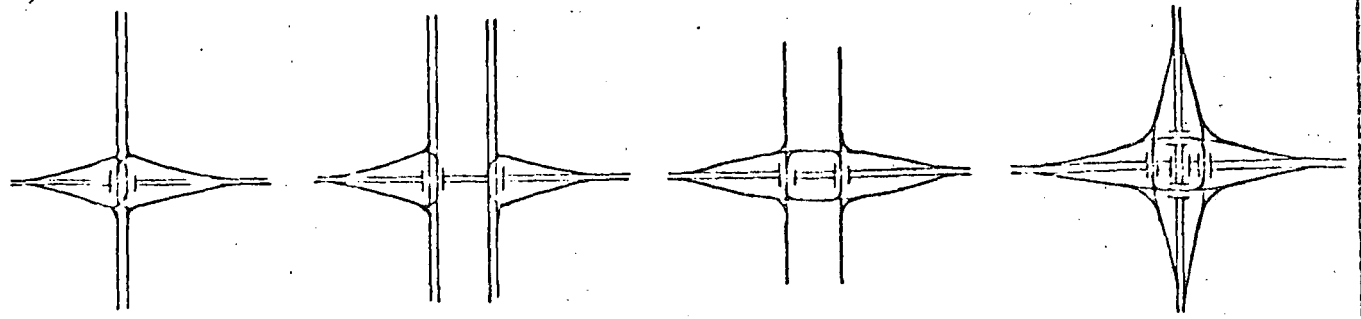
Los diagramas se elaboran con una sola línea para cada carril o cada mitad de un arroyo de dos sentidos.

La dirección de las flechas en las líneas muestra la operación propuesta. Los dibujos de línea sencilla para entronques son excelentes para un planamiento y examen rápido de todos los esquemas probables. Son hechos en forma expedita, a mano, con equipo de dibujo, o por ambos métodos, en papel transparente, sobre el plano base. Estos diagramas, dibujados a escala, son suficientemente aproximados para esta fase de estudio del proyecto. Las anchuras de pavimento se visualizan rápidamente y donde gobiernan el proyecto, los puntos de acceso y rampas finales pueden ser dibujadas. Las estructuras se muestran por indicación de los parapetos. Deben usarse los valores que fijan las normas en las relaciones de velocidad/curvatura, ubicación de cadenamientos, longitud de las secciones de cruzamientos, limitaciones de estructuras, etc. Los perfiles rara vez necesitan dibujarse, pero pueden revisarse rápidamente de acuerdo con puntos fijos del proyecto. Las pendientes entre esos puntos pueden ser estimadas aproximadamente ó ajustadas utilizando longitudes a escala con la previsión para las curvas verticales. En algunas ocasiones, los perfiles dudosos pueden dibujarse aunque, como un conjunto, no es muy necesario para desarrollar perfiles completos en estos trazos esquemáticos.

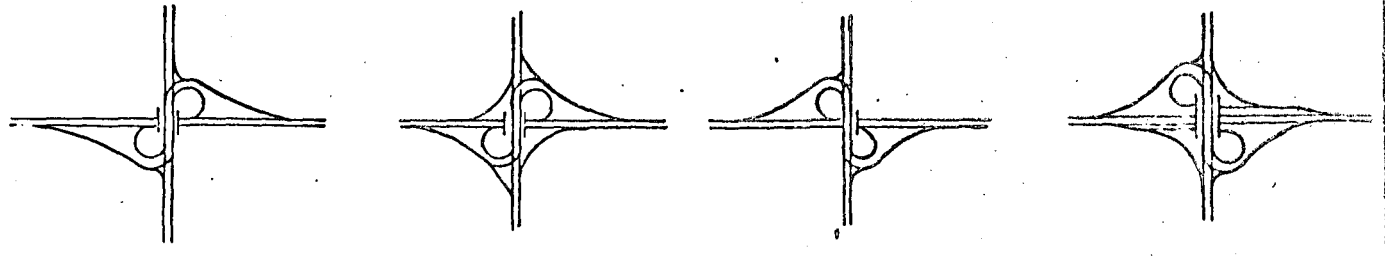
Los dibujos de línea sencilla son mejor logrados a escalas de 1:5,000 a 1:1,000. Las escalas menores de 1:5,000 pueden ser no correctas. La escala 1:1,000 puede ser descable en caso de limitaciones físicas locales u otras condiciones críticas.

En las figuras anexas se ilustran los diferentes tipos de intersecciones a desnivel.

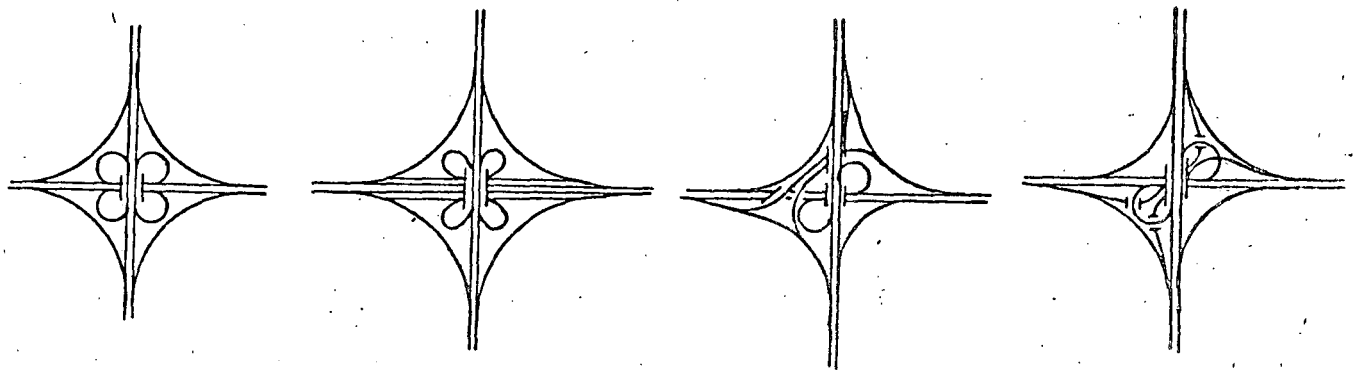
DIFERENTES TIPOS DE INTERSECCION A DESNIVEL
PARA CADA FORMA GEOMETRICA BASICA



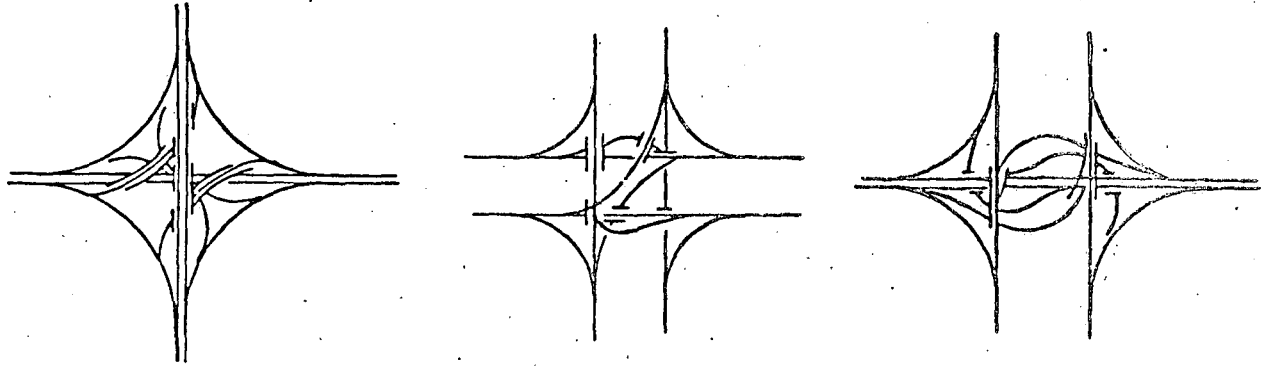
DIAMANTES



TREBOLES PARCIALES



TREBOLES DIRECCIONALES



INTERSECCIONES DIRECCIONALES

ALTERNATIVAS OBTENIDAS

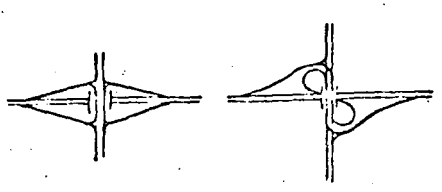
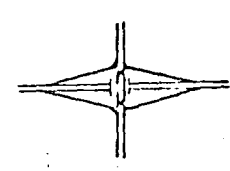
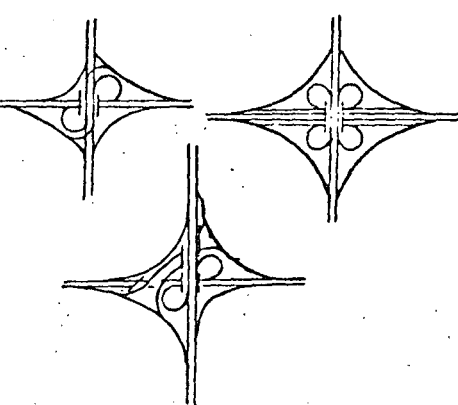
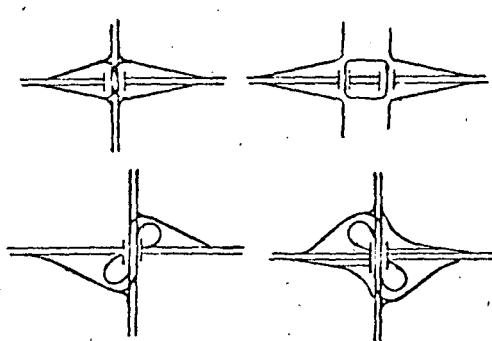
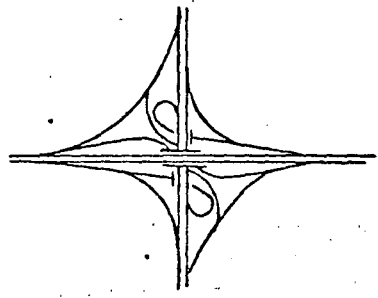
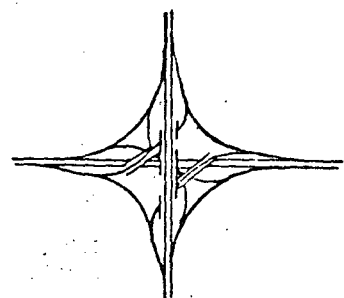
TIPO DE VIAS QUE SE INTERSECTAN	RURAL SUBURBANO	URBANO
CAMINO LOCAL o VIA SECUNDARIA		
CARRETERA TRONCAL o VIA PRINCIPAL	 <p style="text-align: center;">TAMBIEN DIAMANTE DE 3 NIVELES</p>	
AUTOPISTA	 <p style="text-align: center;">8 VARIEDADES MAS DE ESTA-FORMA (DIRECCIONAL) GENERAL.</p>	 <p style="text-align: center;">6 VARIEDADES MAS DE ESTA-FORMA (DIRECCIONAL TOTAL) GENERAL.</p>

Figura 2 - Adaptabilidad de intersecciones a desnivel de Autopistas con diferentes tipos de carreteras o vias.

















DIVERGENCIA SUCESIVA DD	1 	2 	3 	4 
CONVERGENCIA SUCESIVA CC	1 	2 	3 	4 
CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA CD	1 	2 	3 	4 
DIVERGENCIA Y CONVERGENCIA DC	1 	2 	3 	4 

FIGURA - Ordenamiento de la secuencia de ramas.

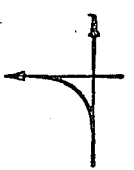
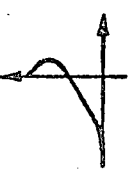
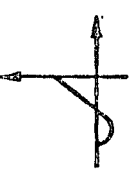
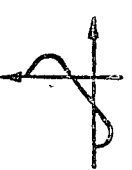
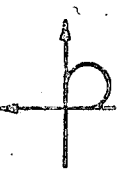
				
DD	DS	SD	SS	L

FIGURA - Forma de las ramas.

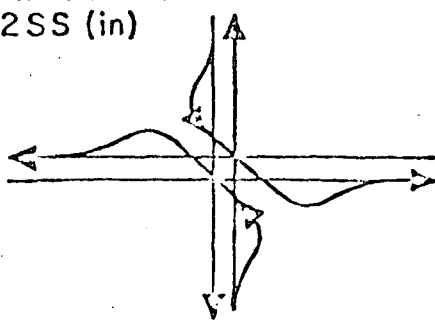
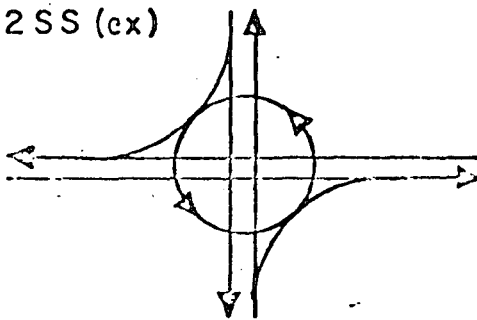
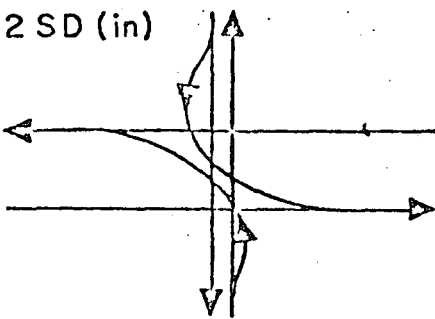
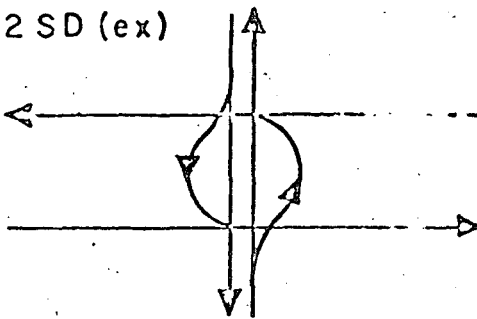
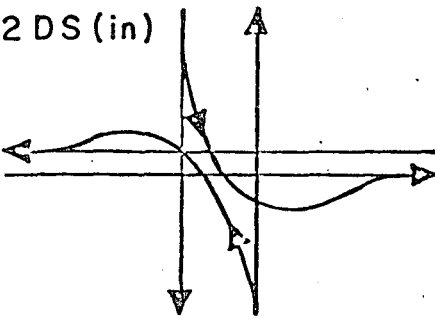
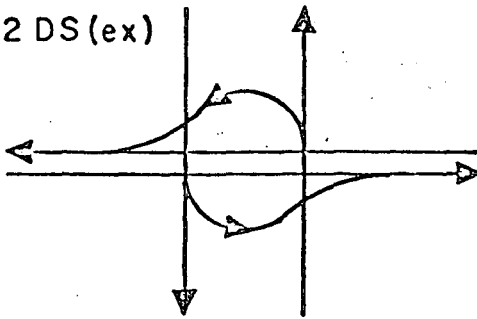
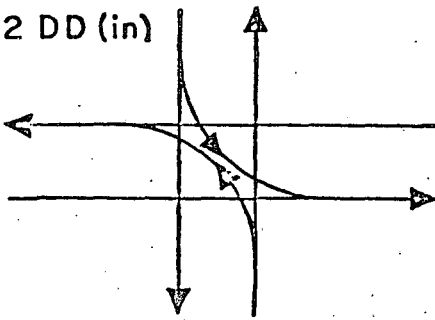
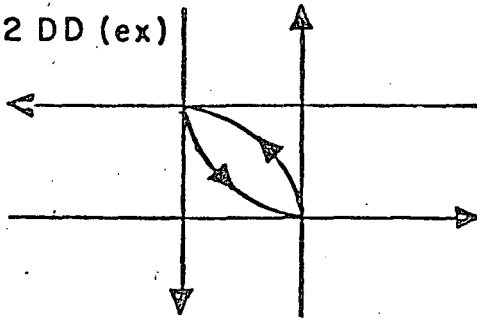
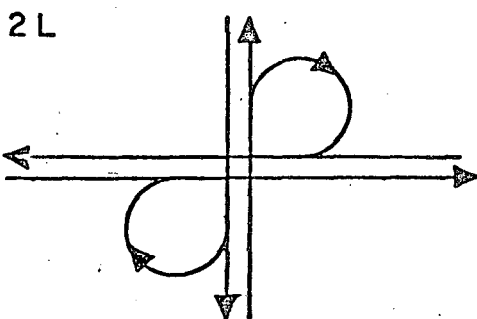
	MOVIMIENTO DE GIRO INTERNO	MOVIMIENTO DE GIRO EXTERNO
SS	2SS (in) 	2SS (ex) 
SD	2SD (in) 	2SD (ex) 
DS	2DS (in) 	2DS (ex) 
DD	2DD (in) 	2DD (ex) 
L		2L 

FIGURA — Clasificación y combinación de las conexiones de las ramas.

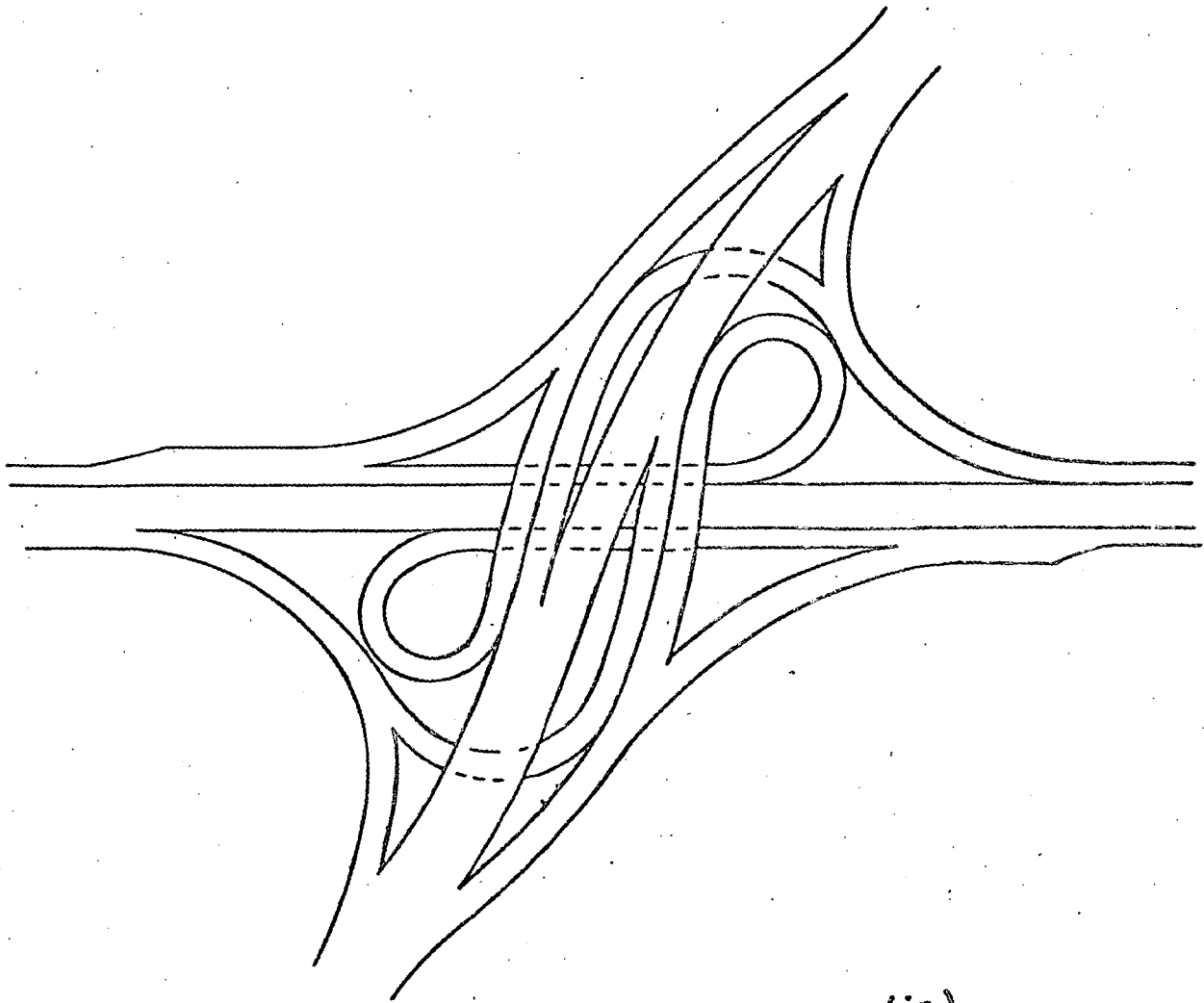
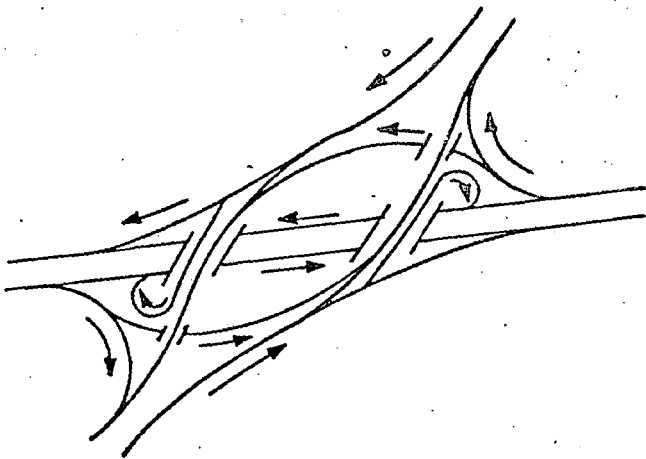
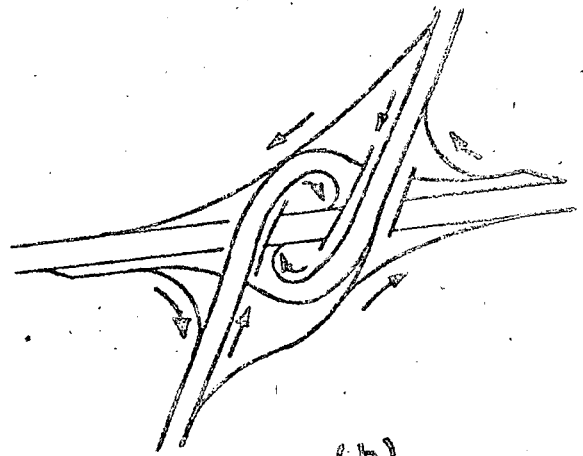


Figura - Modelo 2SS (ex) 2L (in)



(a)

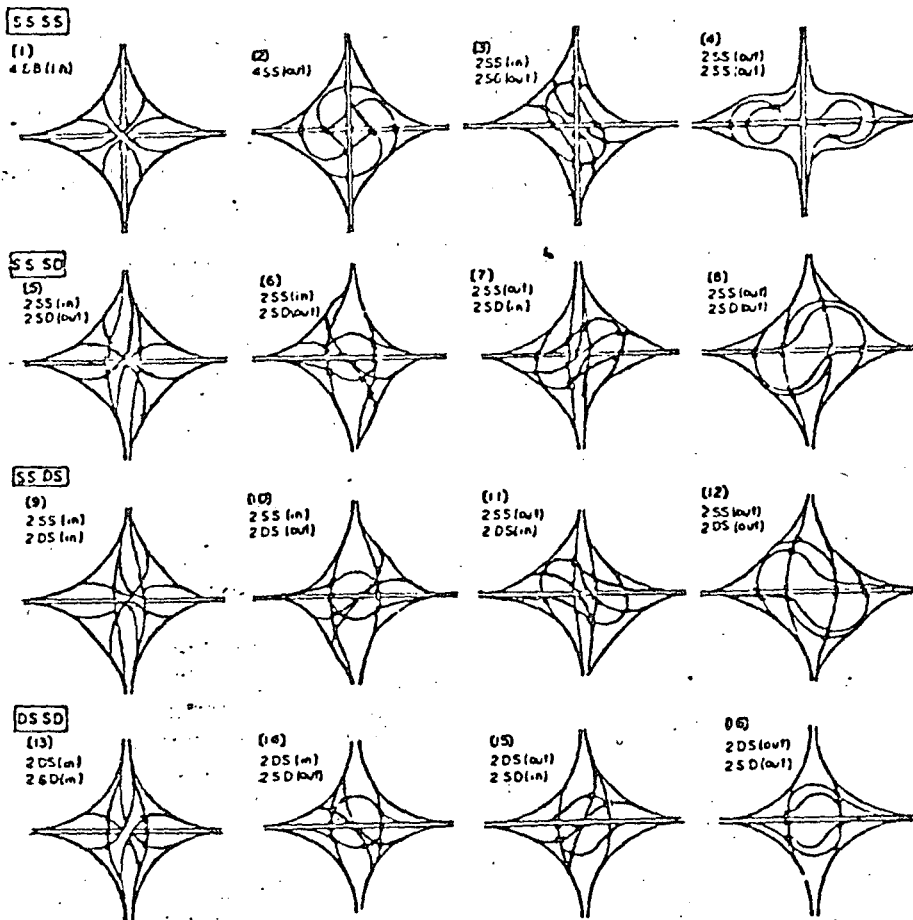


(b)

Figura - Modelos 2SD (ex) 2L (in) y 2SD (ex) 2L (in).

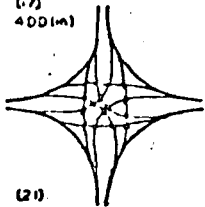
RESUMEN DE LOS MODELOS BASICOS
DE INTERCONEXION

SIMETRIA DE PUNTOS

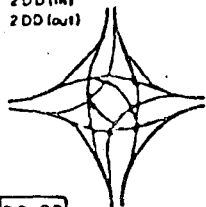


DD DD

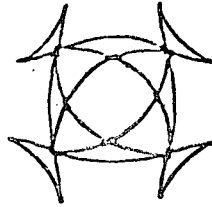
(7)
4DD(in)
4DD(out)



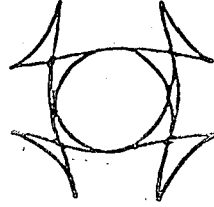
(8)
2DD(in)
2DD(out)



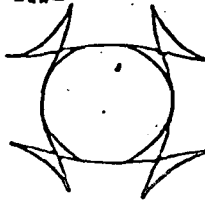
(9)
4DD(out)



DD
4DD(out)
-2h-

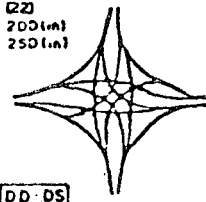


(21)
4DD(out)
-4W-

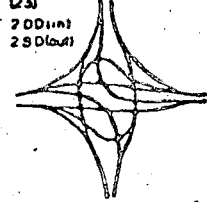


DD SD

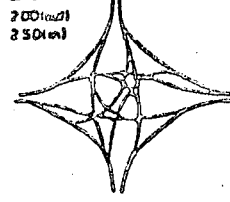
(22)
2DD(in)
2SD(in)



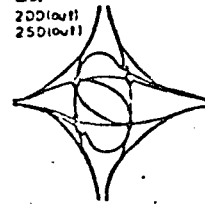
(23)
2DD(in)
2SD(out)



(24)
2DD(out)
2SD(in)

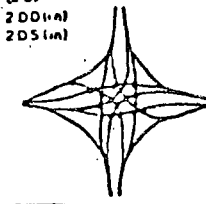


(25)
2DD(out)
2SD(out)

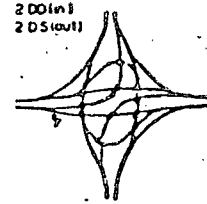


DD DS

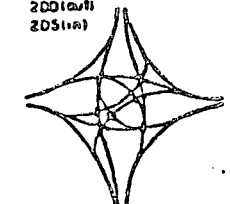
(26)
2DD(in)
2DS(in)



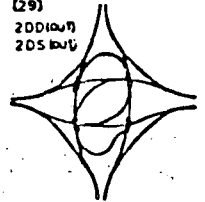
(27)
2DD(in)
2DS(out)



(28)
2DD(out)
2DS(in)

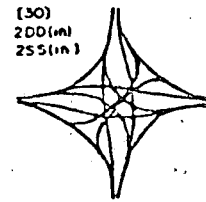


(29)
2DD(out)
2DS(out)

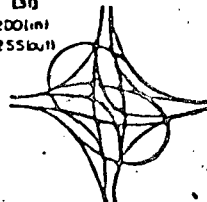


DD SS

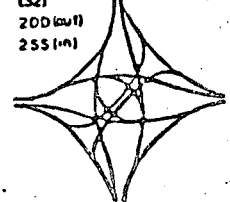
(30)
2DD(in)
2SS(in)



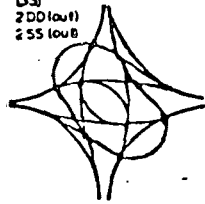
(31)
2DD(in)
2SS(out)



(32)
2DD(out)
2SS(in)

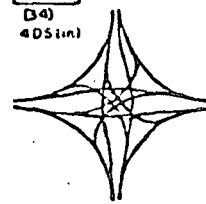


(33)
2DD(out)
2SS(out)

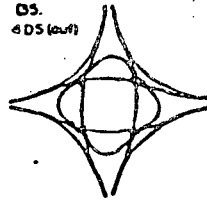


DS DS

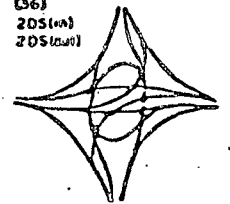
(34)
4DS(in)

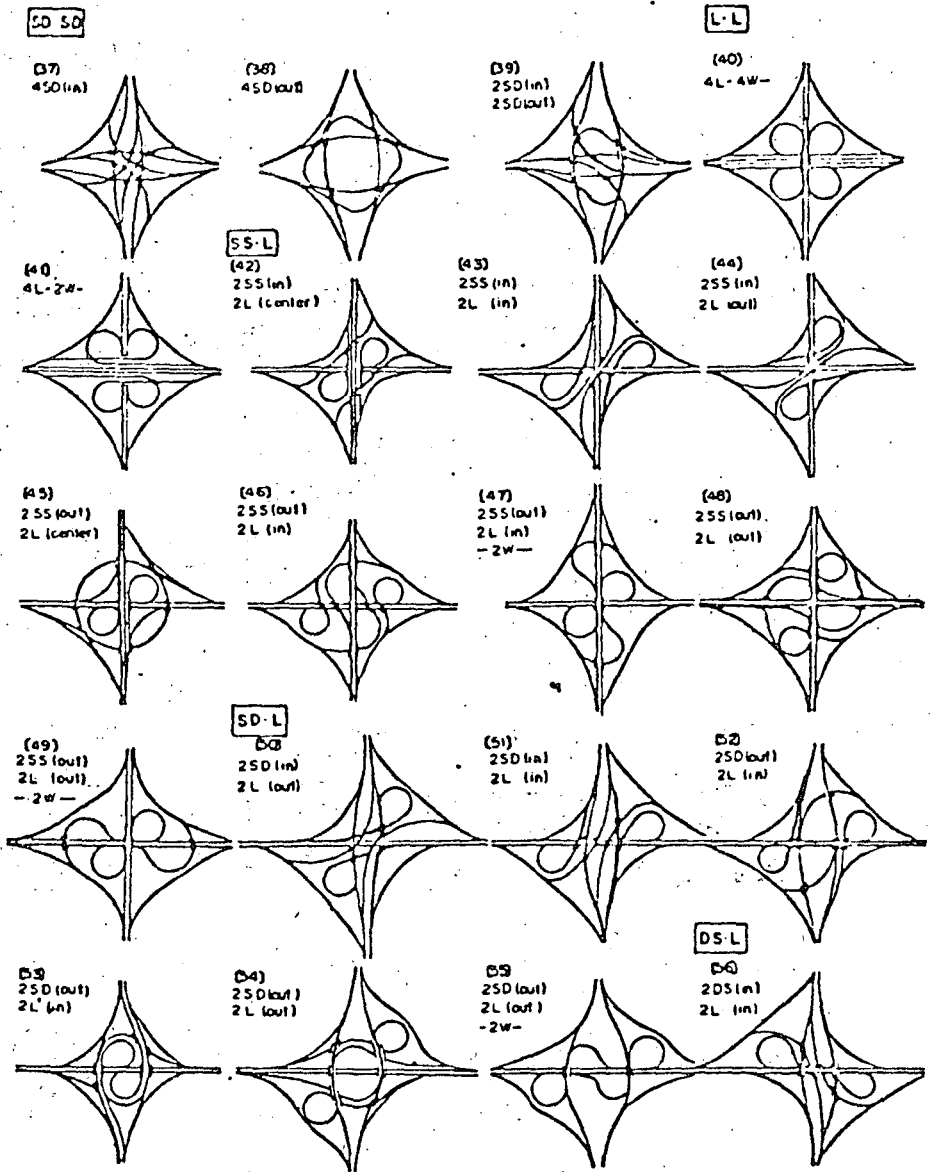


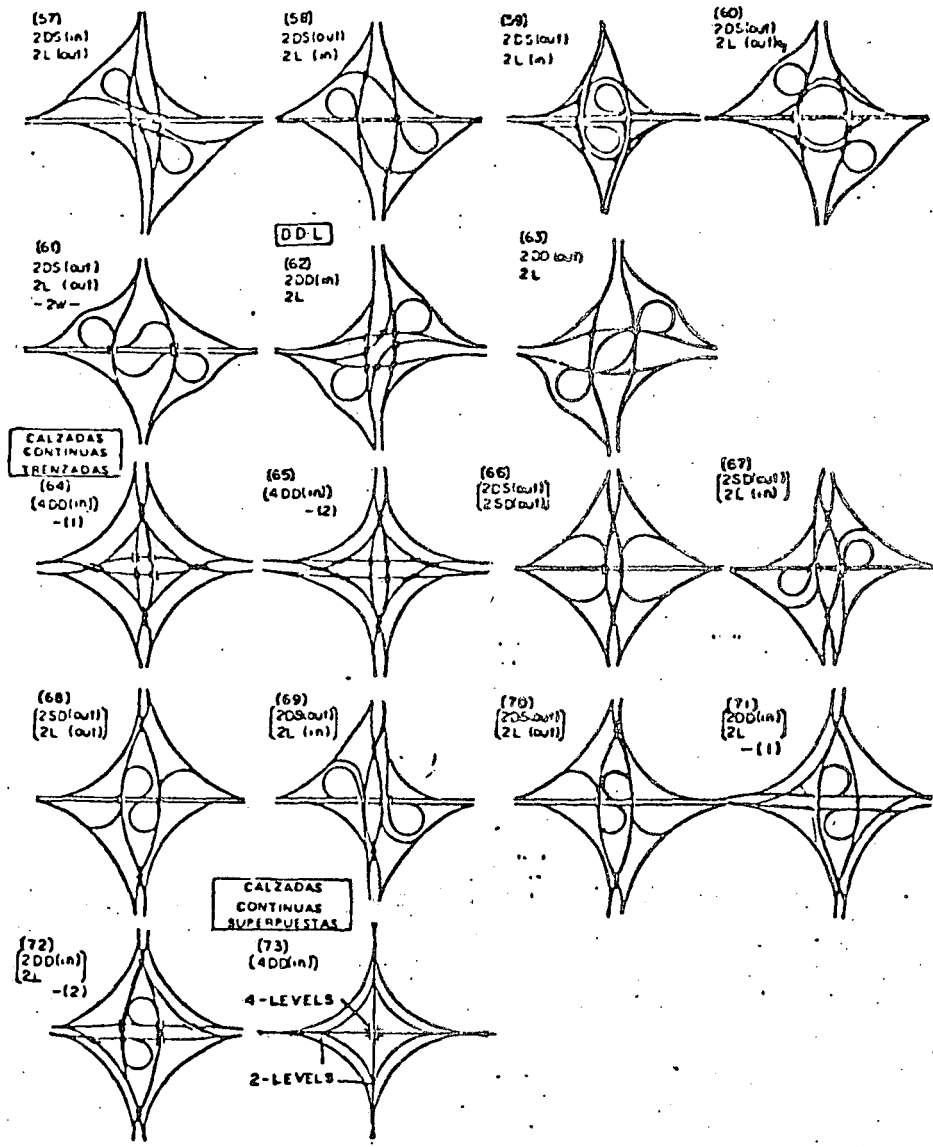
(35)
4DS(out)



(36)
2DS(in)
2DS(out)



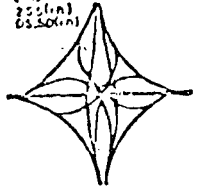




SIMETRIA DE LINEAS

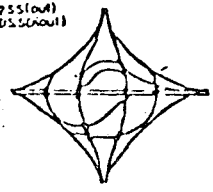
DS-DS,SD

(74)
2SS(in)
DS,SD(out)



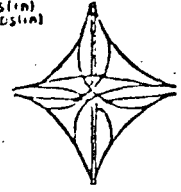
(75)

2SS(out)
DS,SD(out)



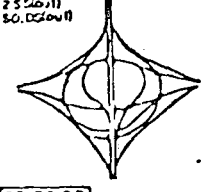
SS,SD,DS

(76)
2SS(in)
SD,DS(in)



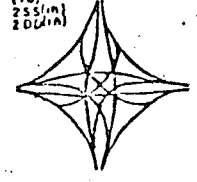
(77)

2SS(out)
SD,DS(out)



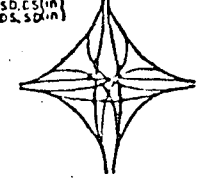
SS-DD

(78)
2SS(in)
2D(in)



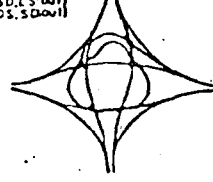
SD,DS-DS,SD

(79)
SD,DS(in)
DS,SD(in)



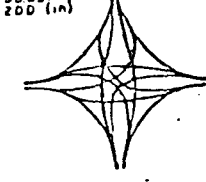
(80)

SD,DS(out)
DS,SD(out)



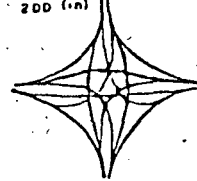
SD,DS-DD

(81)
SD,DS(in)
2DD(in)



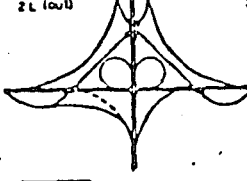
DS,SD-DD

(82)
DS,SD(in)
2DD(in)



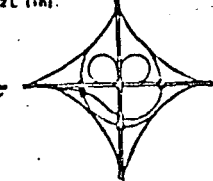
SS-L

(83)
2SS(in)
2L(out)



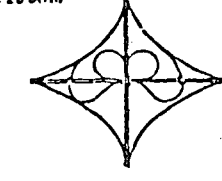
(84)

2SS(out)
2L(in)



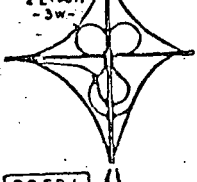
(85)

2SS(out)
2DD(in)



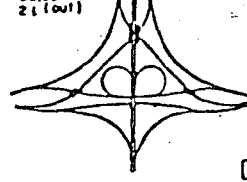
(86)

2SS(out)
2L(out)
-3w-



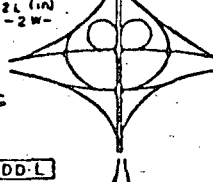
SD,DS-L

(87)
SD,DS(in)
2L(out)



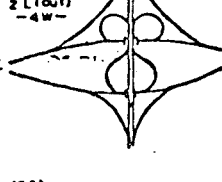
(88)

SD,DS(out)
2L(in)
-2w-



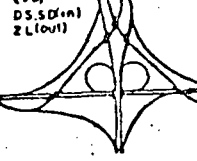
(89)

SD,DS(out)
2L(out)
-4w-



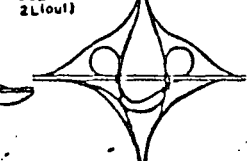
DS,SD-L

(90)
DS,SD(in)
2L(out)



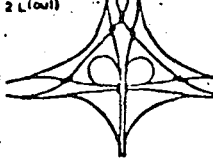
(91)

DS,SD(out)
2L(out)



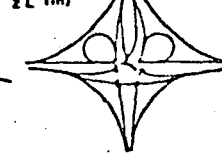
DD-L

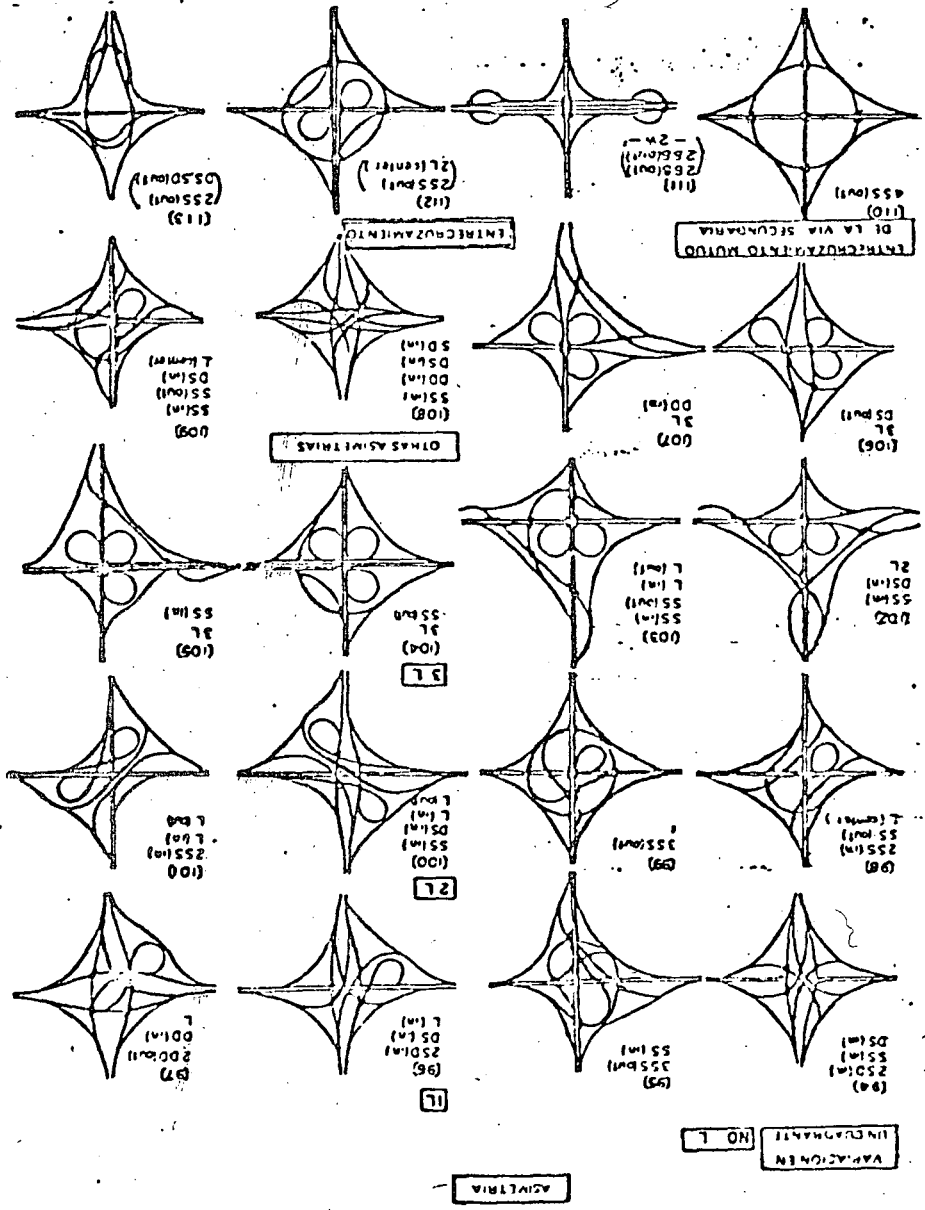
(92)
2DD(in)
2L(out)



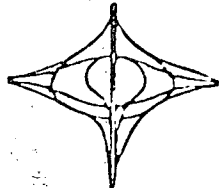
(93)

2DD(in)
2L(in)

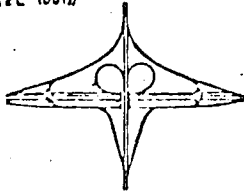




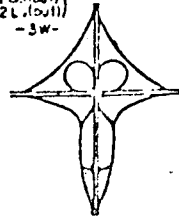
(114)
(2SS(out))
(6SD(out))



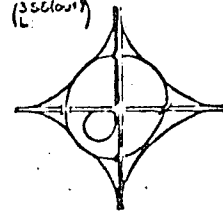
(115)
(2SS(out))
(2L(out))



(116)
(2SS(out))
(2L(out))
-3W-

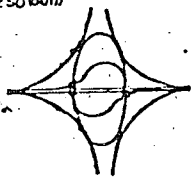


(117)
(3SS(out))
(L)

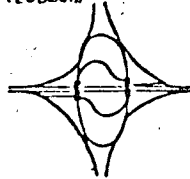


ENTRECRUZAMIENTO TRANSVERSAL

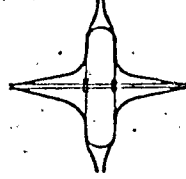
(118)
(2DS(out)) - (11)
(2SD(out))



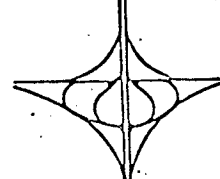
(119)
(2DS(out)) - (2)
(2SD(out))



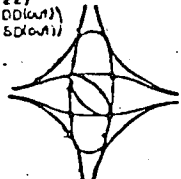
(120)
(2DS(out)) - (3)
(2SD(out))



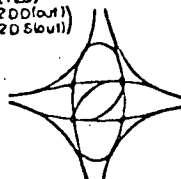
(121)
(2DS(out)) - (4)
(2SD(out))



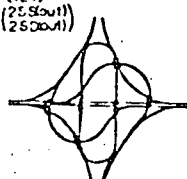
(122)
(2DD(out))
(2SD(out))



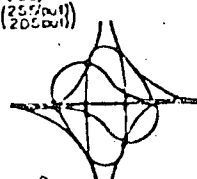
(123)
(2DD(out))
(2SD(out))



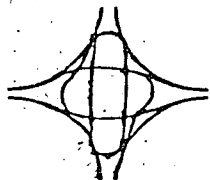
(124)
(2SS(out))
(2SD(out))



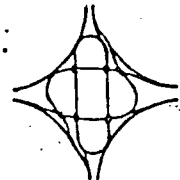
(125)
(2SS(out))
(2SD(out))



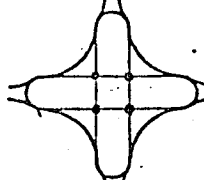
(126)
(4SD(out)) - (11)



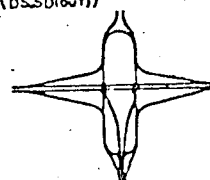
(127)
(4DS(out))



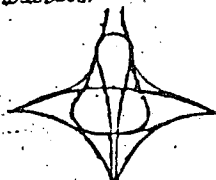
(128)
(4SD(out)) - 2



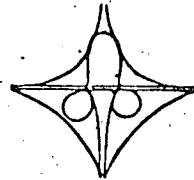
(129)
(6D.DS(out)) - (11)
(DS.SD(out))



(130)
(4L.SS(out)) - (2)
(DS.SD(out))



(131)
(DS.SD(out))
(2L(out))



ENTRECRUZAMIENTO MUTUO DE LA VIA PRINCIPAL

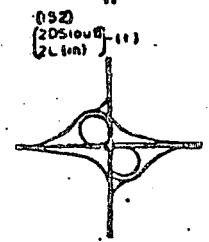
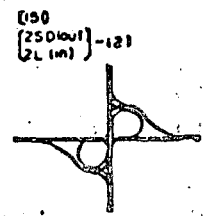
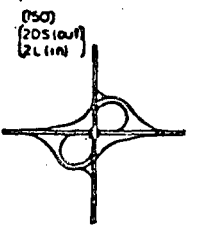
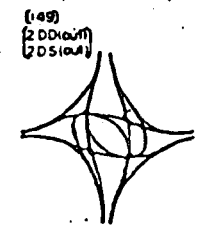
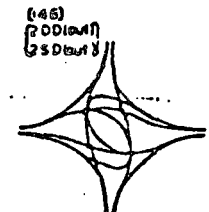
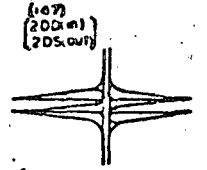
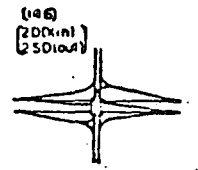
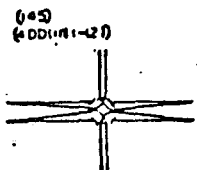
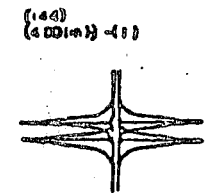
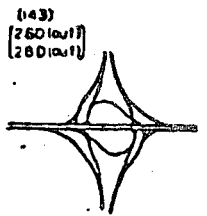
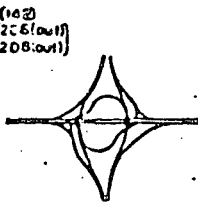
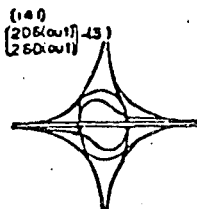
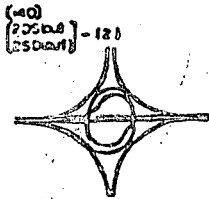
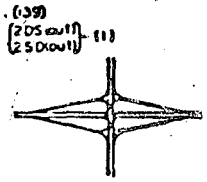
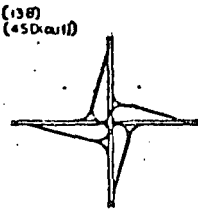
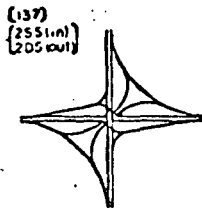
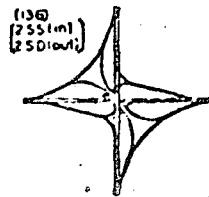
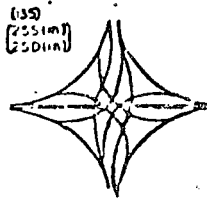
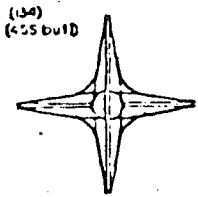
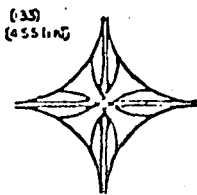
(132)
(4DD(in))



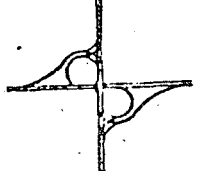
CRUCE

CRUCE MUTUO DE LA VIA PRINCIPAL

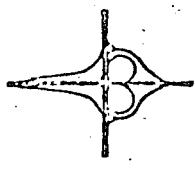
CRUCE DE LA VIA PRINCIPAL Y SECUNDARIA



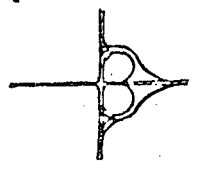
(153) [2DS(out) 2L(in)] - (2)



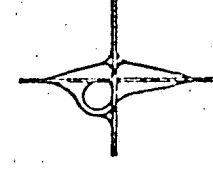
(154) [2.0 DS(out) 2L(out) - 2W] - (1)



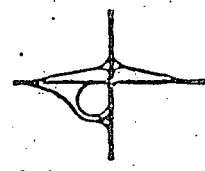
(155) [2.0 DS(out) 2L(out) - 2W] - (2)



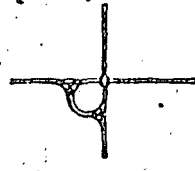
(156) [2SD(out) DS(out) L(in)] - (1)



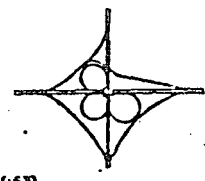
(157) [2SD(out) DS(out) L(in)] - (2)



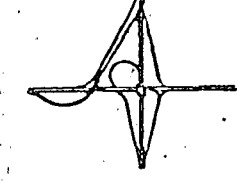
(158) [2SD(out) DS(out) L(in)] - (3)



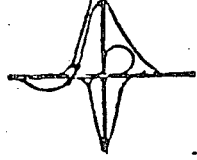
(159) [DS(out) 3L] - (1)



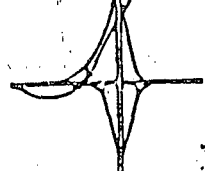
(160) [2SD(out) 6S(in) L(in)] - (1)



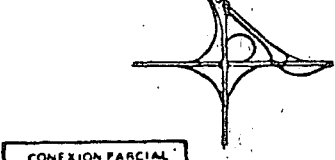
(161) [SD(out) DS(out) SS(in) L(in)] - (1)



(162) [2SD(out) DS(out) SS(in)] - (1)

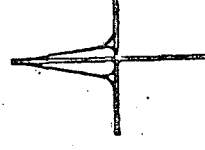


(163) [SD(out) DS(out) DD(in) L(in)] - (1)

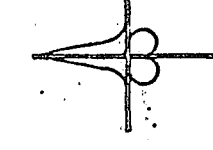


CONEXION PARCIAL

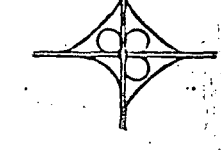
(164)



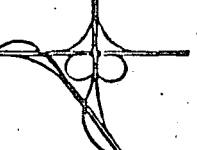
(165)



(166)

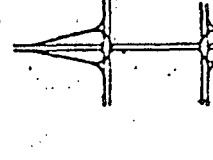


(167)



SEPARACION Y COMBINACION

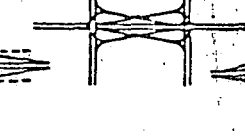
(168)



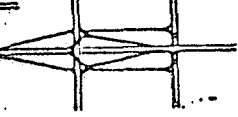
(169)



(170)



(171)



CRUCE COMPLETO A DISTINTO NIVEL

INTERSECCION DE 3 RAMAS

(172)
S S



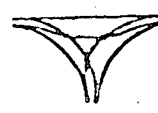
(173)
S D



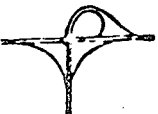
(174)
D S



(175)
D D



(176)
S L



(177)
L S



(178)
D L



(179)
L D



(180)
L L



(181)
D D - w -

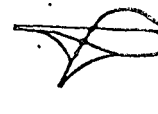


ENTRECruzAMIENTO

(182)
(S-S)



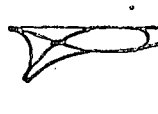
(183)
(S D)



(184)
(D S)

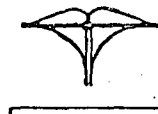


(185)
(D D)

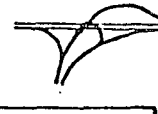


CRUCE A NIVEL

(186)
(S S)



(187)
(S D)



(188)
(D S)



(189)
(D D)

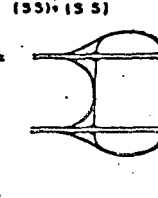


TIPO COMPUUESTO DE CRUCE DE 3 RAMAS

(190)
S L - L S

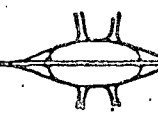


(191)
(S S) - (S S)



INTERSECCION DE RAMAS MULTIPLES

(192)



(193)



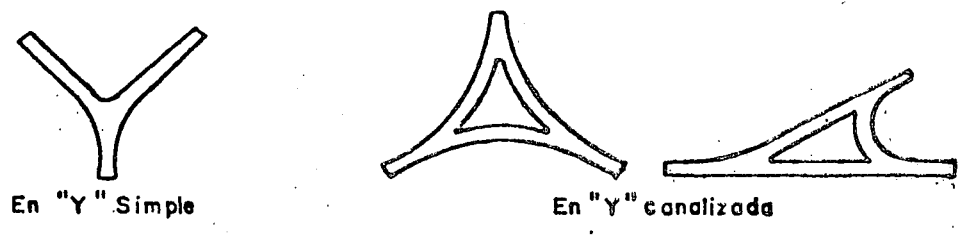
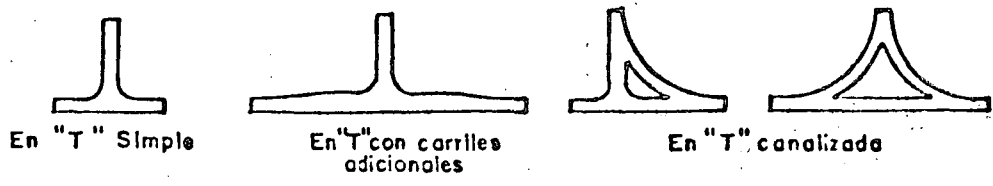
b3.- Para intersecciones a nivel

Se sigue el mismo procedimiento que el descrito en b1 con las siguientes consideraciones.

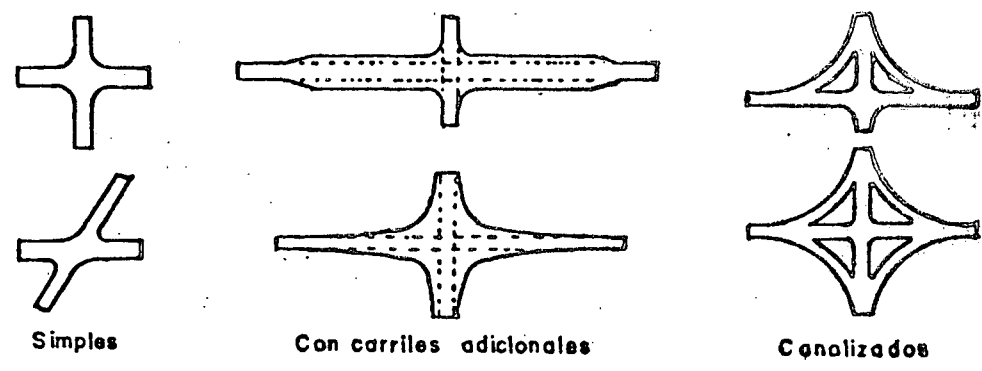
Los dibujos de estudio para una intersección a nivel se realizan de manera rápida, a mano, con equipo de dibujo o por otros métodos, a pequeña pero conveniente escala, mostrando en el proyecto los límites de pavimento y localización de isletas, paracostados, etc. Todas las soluciones prácticas que puedan satisfacer las necesidades del tránsito y limitaciones del lugar serán dibujadas. Los perfiles generalmente no necesitan hacerse, pero puede hacerse una revisión a fin de asegurar que las pendientes de los accesos a la intersección sean generalmente satisfactorios.

Los esquemas de estudio de una intersección a nivel son dibujados mejor en un plano base a una escala --- 1:500 ó bien 1:1000. Generalmente, las escalas menores o mayores exigen mas tiempo y dificultan su manejo. Pueden utilizarse escalas mas pequeñas, como ---- 1:2,000 para trazos rápidos.

En las figuras anexas se ilustran los diferentes tipos de intersecciones a nivel.



DE TRES RAMAS



DE CUATRO RAMAS

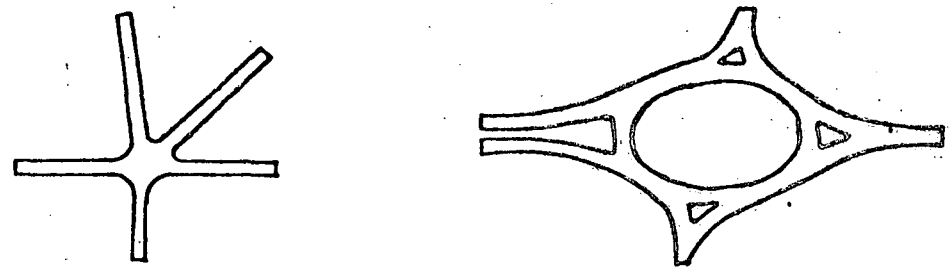
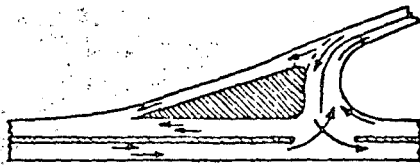
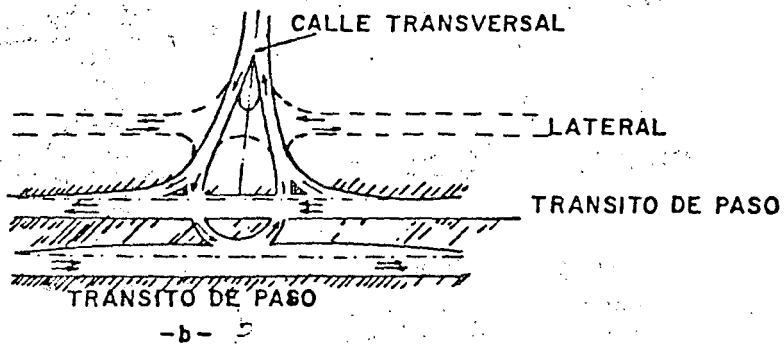
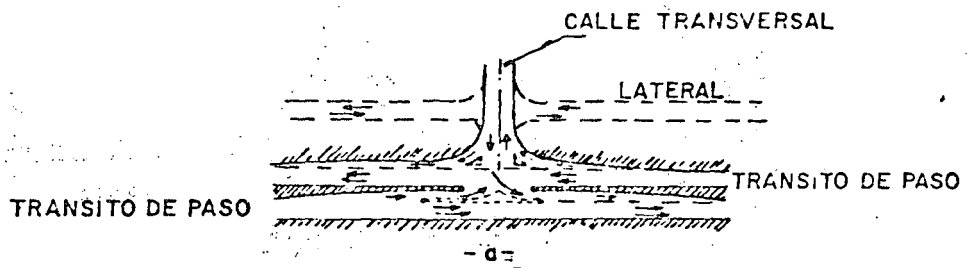
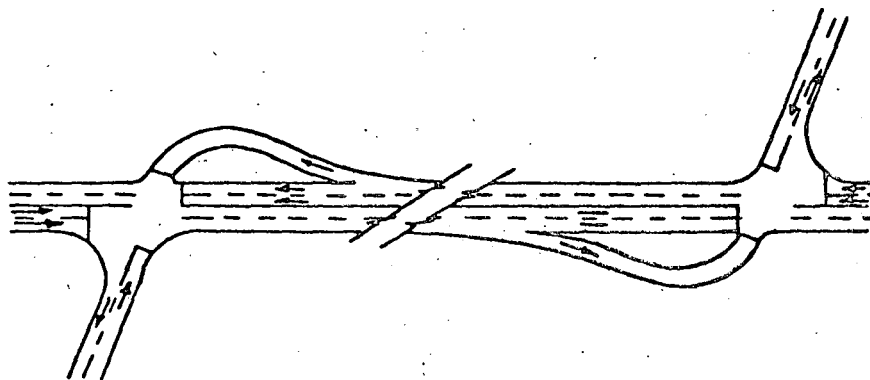
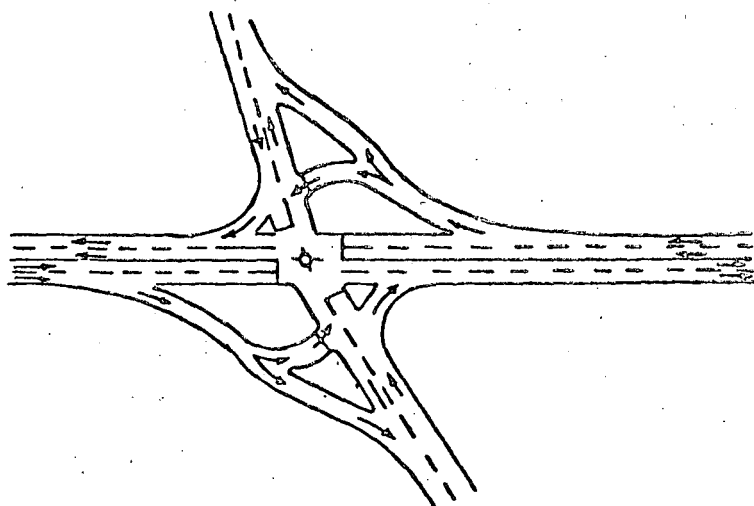


FIGURA — TIPOS GENERALES DE ENTRONQUES A NIVEL

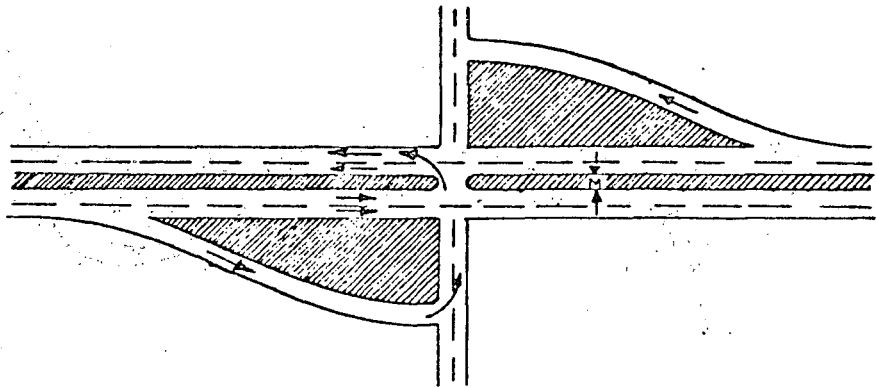
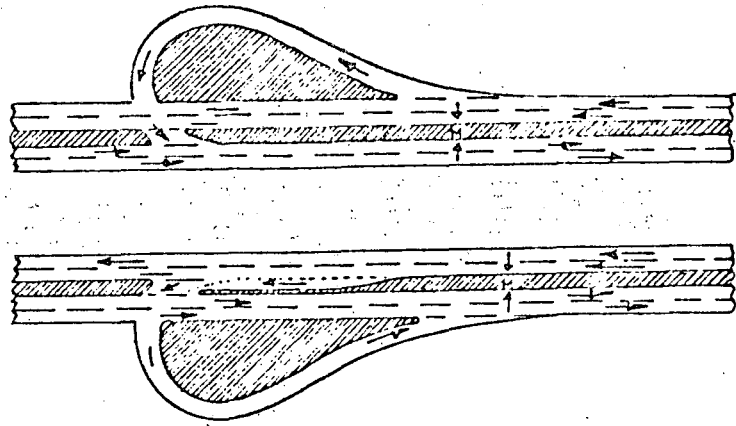
INTERSECCIONES A NIVEL EN "T" y "Y"



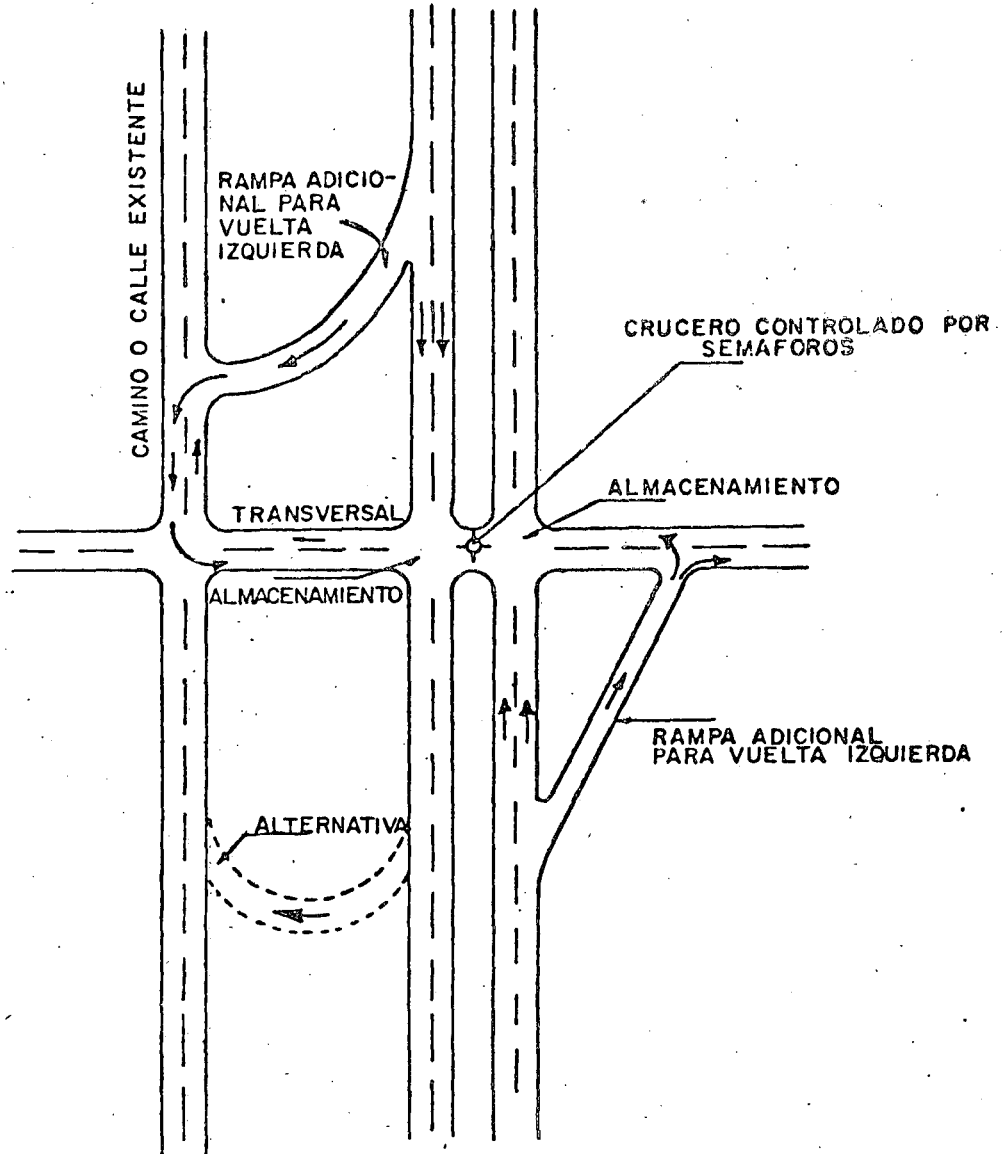
VUELTAS IZQUIERDAS DESDE EL CARRIL DERECHO



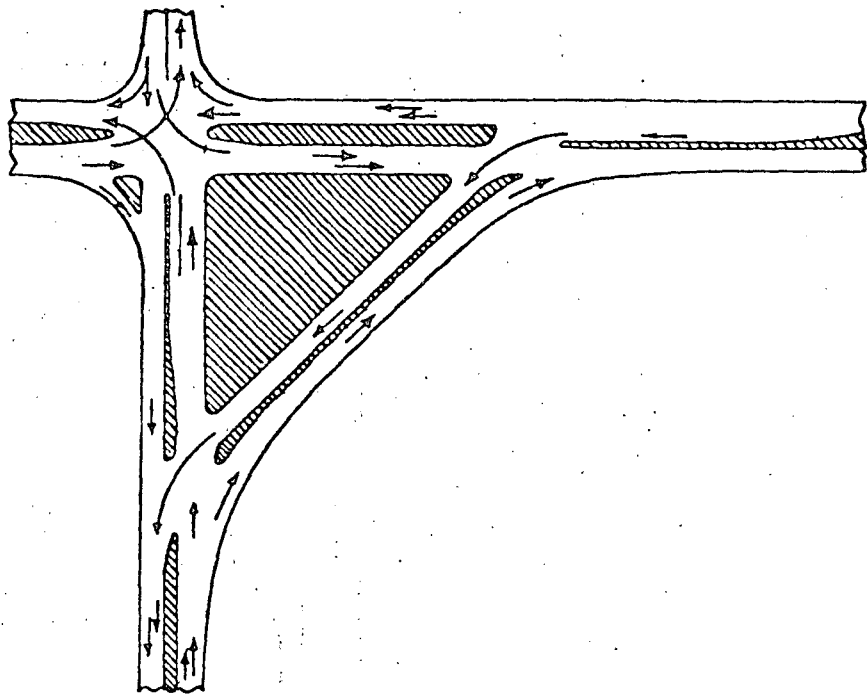
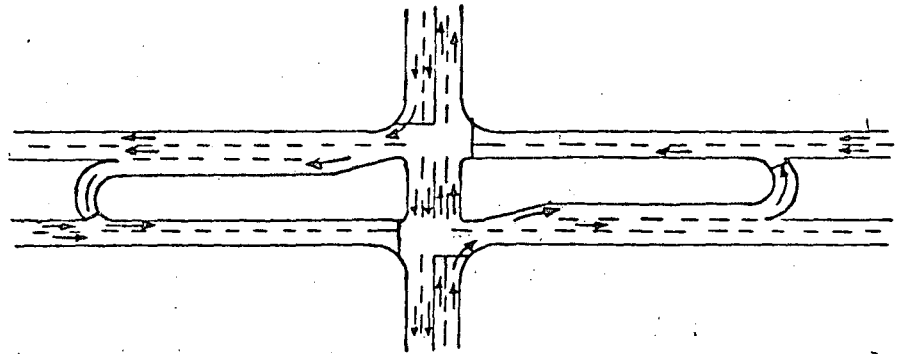
PROYECTOS ESPECIALES DE VUELTA EN "U"
CON CAMELONES ANGOSTOS



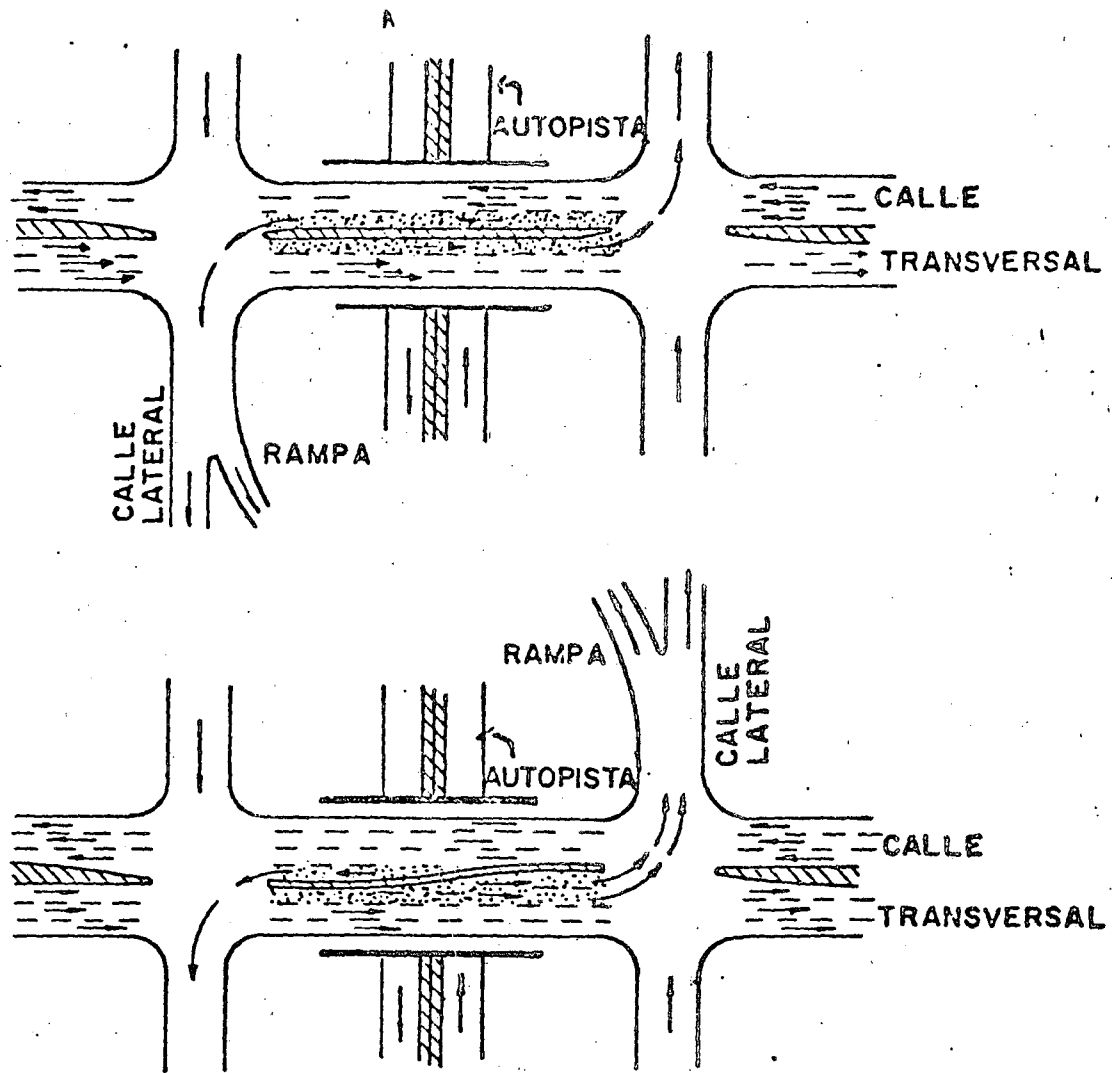
PROYECTO ESPECIAL PARA VUELTAS A LA
IZQUIERDA DE UNA CARRETERA CON CAMÉ
LLON CENTRAL ANGOSTO.



VUELTA IZQUIERDA INDIRECTA A TRAVES
DE UN RETORNO

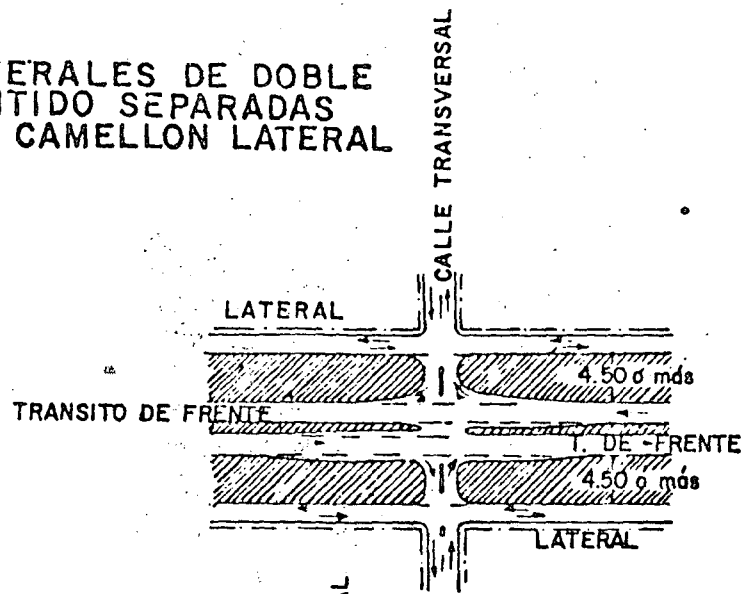


PROYECTO ESPECIAL PARA MOVIMIENTOS DE
VUELTA.

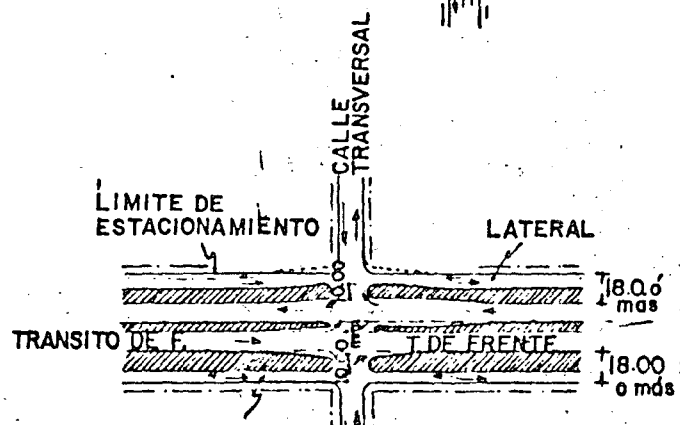
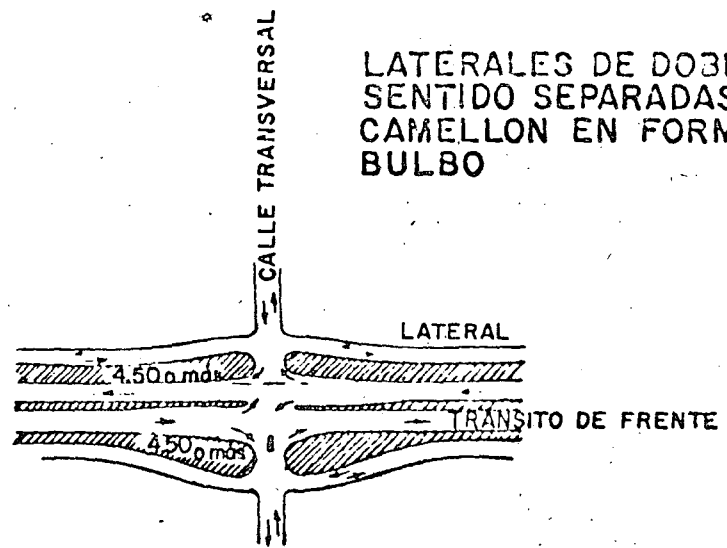


CARRILES PARA VUELTA IZQUIERDA
 EN LA ESTRUCTURA DE UNA CALLE
 TRANSVERSAL CON UNA AUTOPISTA

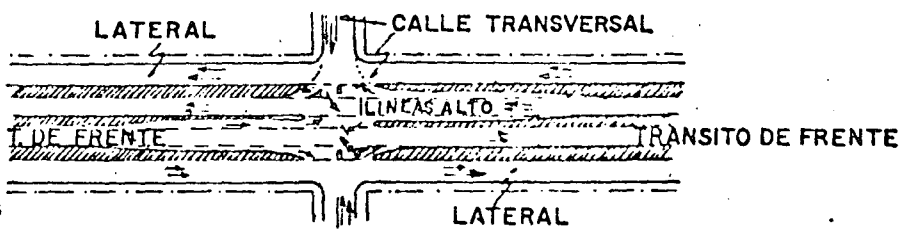
LATERALES DE DOBLE SENTIDO SEPARADAS POR CAMELLON LATERAL



LATERALES DE DOBLE SENTIDO SEPARADAS CON CAMELLON EN FORMA DE BULBO



PROYECTO MINIMO PARA LATERALES DE DOBLE SENTIDO



PROYECTO MINIMO PARA LATERALES DE UN SOLO SENTIDO

INTERSECCIONES CON CALLES LATERALES

3.- ANALISIS Y SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS

En este análisis se comparan las ventajas y desventajas de cada alternativa, de una manera general, sin entrar al detalle, considerando los siguientes conceptos:

- Características geométricas.
- Capacidad y niveles de servicio.
- Características operacionales.

a.- Análisis de las características geométricas

Las principales características geométricas que se analizan en esta etapa son los radios de curvatura de que consta el proyecto.

a1.- Para el caso de tramos de vías urbanas los radios de curvatura se calculan de acuerdo con la fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127 (s + f)}$$

R = Radio de curvatura, en metros.

V = Velocidad de proyecto, en km/h

s = sobreelevación

f = coeficiente de fricción transversal

Las sobreelevaciones para zonas urbanas se recomienda sean como máximo el 6%. En casos especiales pueden llegar al 10 y 12%.

Los coeficientes de fricción transversal varían con la velocidad. La AASHO recomienda que se usen en los proyectos como valores máximos los siguientes coeficientes:

Velocidad Km/h	35	50	65	80	95	110
F	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12

Se deben utilizar los mayores radios posibles, nunca inferiores al mínimo correspondiente a la velocidad de proyecto establecida.

a2.- Para el caso de intersecciones a desnivel:

Para el proyecto de las rampas de intersecciones a desnivel, las velocidades que se recomiendan son menores a las velocidades de proyecto de los tramos de las vías urbanas. Estos valores son:

Velocidad de Proyecto en el tramo de vía urbana, Km/h.	50	65	85	95
Velocidad de proyecto de la rampa, Km/h.				
Deseable	40	55	70	80
Mínimo	25	30	40	50
Radio mínimo correspondiente, m.				
Deseable	45	90	165	210
Mínimo	15	30	45	70

Nota: Las velocidades de proyecto para rampas que son superiores a 50 Km/h. rara vez son aplicables a gazas de trébol.

a3.- Para el caso de intersecciones a nivel

Los radios de curvatura en las intersecciones a nivel varían dependiendo de la importancia de la misma, del ángulo de deflexión y de las características del tránsito. Tabla 1

TABLA 1 RADIOS DE CURVATURA EN LAS ESQUINAS DE LAS INTERSECCIONES A NIVEL.

	ARTERIA		CALLE		CALLE			
	PRINCIPAL	SECUNDARIA	COLECTORA		LOCAL			
VEHICULO DE PROYECTO								
	Autos	Otros	Autos	Otros	Autos	Otros	Autos	Otros
RADIO DE CURVATURA, EN METROS								
ARTERIA PRINCIPAL	15 ó más		12.0 a 15.0		10.5 a 12.0		6.0 a 7.5 7.5 a 9.0	
ARTERIA SECUNDARIA	12.0 a 15.0		10.5 a 12.0		7.5 a 10.5		4.5 a 6.0 6.0 a 7.5	
CALLE COLECTORA	10.5 a 12.0		7.5 a 10.5		4.5 a 6.0 5.0 a 7.5		3.0 a 4.5 4.5 a 6.0	
CALLE LOCAL	6.0 a 7.5	7.5 a 9.0	4.5 a 6.0	6.0 a 7.5	3.0 a 4.5	4.5 a 6.0	1.5 a 3.0	3.0 a 4.5

Es recomendable el proyecto de isletas cuando existan áreas para su construcción.

Para vueltas izquierdas desde una faja separadora física o pintada, los radio de curvatura recomendables varían de 12.0 m., 15.0 m y 22.5 m., dependiendo de la importancia del volúmen del tránsito que hace dicho movimiento.

b.- Capacidad y niveles de servicio

En la tabla / se proporciona una guía para la selección del nivel de servicio de proyecto de acuerdo con el tipo de vía de que se trate.

En esta etapa del proyecto se hace un análisis rápido de capacidad y niveles de servicio, empleando valores "gruesos" de los niveles de servicio "C" (para dar una idea aproximada de cada alternativa).

Para la circulación continua los valores que se deberán considerar son: 1200 a 1500 veh/h por carril.

Para circulación discontinua, se empleará la siguiente formula:

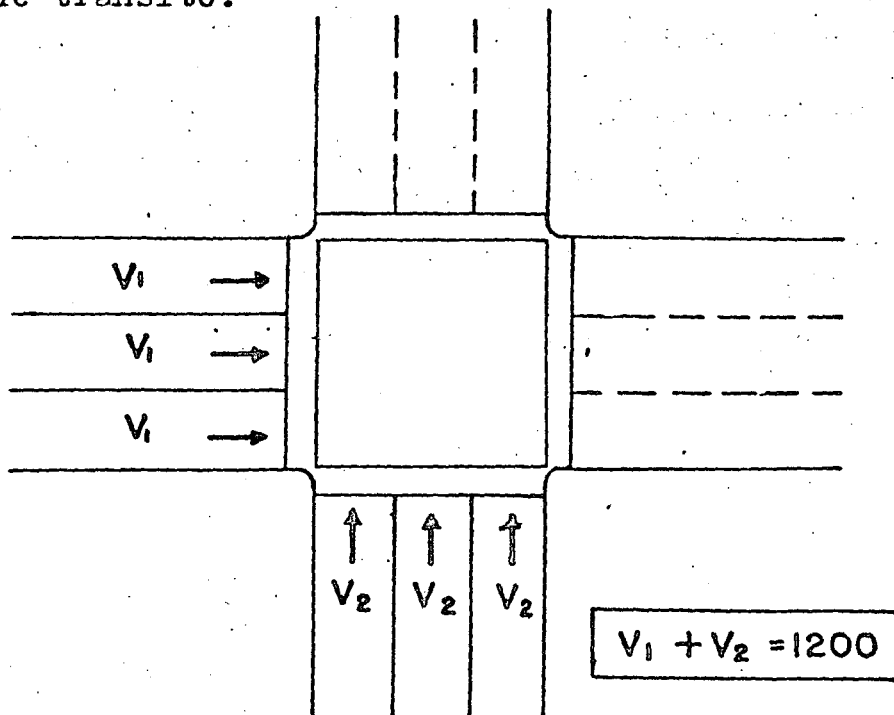
$$V_1 + V_2 + V_3 + \dots = 1200$$

Donde:

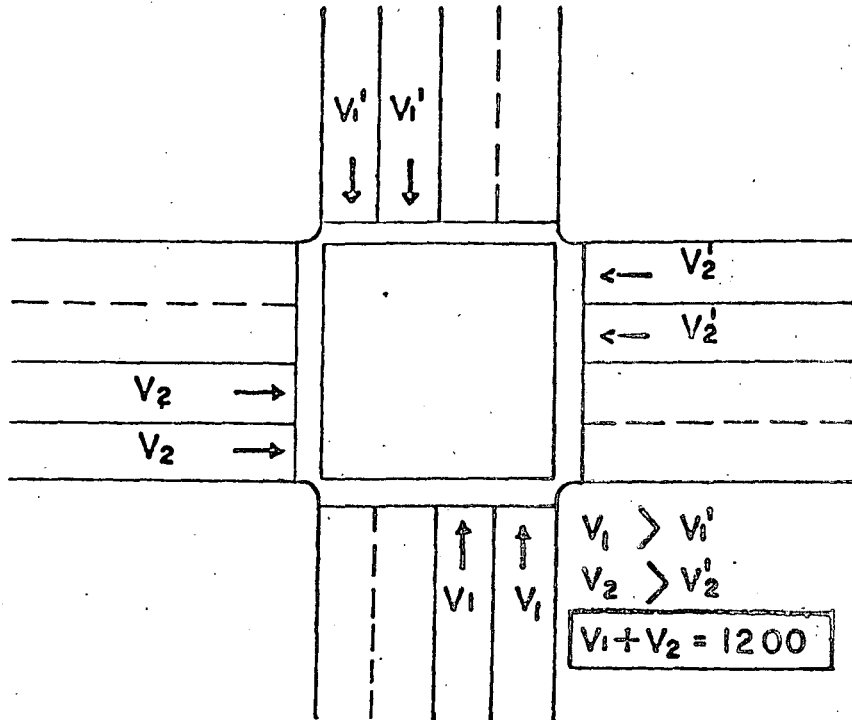
V_1, V_2, V_3 , son los volúmenes horarios de proyecto máximos, por carril.

Ejemplos:

Intersección de 2 calles, cada una con un sentido de tránsito.



Intersección con 2 calles, cada una de doble sentido de tránsito.



Intersección con 2 calles, cada una de doble sentido de tránsito, y una con carriles para vuelta izquierda.

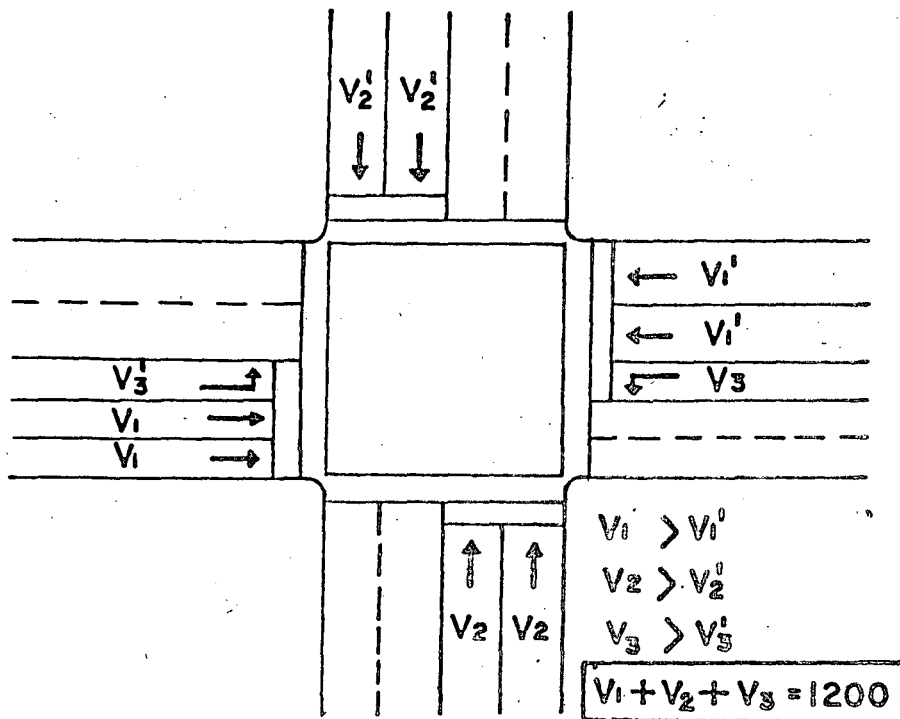


TABLA / GUIA PARA LA SELECCION DEL NIVEL DE SERVICIO DE PROYECTO (1)

TIPO DE VIA	TIPO DE AREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO	
	URBANA Y SUBURBANA	RURAL
AUTOPISTAS:		
- CARRILES PRINCIPALES	C	B
- EN LAS RAMPAS	C	B
- EN LAS ZONAS DE ENTRECruzAMIENTO	C	B
ARTERIAS:		
- CARRILES	C	B
- EN LAS ZONAS DE ENTRECruzAMIENTO	C	B
INTERSECCIONES CON SEMAFOROS:		
- ARTERIAS PRINCIPALES	B	A
- OTRAS ARTERIAS	C	B
- CAMINOS LOCALES Y CALLES	C	C

(1) A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets. 1973
AASHO. pag. 27

c.- Características Operacionales

Entre las características operacionales que se analizan se tienen las siguientes:

c1.- Puntos de conflicto

Los puntos de conflicto se generan principalmente en -- el área de influencia de las intersecciones, al efec--- tuarse los movimientos de divergencia, convergencia, -- entrecruzamiento y cruce. Figuras 1a A

Las alternativas de solución geométrica que presentan - el menor número de puntos de conflicto serán las mejo-- res, desde este punto de vista.

La frecuencia de los puntos de conflicto depende del vo lúmen de tránsito que se encuentra en cada trayectoria de flujo.

c2.- Número de movimientos direccionales que se resuelven en las intersecciones.

Es importante analizar en cada intersección, el número - de movimientos direccionales que se resuelven y de que - manera están resueltos. Algunas alternativas los resuelve rán mejor que otras y ésto es lo que hay que calificar.

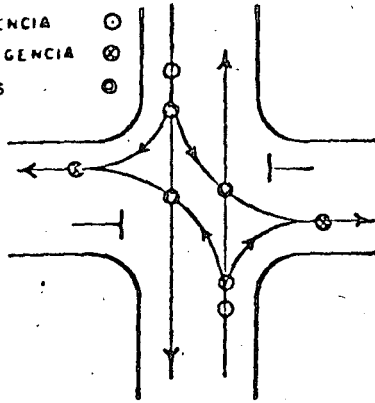
c3.- Ordenamiento de las entradas y salidas en los ramales de las intersecciones.

La combinación de las maniobras de divergencia y convergencia es otro aspecto que hay que analizar en las dife- rentes alternativas.

Por ejemplo, 2 divergencias sucesivas que estén demasia- do cerca una de otra, es un proyecto defectuoso, ya que

8 PUNTOS DE CONFLICTOS

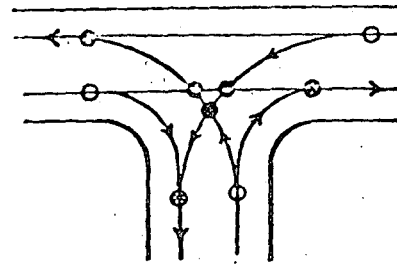
- 4 DIVERGENCIA ⊙
- 2 CONVERGENCIA ⊗
- 2 CRUCES ⊕



CONTROL CON SEMAFORO

9 PUNTOS DE CONFLICTOS

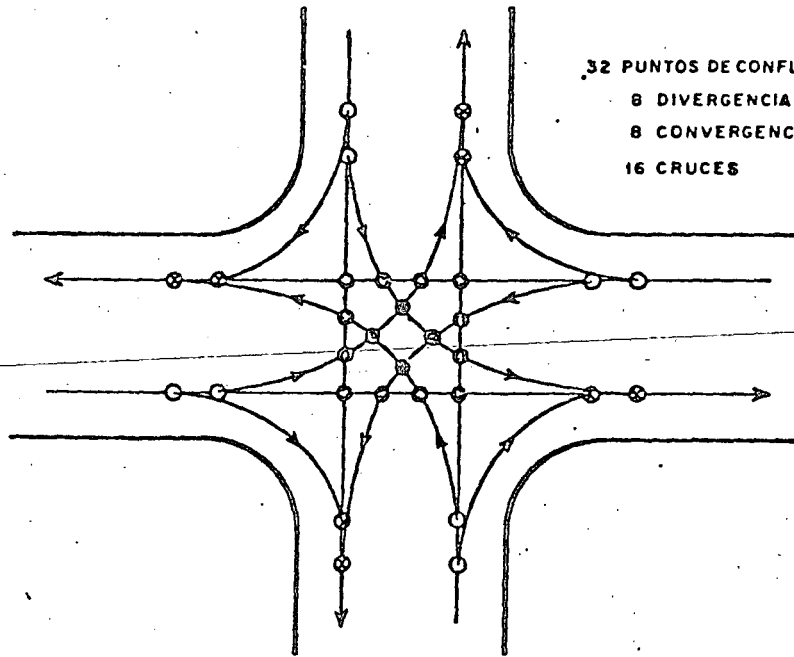
- 3 DIVERGENCIA ⊙
- 3 CONVERGENCIA ⊗
- 3 CRUCES ⊕



INTERSECCION T ó Y

32 PUNTOS DE CONFLICTOS

- 8 DIVERGENCIA ⊙
- 8 CONVERGENCIA ⊗
- 16 CRUCES ⊕



INTERSECCION COMUN DE CUATRO RAMAS

FIGURA : 1. PUNTOS DE CONFLICTO EN INTERSECCIONES

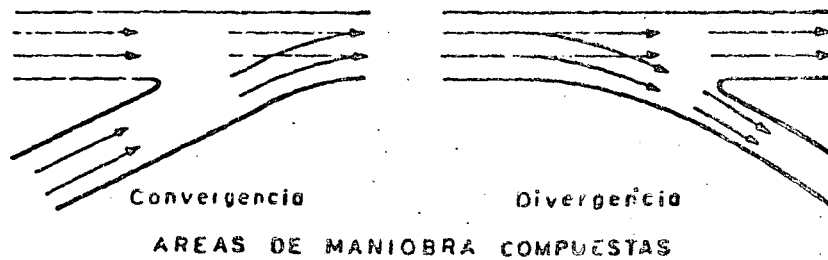
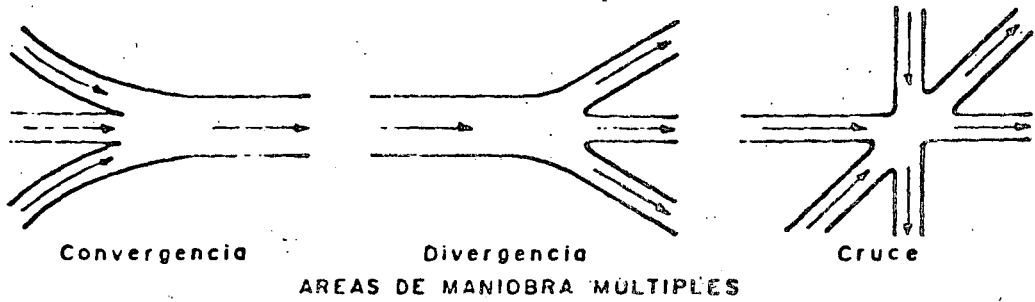
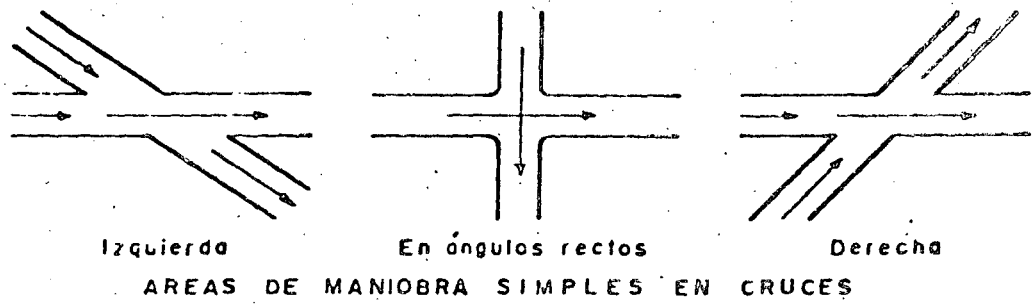
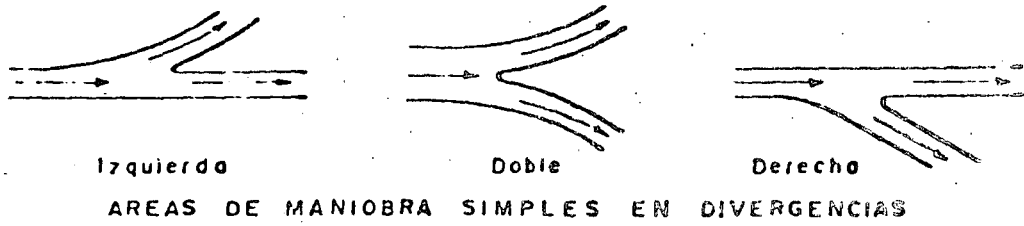
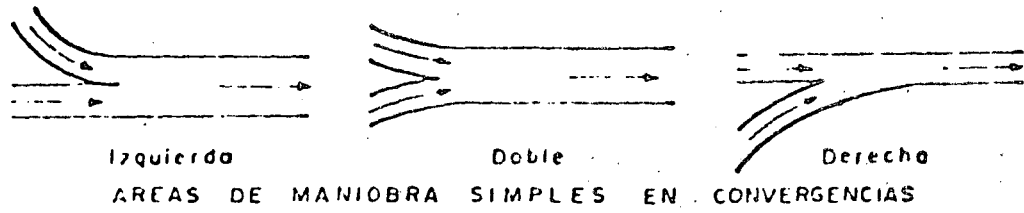
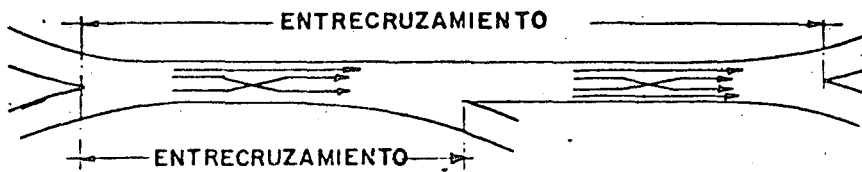


FIGURA 12 EJEMPLOS DE AREAS DE MANIOBRA SIMPLES, MÚLTIPLES Y COMPUESTAS

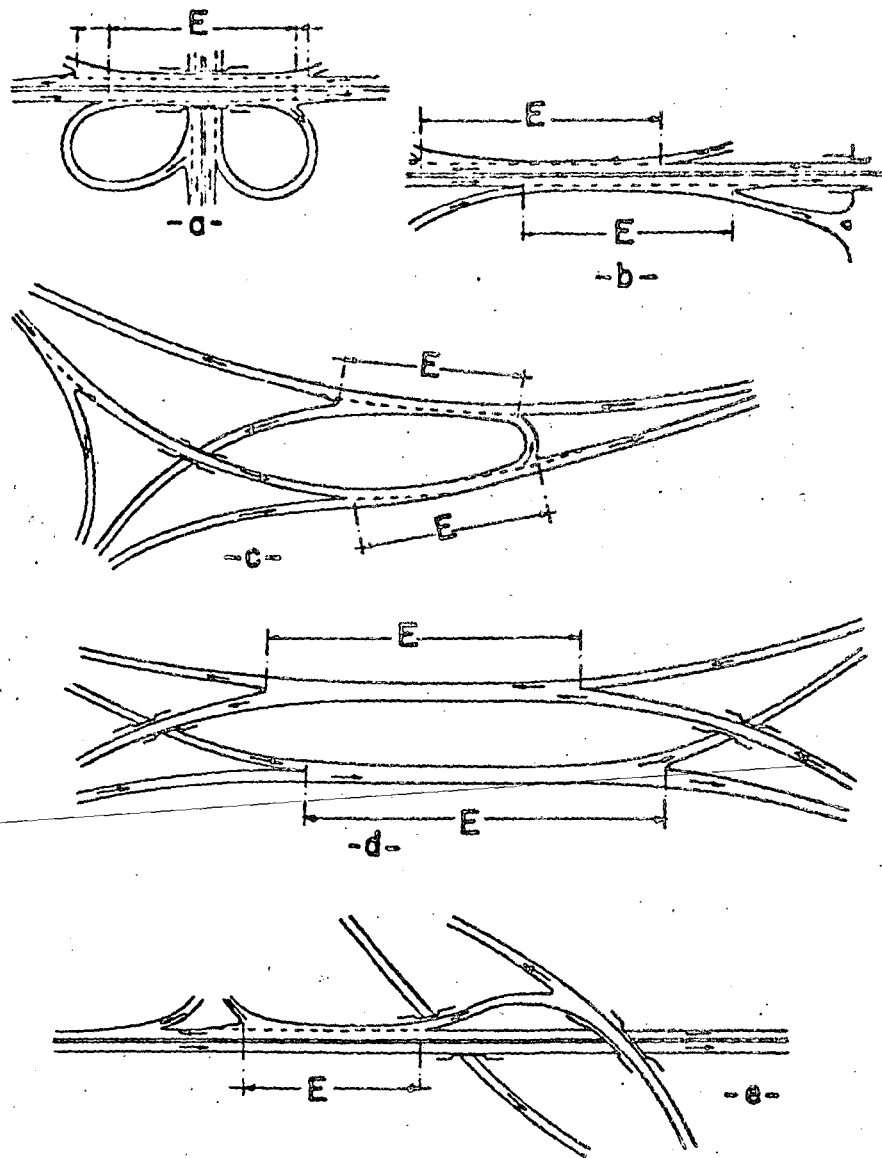
7

ENTRECRUZAMIENTO SIMPLE



ENTRECRUZAMIENTO MULTIPLE

SECCIONES DE ENTRECRUZAMIENTO TIPO



E = ENTRECruzAMIENTO

SECCIONES DE ENTRECruzAMIENTO

motivará confusiones a los conductores y posibles accidentes de tránsito.

Lo mismo se puede decir de 2 convergencias sucesivas, de una convergencia con una divergencia y una divergencia con una convergencia, todas ellas cercanas entre sí.

Para evitar lo anterior, en la figura 5 se indican las distancias que se recomiendan para cada caso en particular. En el caso de que en las alternativa de proyecto geométrico analizada, sea imposible proporcionar dichas distancias, se anotará una calificación baja para la misma.

Además, son preferibles las salidas y entradas por el lado derecho del movimiento vehicular, ya que los carriles derechos, generalmente los vehículos circulan a menor velocidad que en los carriles centrales e izquierdos.

d.- Selección de las mejores alternativas de solución

Una vez de analizadas todas las alternativas de solución geométrica, se procede a calificar cada una, de acuerdo con lo siguiente:

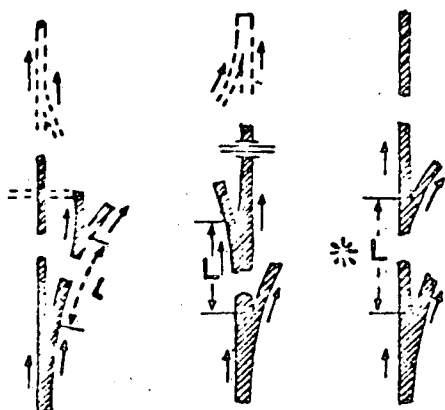
"A" para la mejor

"B" para la regular

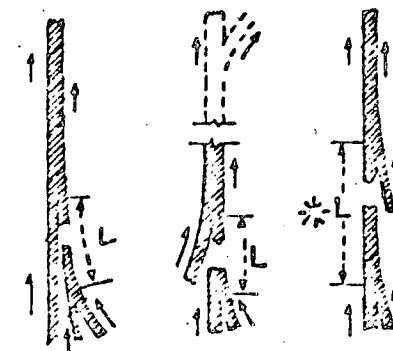
"C" para la deficiente

La calificación anterior se aplica a cada uno de los 3 conceptos antes descritos. Las 2 alternativas que obtengan las mejores calificaciones serán las elegidas para elaborar los anteproyectos geométricos y de dispositivos para el control del tránsito.

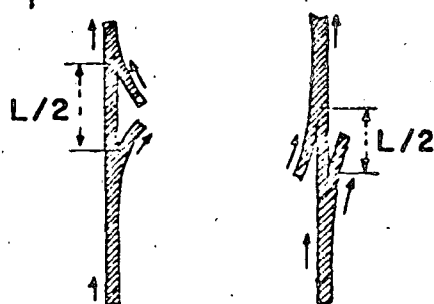
DISTANCIA ENTRE EXTREMOS DE RAMALES SUCCESIVOS



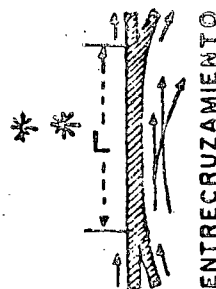
EXTREMOS DE SALIDA SUCCESIVOS
- A -



EXTREMOS DE ENTRADA SUCCESIVOS
- B -



EXTREMO DE SALIDA
SEGUIDO DE
UN EXTREMO DE ENTRADA
- C -



EXTREMO DE ENTRADA
SEGUIDO DE
UN EXTREMO DE SALIDA
- D -

* L Conforme a la tabla, pero no menor que la longitud requerida para cambiar de velocidad. (Longitud de desaceleración o aceleración según sea el caso).

** L Conforme a la tabla, pero L no puede ser menor que la longitud requerida para entrecruzamiento.

DISTANCIA ENTRE EXTREMOS DE RAMALES SUCCESIVOS

VELOCIDAD DE PROYECTO EN Km/h.	30 a 40	50 a 60	70 a 80	90 a 100	110
VELOCIDAD DE OPERACION EN Km/h.	28 a 37	46 a 55	63 a 71	79 a 86	92
DISTANCIA L EN METROS					
MINIMA	40.00	60.00	90.00	110.00	130.00
DESEABLE	100.00	150.00	200.00	240.00	260.00

4.- ELABORACION DE ANTEPROYECTOS GEOMETRICOS Y DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

a.- Sección transversal

En esta etapa, se definirán las secciones transversales de los diferentes elementos que intervienen en el proyecto, de acuerdo con el tipo de vía o intersección urbana, los volúmenes horarios de proyecto, vehículo de proyecto y radios de curvatura.

b.- Anteproyectos geométricos en planta

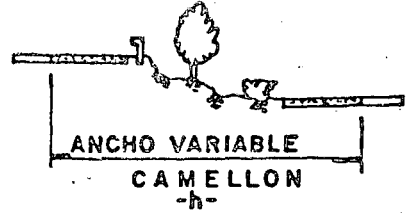
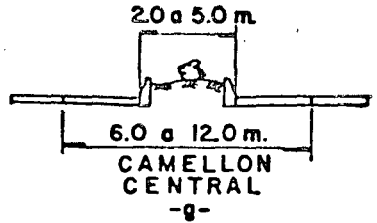
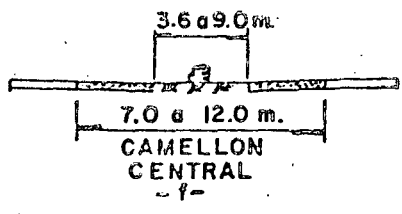
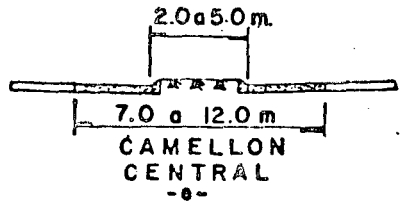
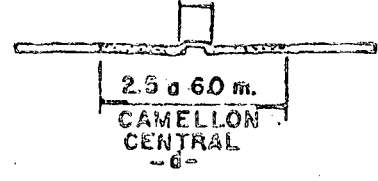
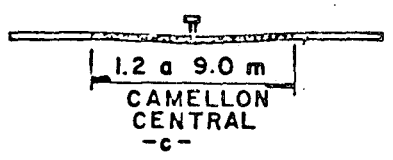
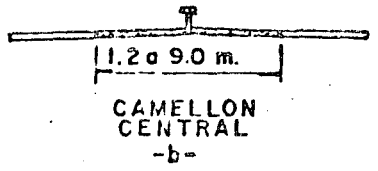
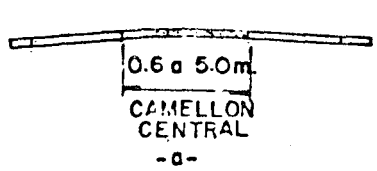
Los anteproyectos geométricos en planta, se elaboraron a escala 1:500 para las intersecciones y escalas 1:500 1:1000, y 1:2000 para los tramos de vía urbana, tomando como base el levantamiento físico del lugar.

Los anchos de carriles en tangente recomendables son los siguientes:

Para autobuses y camiones = 3.60 m.

Para automóviles = 3.00 m. a 3.30m.

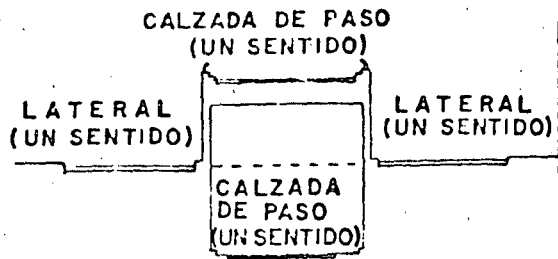
En las tablas y figuras siguientes se indican algunas recomendaciones de las características geométricas para los diferentes tipos de vías e intersecciones.



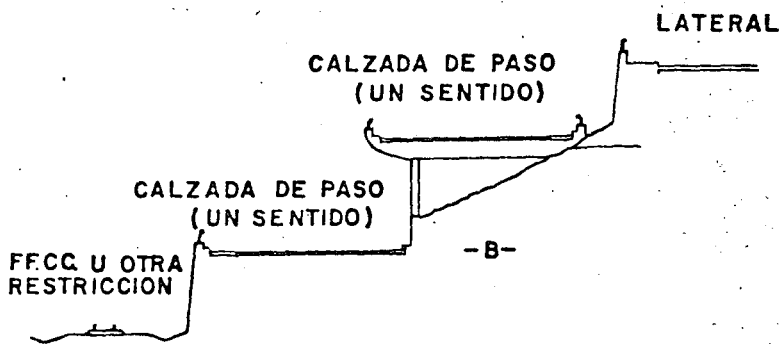
NOTA: TODAS LAS DIMENSIONES SON APROXIMADAS

CAMELLONES CENTRALES TIPO

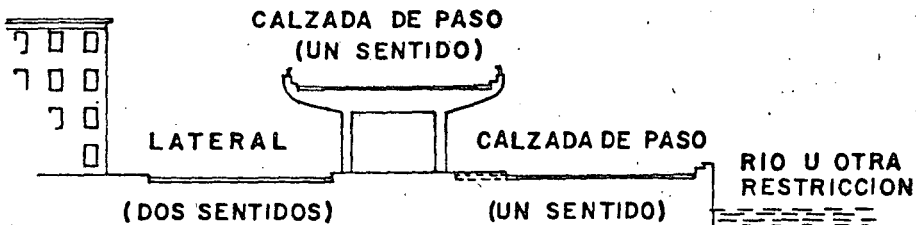
PARA AUTOPISTAS URBANAS



- A -

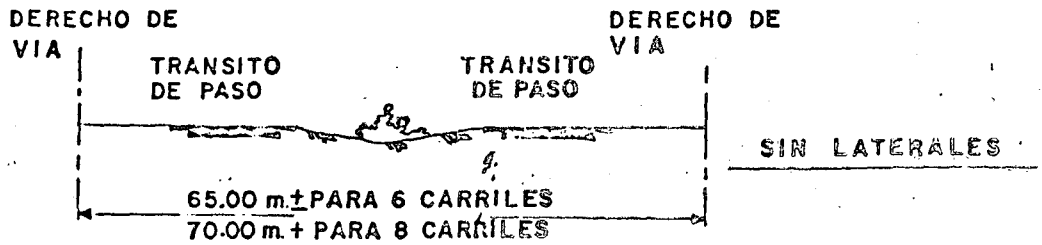
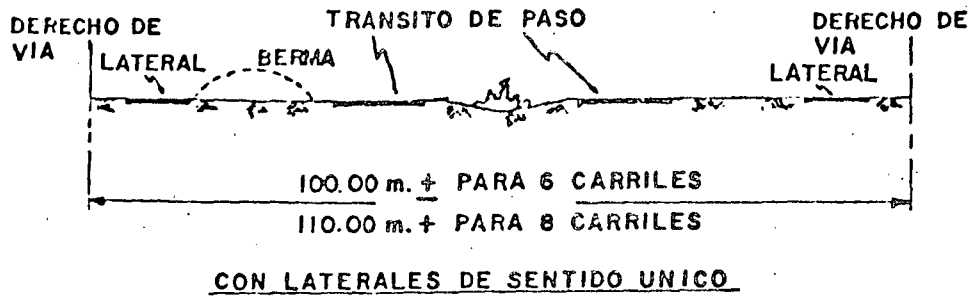


- B -

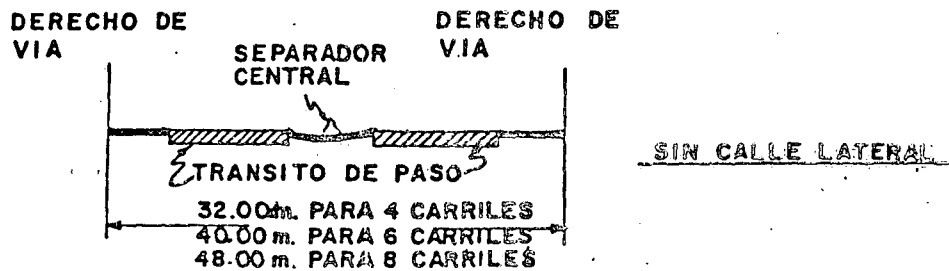
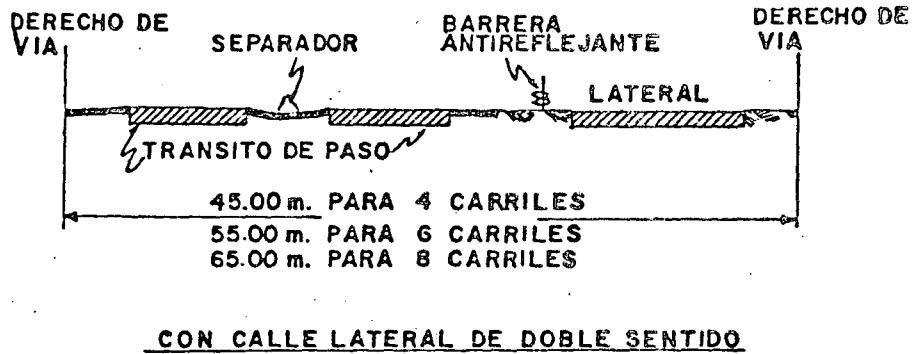


- C -

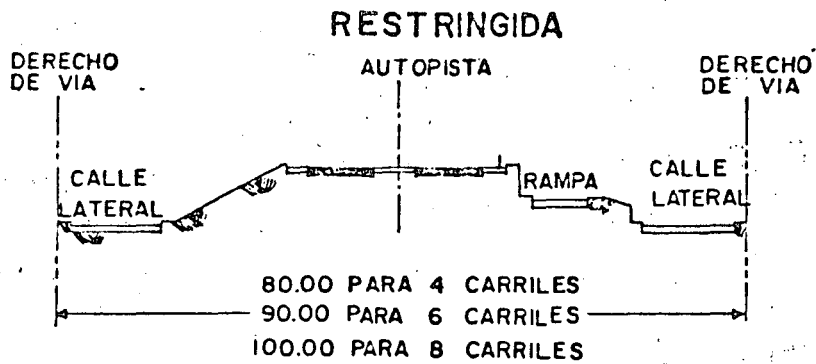
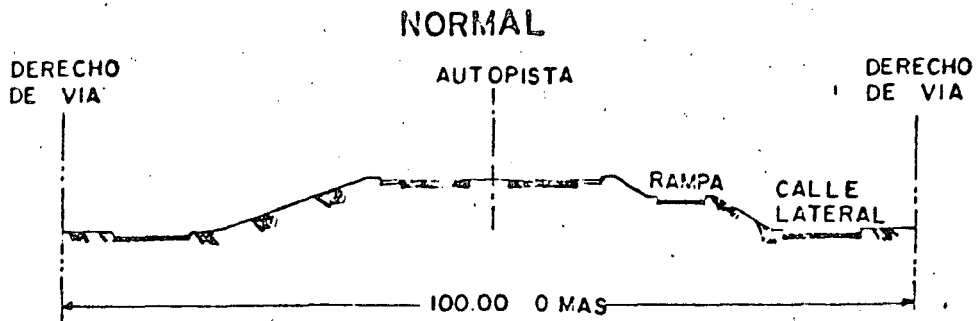
DIFERENTES COMBINACIONES DE SECCIONES
TRANSVERSALES PARA UNA AUTOPISTA



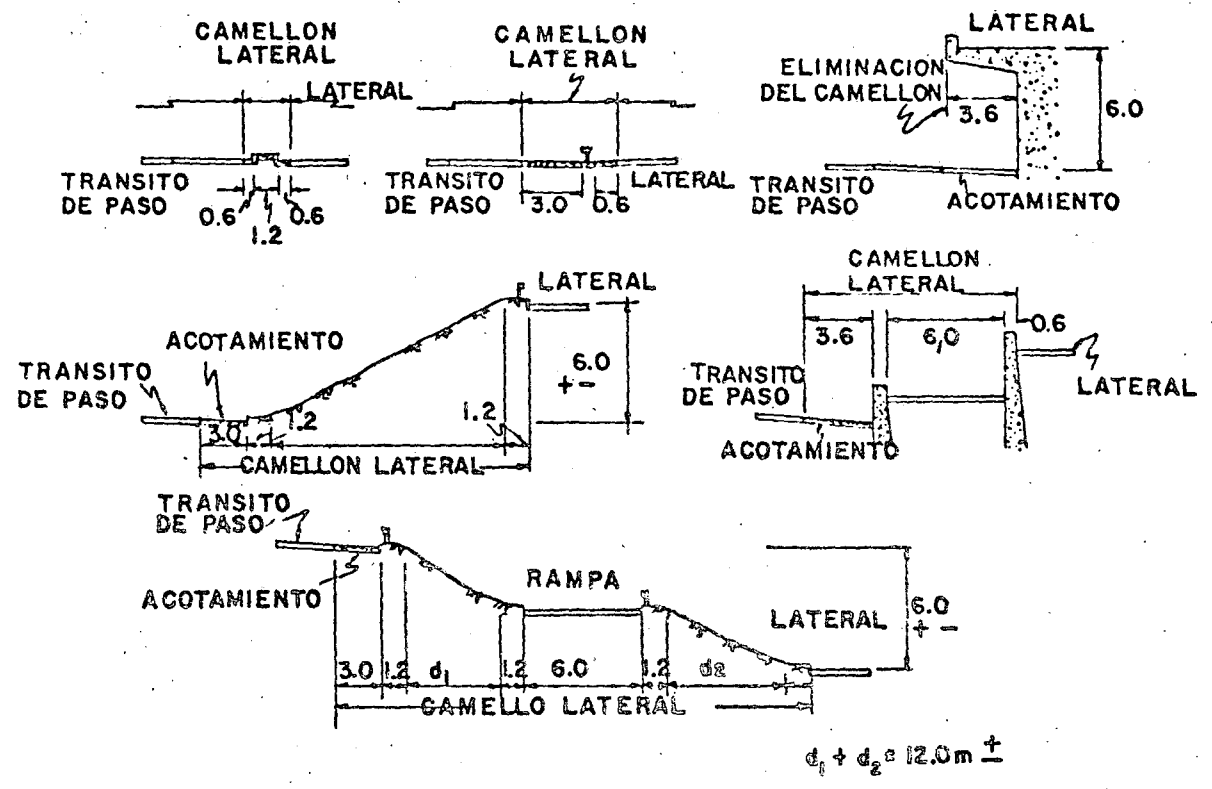
DERECHO DE VIA Y SECCION TRANSVERSAL PARA AUTOPISTAS A NIVEL



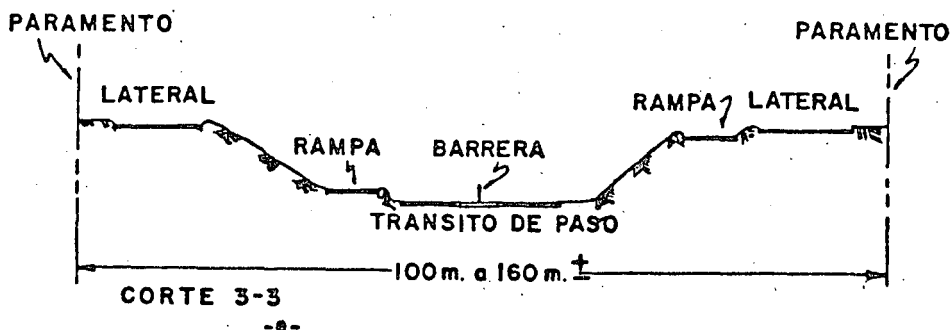
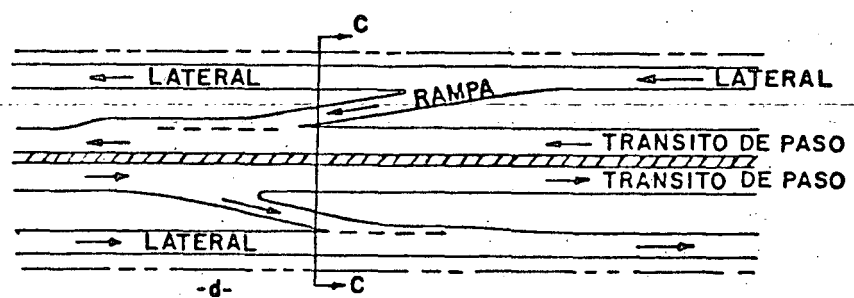
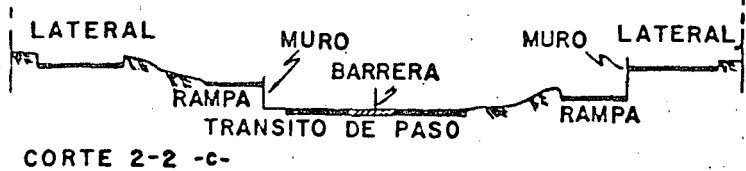
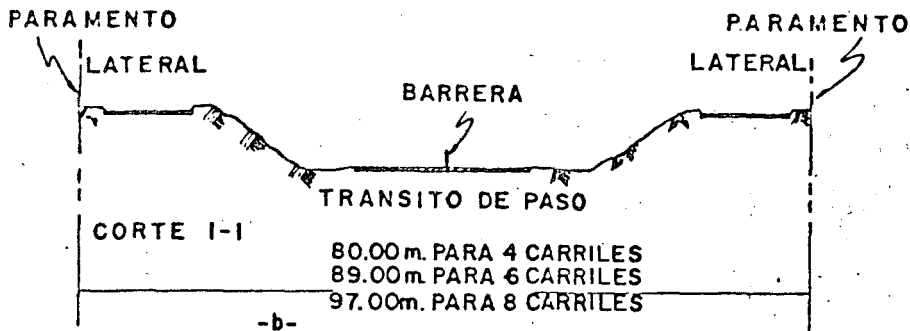
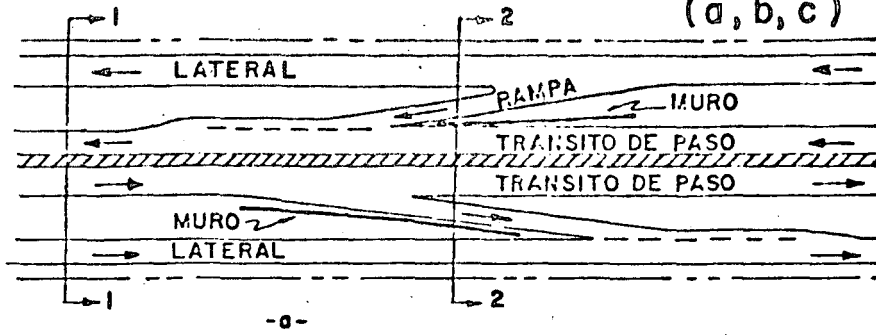
DERECHO DE VIA Y SECCION TRANSVERSAL RESTRINGIDA PARA AUTOPISTAS A NIVEL



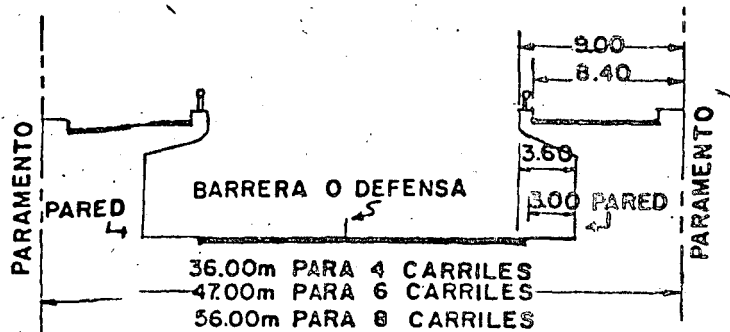
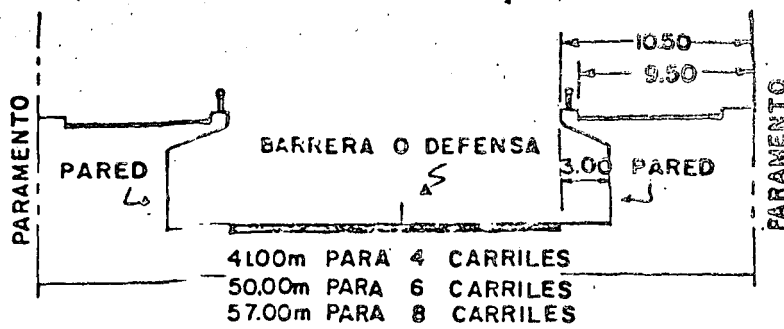
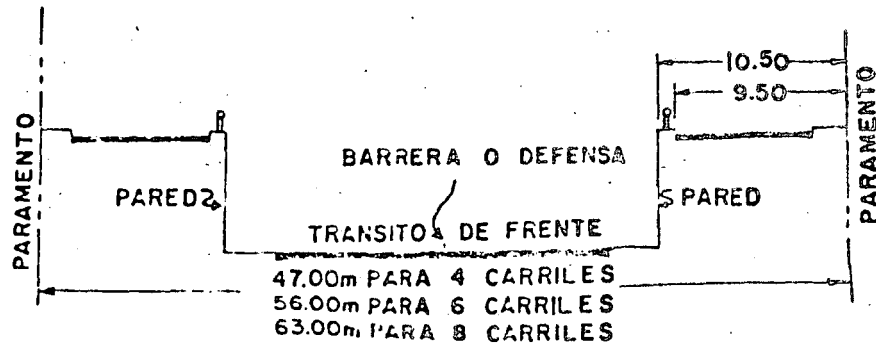
**DERECHO DE VIA Y SECCION TRANSVERSAL PARA UNA AUTOPISTA
EN TERRAPLEN**



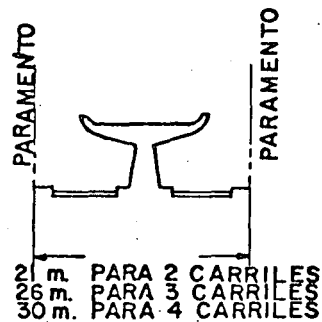
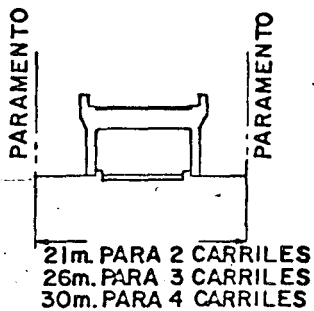
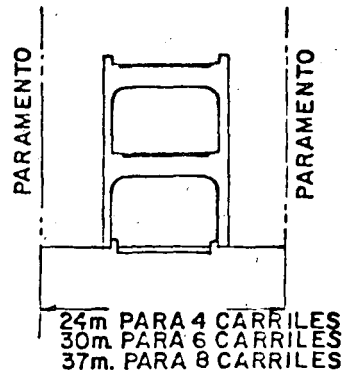
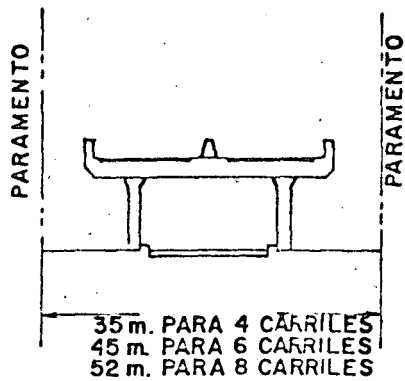
SECCION TRANSVERSAL RESTRINGIDA PARA AUTOPISTAS A DESNIVEL INFERIOR (a, b, c)



SECCION TRANSVERSAL NORMAL PARA AUTOPISTAS A DESNIVEL INFERIOR (d, e)

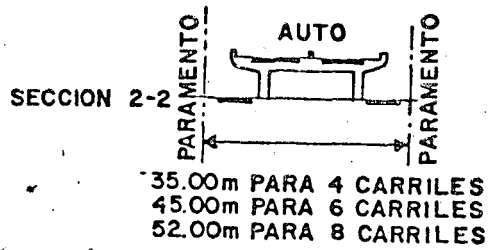
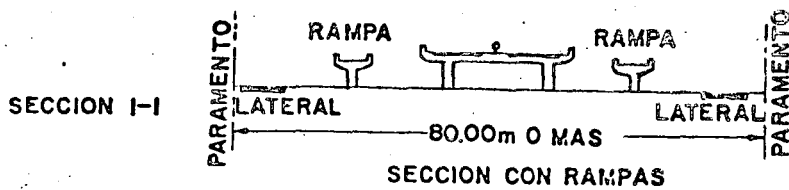
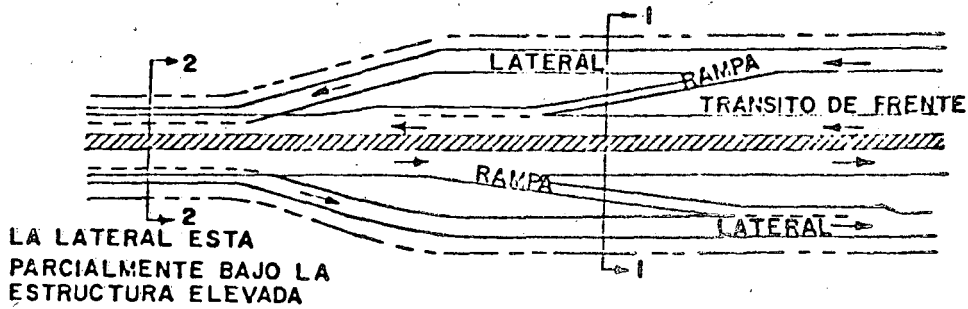


SECCIONES TRANSVERSALES Y DERECHO DE VIA EN AUTOPISTAS INFERIORES, SIN RAMPAS Y EMPLEANDO MUROS DE CONTENCION



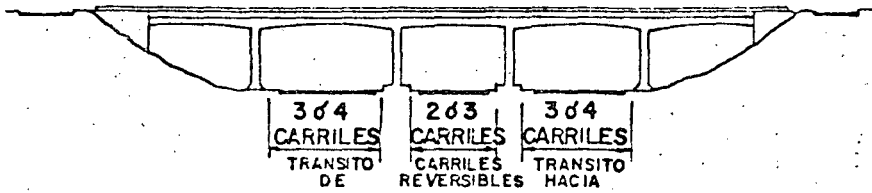
ESTRUCTURAS DE UN SENTIDO.

SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE
VIA MINIMOS PARA AUTOPISTAS ELE
VADAS SOBRE ESTRUCTURAS Y SIN
RAMPAS

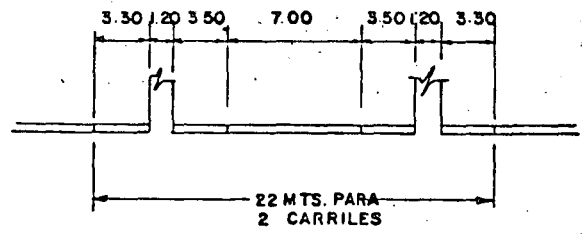


SECCION RESTRINGIDA SIN RAMPAS.

SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA PARA AUTOPISTAS ELEVADAS EN ESTRUCTURA CON CALLES LATERALES

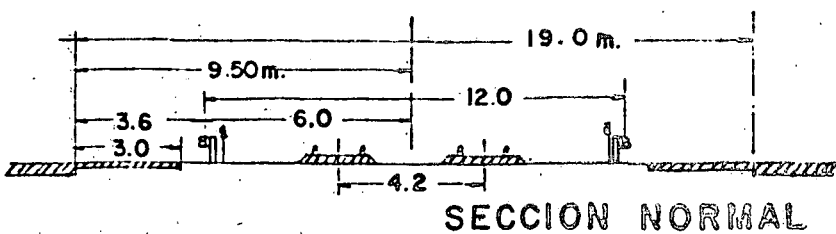


SECCION TRANSVERSAL DE UN PASO INFERIOR

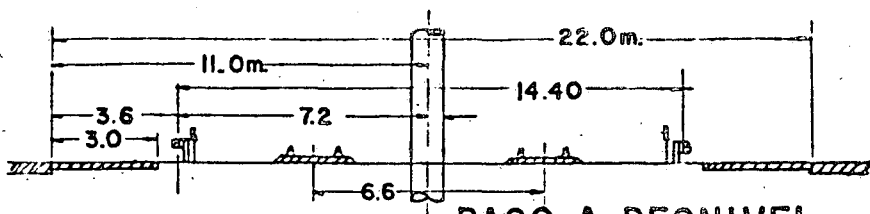


SECCION NORMAL DE ARTERIAS REVERSIBLES

SECCION TRANSVERSAL TIPICA PARA OPERACION REVERSIBLE

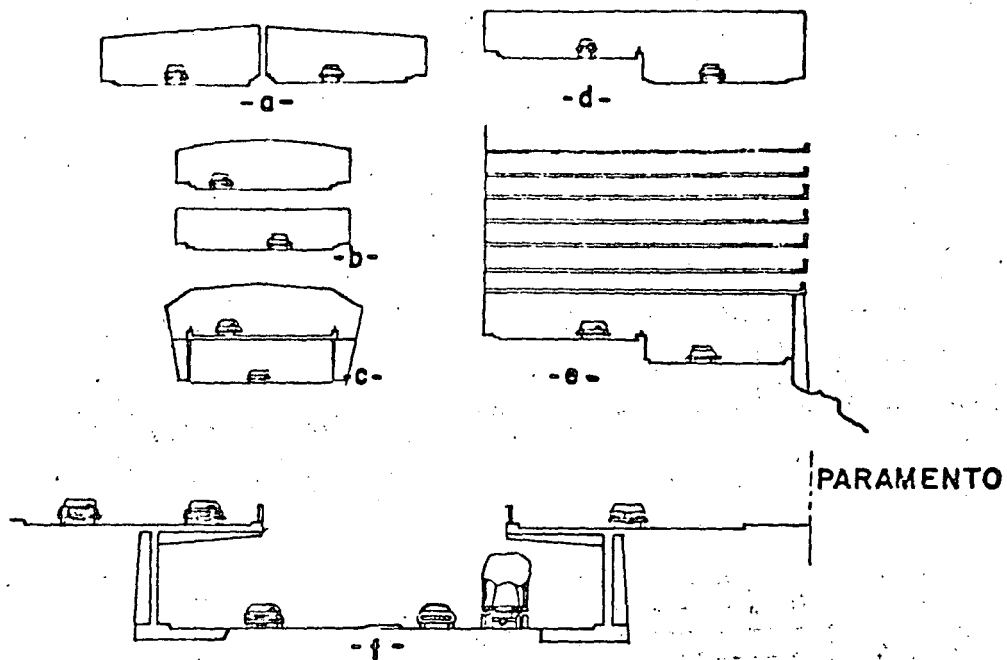


SECCION NORMAL

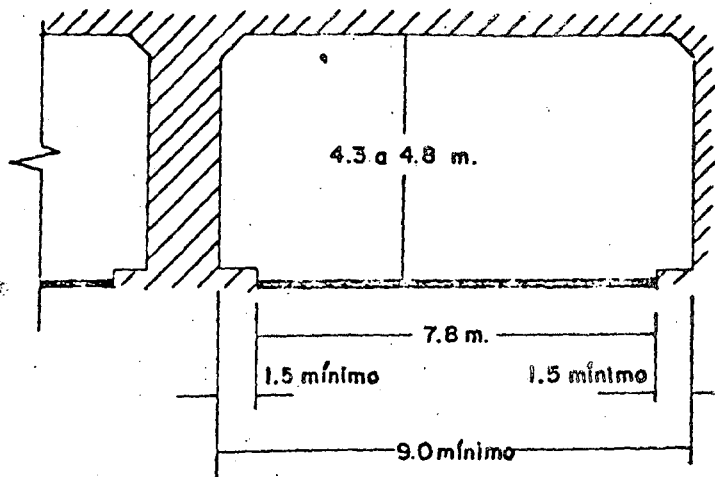


PASO A DESNIVEL
INFERIOR CON UNA
COLUMNA

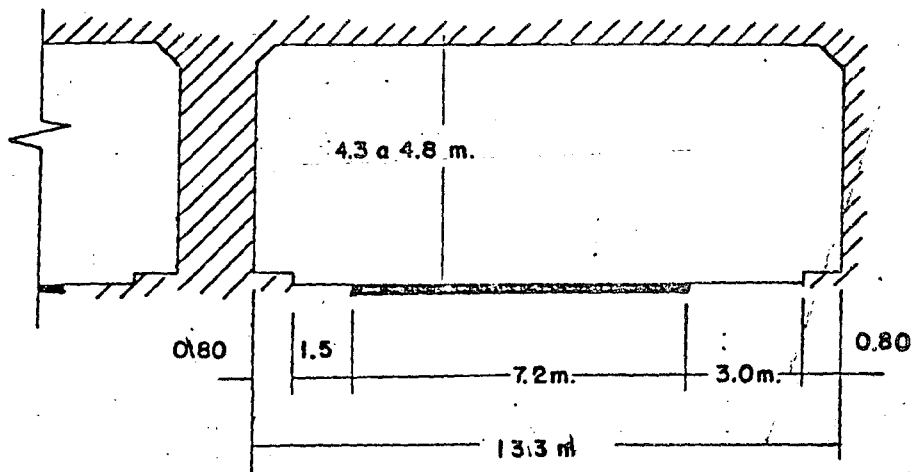
SECCIONES TIPICAS CON FERROCARRIL
EN EL CAMELLON CENTRAL DE UNA AUTOPISTA



SECCIONES DIAGRAMATICAS TIPO TUNEL

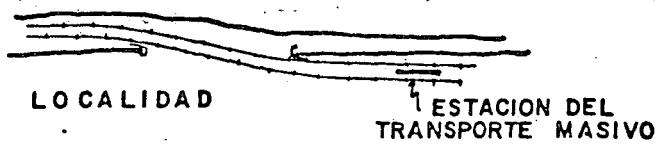
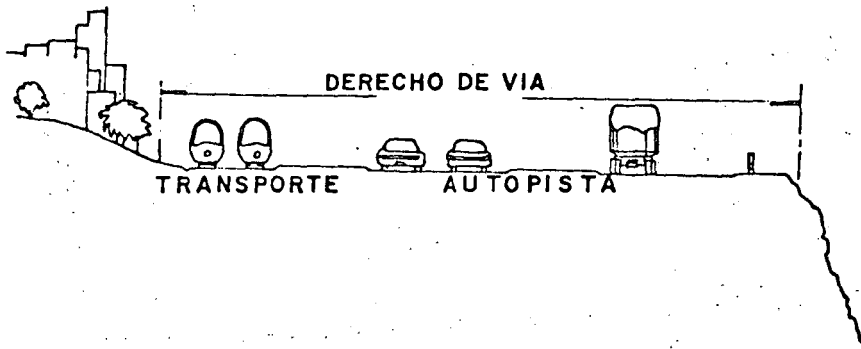


- M I N I M O -



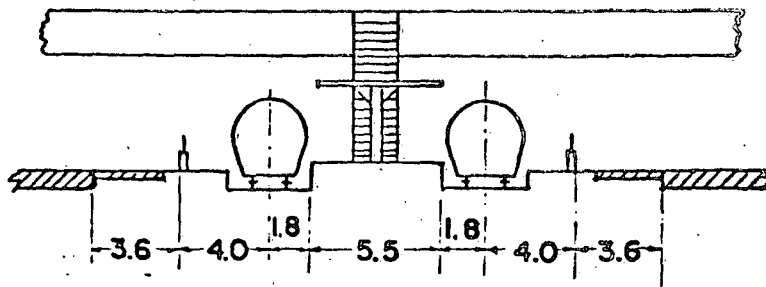
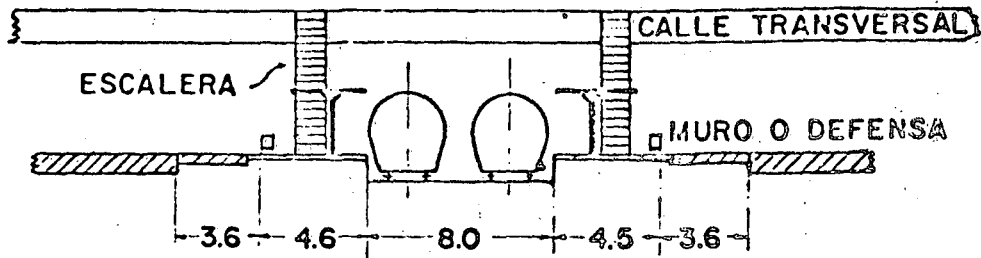
- D E S E A B L E -

SECCIONES TÍPICAS EN TUNEL DE
DOS CARRILES



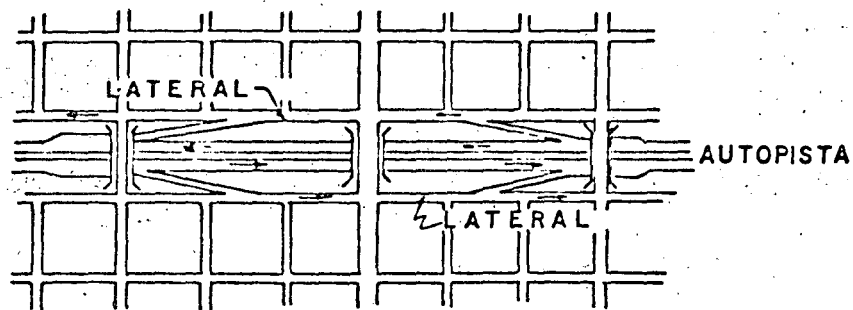
DERECHO DE VIA DE UNA AUTOPISTA Y TRANSPORTE MASIVO

ESTACION DOBLE

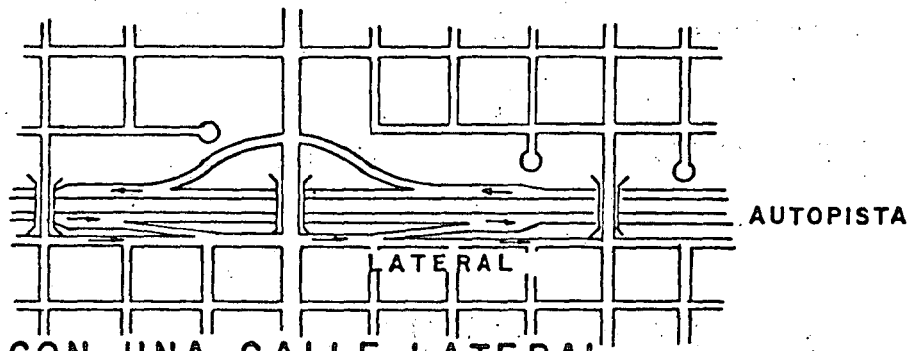


ESTACION SIMPLE

DIMENSIONES PARA UNA ESTACION DE
TRANSPORTE MASIVO

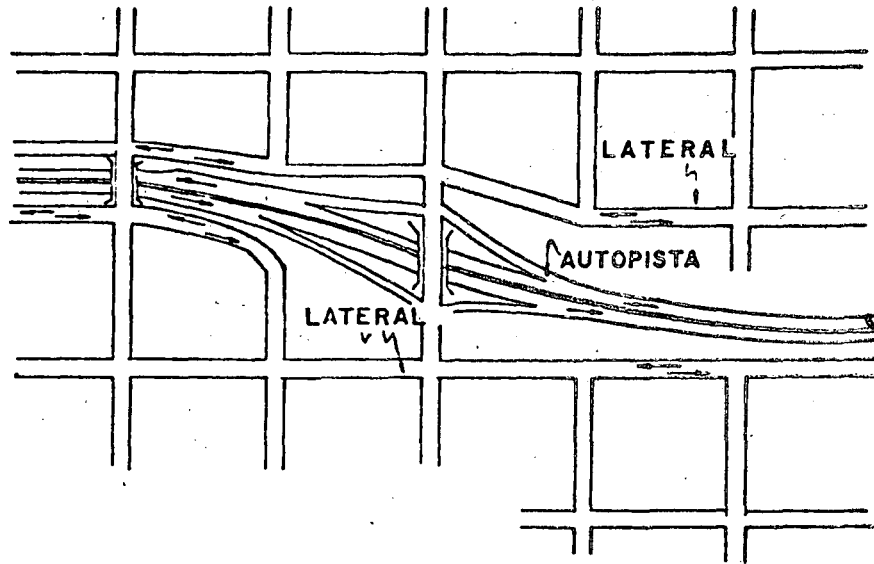


CON DOS CALLES LATERALES

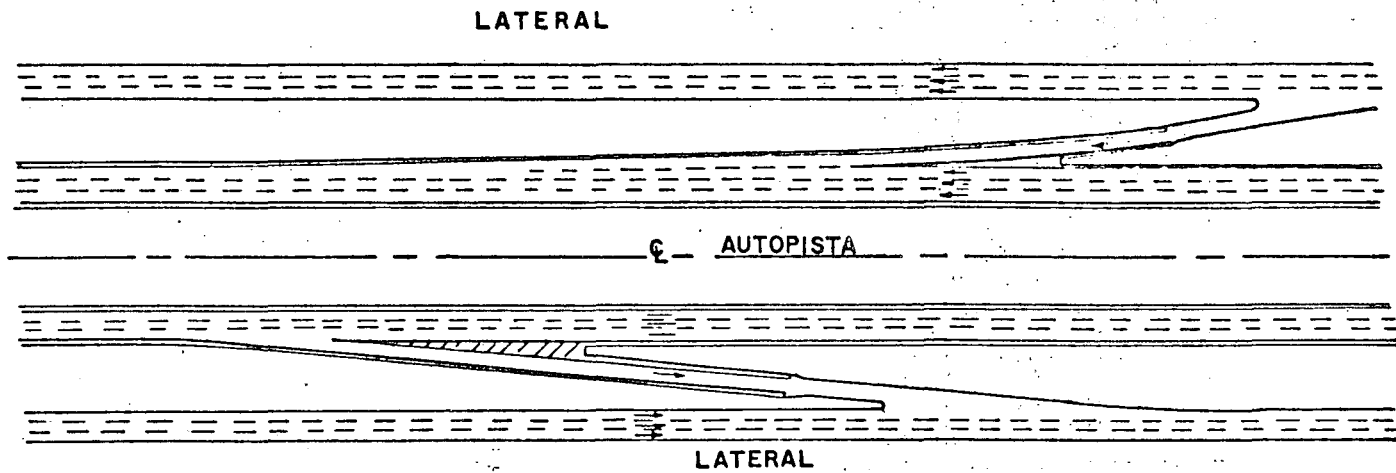


CON UNA CALLE LATERAL

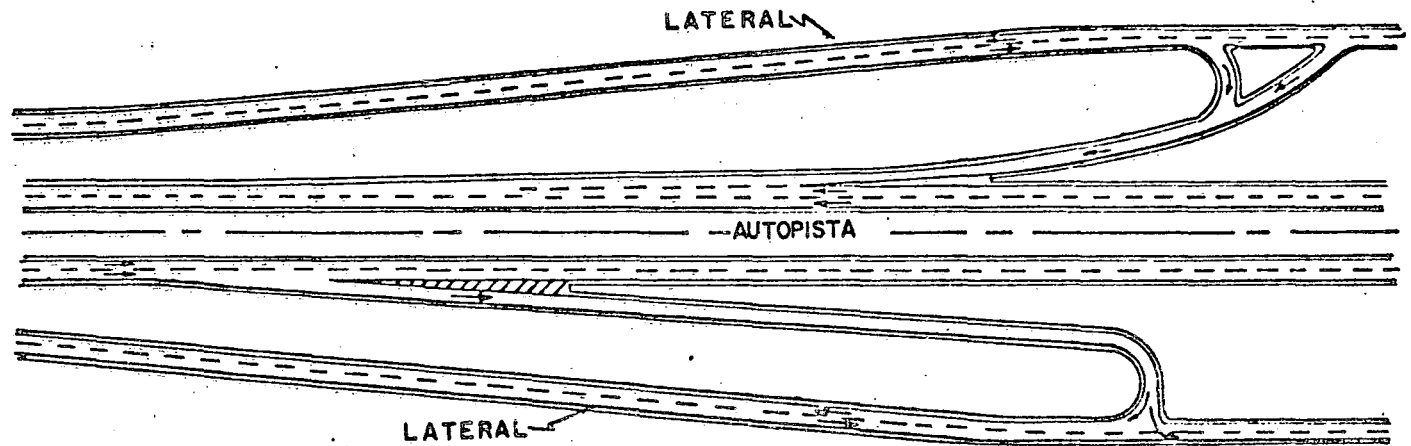
DISPOSICION TIPO DE CALLES LATERALES



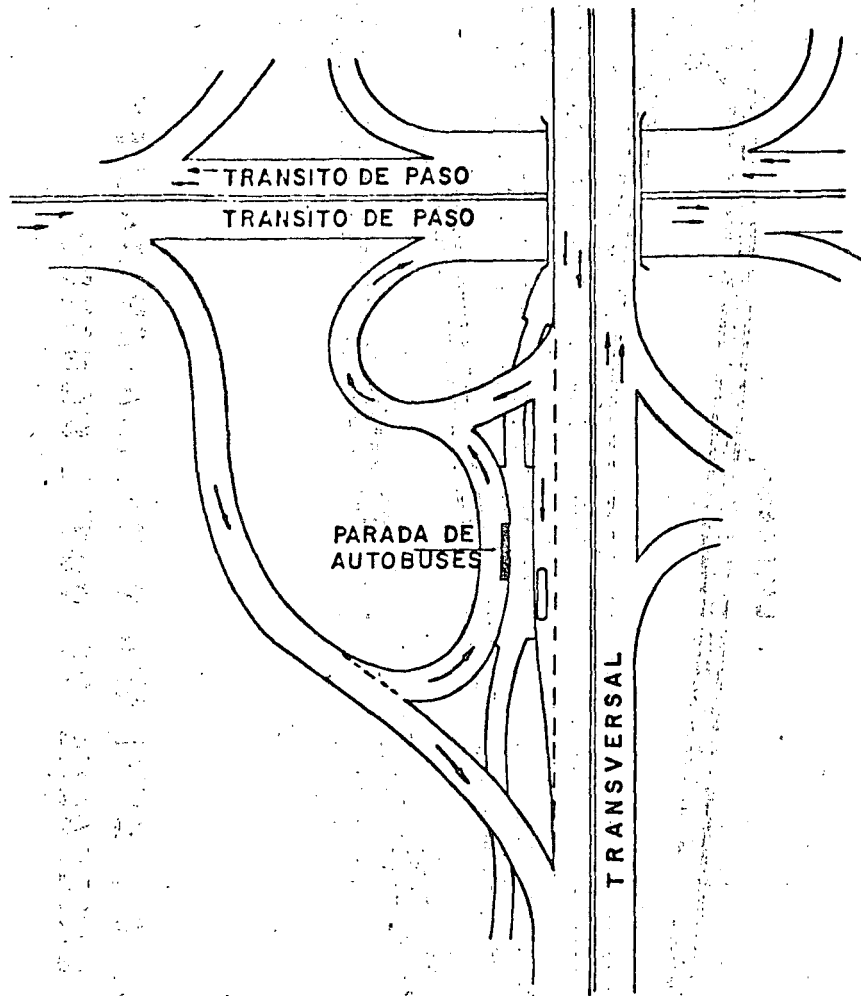
CALLES LATERALES CON TRAZO IRREGULAR



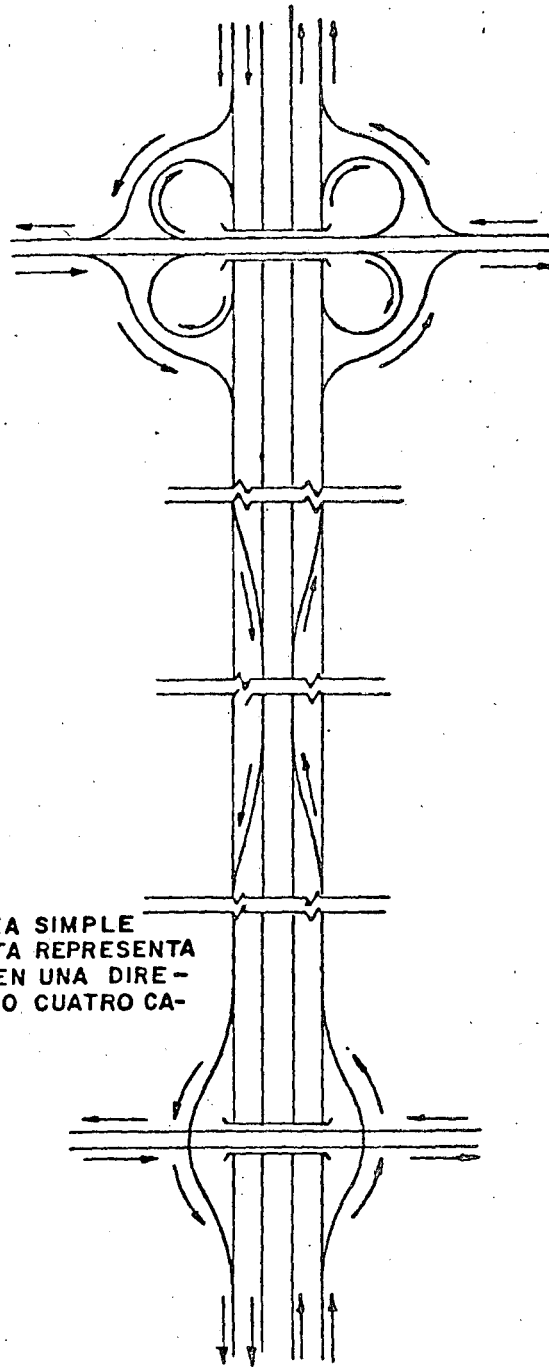
RAMPA DE ENTRADA Y SALIDA EN CALLES
LATERALES DE UN SENTIDO



RAMPA DE ENTRADA Y SALIDA EN CALLES
LATERALES DE DOBLE SENTIDO



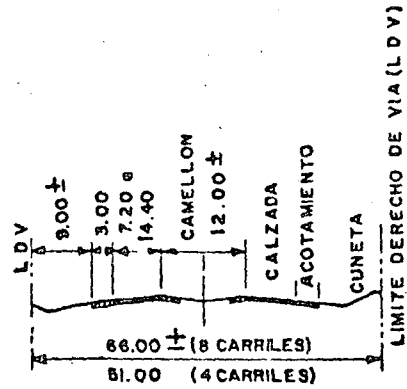
PARADA DE AUTOBUSES EN CALLES A NIVEL
EN LAS INTERSECCIONES CON GAZAS DE TEBOL.



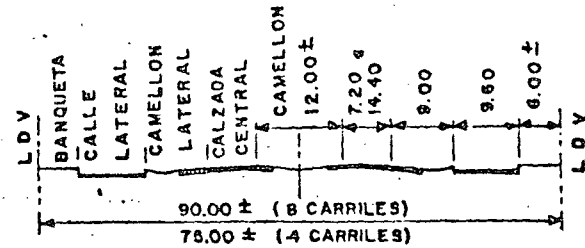
NOTA: LA LINEA SIMPLE
EN LA AUTOPISTA REPRESENTA
UNA CALZADA EN UNA DIRE-
CCION, DE DOS O CUATRO CA-
RRILES

DIAGRAMA DE UNA AUTOPISTA

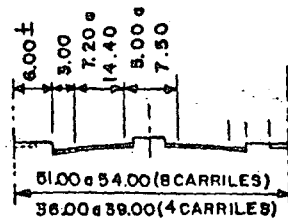
SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS—DIMENSIONES PARA LAS ARTERIAS



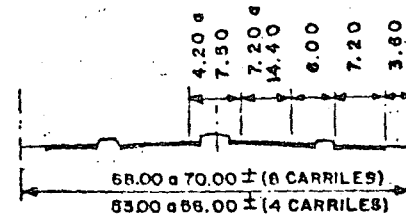
(A) DESEABLE



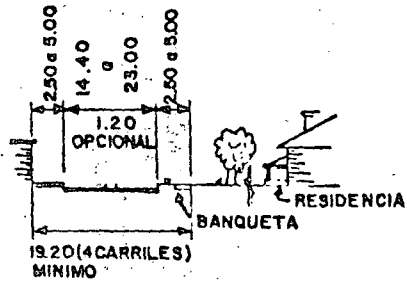
(D) DESEABLE



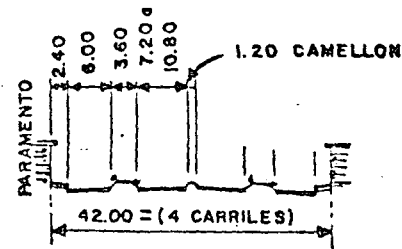
(B) INTERMEDIA



(E) INTERMEDIA



(C) RESTRINGIDA
SIN CALLES LATERALES

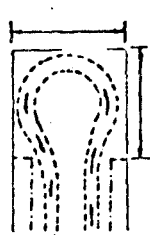


(F) RESTRINGIDA
CON CALLES LATERALES

EN LAS INTERSECCIONES SE REQUERIRAN ANCHOS MAYORES EN LOS CAMELLONES LATERALES.

TIPO DE MANIOBRA		M - Mínimo ancho de camellón, en m. para vehículo de proyecto.				
		A	DE-1220 Camión	Autobús	DE-1525	
CARRIL INTERIOR A CARRIL INTERIOR		9.5	18.00	19.00	20.5	21.00
CARRIL INTERIOR AL 2º CARRIL		6.00	14.5	15.5	17.00	12.5
CARRIL INTERIOR AL 3º CARRIL		3.00	11.5	12.5	14.5	14.5

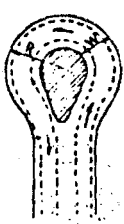
DISEÑO MINIMO PARA VUELTAS EN "U"



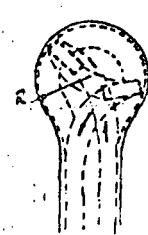
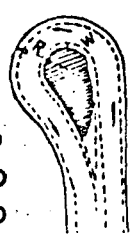
VEHICULO DE DISEÑO	W	L
DE-335	9.00	18.00
DE-610	12.00	24.00
DE-1225	15.00	30.00



TERMINACION EN CUADRO



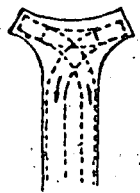
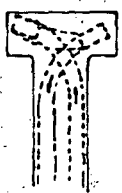
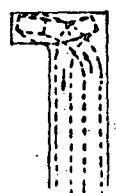
VEHICULO DE DISEÑO	R	W
DE-335	9.00	5.50
DE-610	11.00	6.60
DE-1225	13.00	7.50
DE-1550	14.00	9.00



CIRCULAR

CIRCULAR ASIMETRICA

CIRCULAR SIMETRICA



TIPO L

TIPO T

TIPO Y

TIPO DE BRAZO

TIPOS DE RETORNOS EN CALLES CERRADAS

Se dibujarán con mayor detalle todos los elementos geométricos que intervienen en el proyecto que se trate. Estos elementos pueden ser: anchos de calzadas (número de carriles), aceras, camellones, isletas, carriles de aceleración ó desceleración, sobreanchos en las curvas ancho de afectaciones, etc. Además se indicarán los datos geométricos que sean necesarios.

c.- Anteproyectos geométricos en perfil

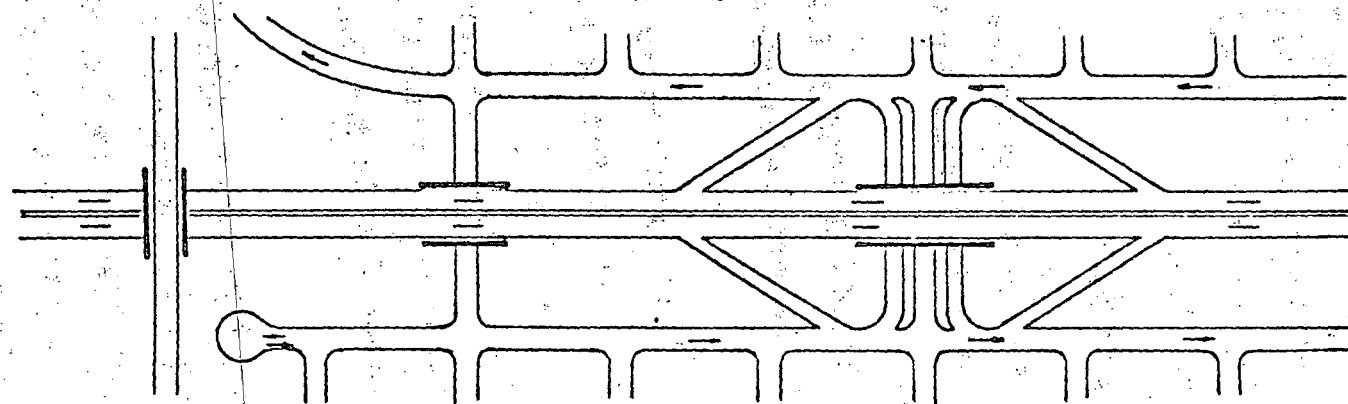
Los anteproyectos geométricos en perfil para las intersecciones se elaboran a 1:500 para la escala horizontal y 1:50 para la escala vertical.

Para los tramos de vía urbana, 1:500, 1:1000 y 1:2000, para la escala horizontal y para la escala vertical 10 veces mayor a la horizontal.

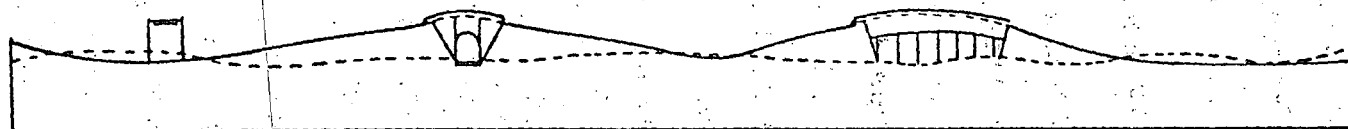
En la tabla Num. 2 se indican las pendientes máximas recomendables, en relación a la velocidad de proyecto, tipo de vía y topografía del terreno.

En la gráfica Num. 1 se indica la distancia requerida para las rampas en los pasos a desnivel, ya sean elevados o inferiores, en relación a la pendiente y a la altura por librar.

Los perfiles del terreno natural se deducen de las plantas topográficas y se anteproyectan las rasantes y las ligas del pavimento de los enlaces o ramales de las intersecciones, tomando en cuenta las sobreelevaciones de las mismas, de tal manera que se logre continuidad en la superficie de rodamiento, evitando lomos o depresiones molestas para el tránsito.



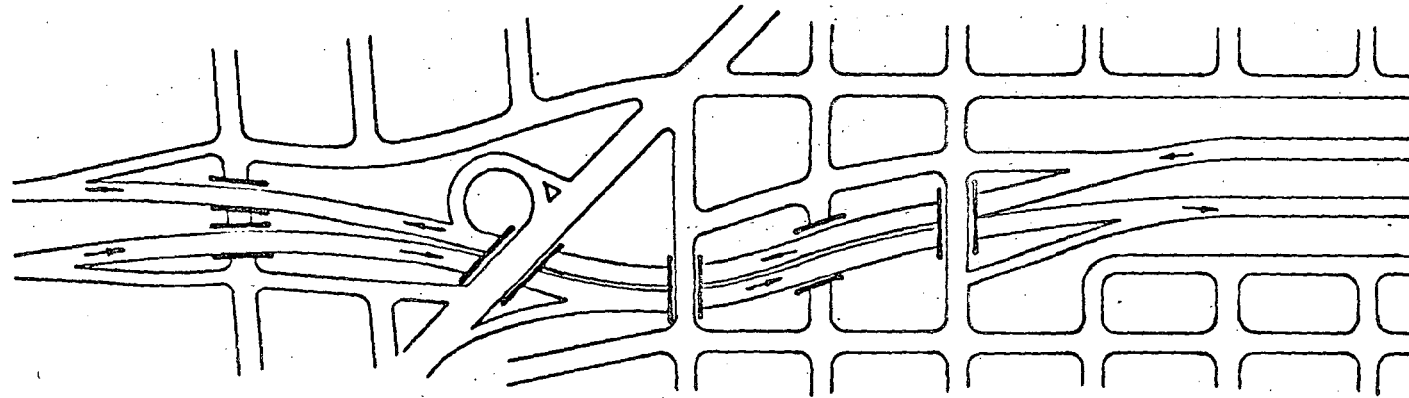
PLANTA



PERFIL

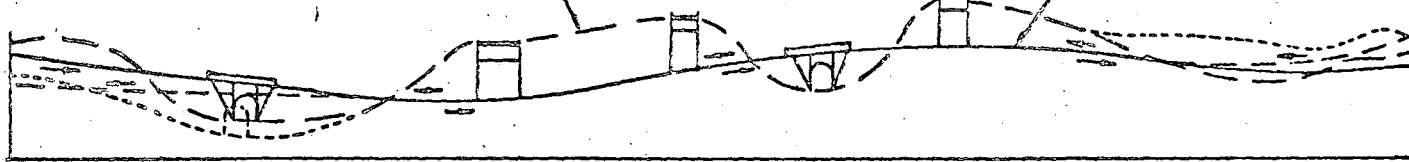
COMBINACION DEL PERFIL (EN TERRENO PLANO) CON
EL TIPO DE AUTOPISTA.

PLANTA



PERFIL DEL TERRENO

PERFIL DE LA AUTOPISTA

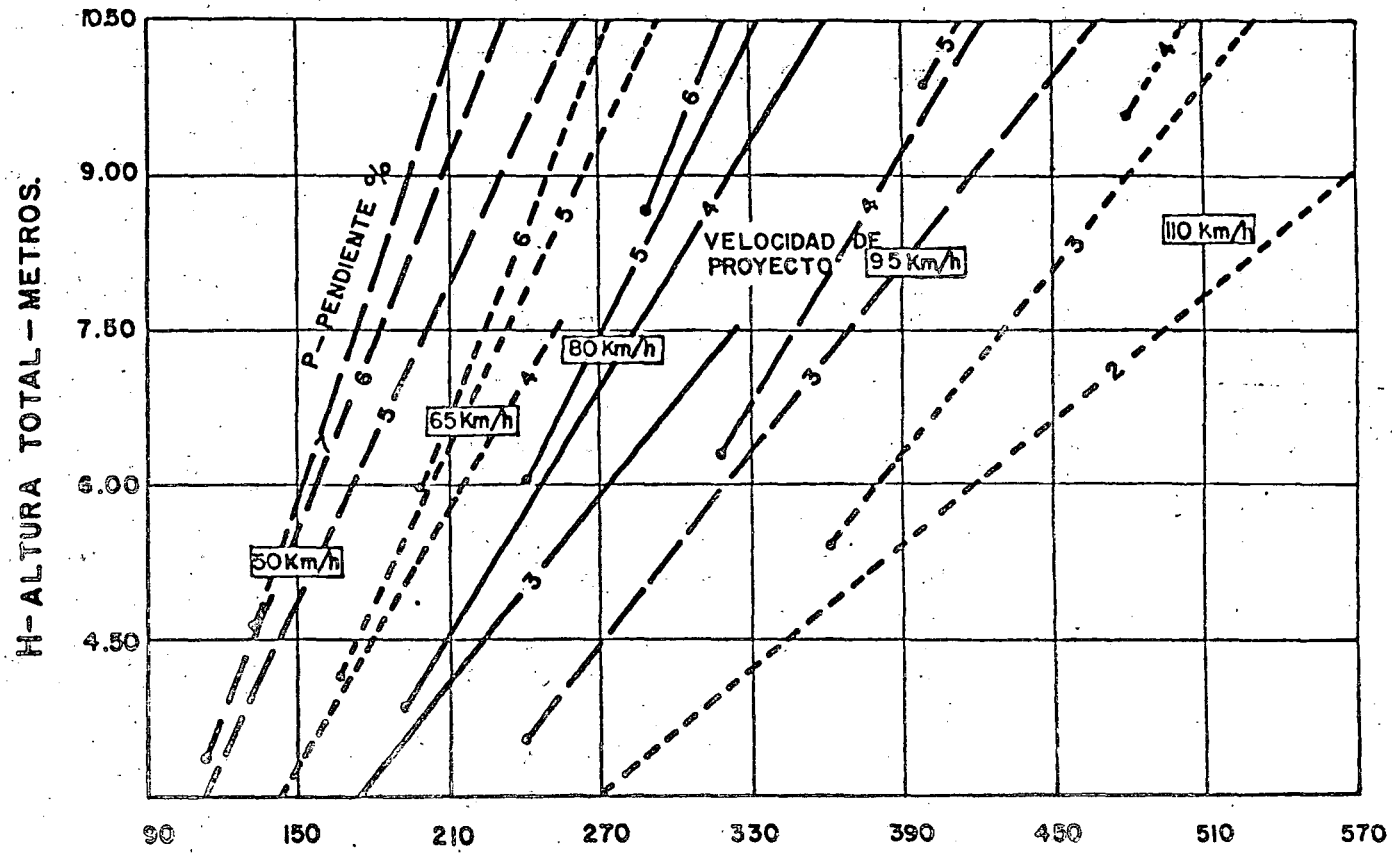


PERFIL

COMBINACION DEL PERFIL (EN TERRENO SINUOSO) CON
EL TIPO DE AUTOPISTA

TABLA 2 PENDIENTE MAXIMA EN RELACION A LA VELOCIDAD DE PROYECTO, EN %

Tipo de vía urbana y topografía	Velocidad de Proyecto, Km/h.					
	30	40	50	65	80	95
AUTOPISTA						
Plano				5	4	3
Ondulado				6	5	4
Montañoso				8	7	6
ARTERIA						
Plano			8	7	6	5
Ondulado			9	8	7	6
Montañoso			11	10	9	8
COLECTORA						
Plano			4			
Ondulado			8			
Montañoso			12			
Local						
Plano			4			
Ondulado			8			
Montañoso			15			



D- DISTANCIA HORIZONTAL REQUERIDA POR EFECTO DE LA PENDIENTE - METROS.

GRAFICA 4

d.- Anteproyectos de los dispositivos para el Control del Tránsito.

De acuerdo con las normas que se establezcan para los dispositivos del control del tránsito, se procederá a elaborar el anteproyecto de los mismos.

En muchas ocasiones, este anteproyecto puede ayudar a visualizar algunas deficiencias del proyecto geométrico.

5.- EVALUACION DE LOS ANTEPROYECTOS Y SELECCION DEL MAS CONVENIENTE.

La evaluación se realizará analizando los siguientes conceptos:

a.- Adaptabilidad al lugar

Cada anteproyecto deberá analizarse con respecto a si se adapta o no a las condiciones topográficas del terreno. Los proyectos que requieren grandes terraplenes, cortes profundos o drenaje difícil son menos deseables que aquellos que se apegan más a la conformación del terreno.

b.- Factibilidad de ejecución

Los anteproyectos deberán analizarse para determinar si existen o no obstáculos para su realización. Estos obstáculos pueden ser: afectaciones a edificaciones costosas, afectaciones a árboles, u otras que hayan sido fijadas como restricciones o limitaciones (iglesias, monumentos, cementerios, etc.). En este renglón se tomará en cuenta el aspecto estético o ambiental.

c.- Características geométricas

Los anteproyectos se analizarán considerando si cumplen con las normas geométricas establecidas.

En el caso de que ambos cumplan con estas normas, se deberá de definir cual anteproyecto presenta las mejores características geométricas.

d.- Capacidad.

El análisis de capacidad, es uno de los elementos básicos para juzgar, si un anteproyecto es mejor que el otro. Los niveles de servicio nos indicarán esto.

e.- Características operacionales

El análisis de puntos de conflicto, los movimientos direccionales que se resuelven, el ordenamiento de las entradas y salidas en los ramales de las intersecciones la velocidad de operación de acuerdo con los niveles de servicio calculados; nos dará un conocimiento suficiente para evaluar el mejor anteproyecto, desde este punto de vista.

f.- No interrupción de tránsito durante la construcción.

En cada anteproyecto geométrico, habrá que analizar las desviaciones de tránsito que se tendrán que efectuar durante la construcción y se determinará cual de ellos presenta mayores problemas para su implantación.

g.- Construcción por etapas

Muchas veces por falta de presupuesto, es necesario realizar la obra por etapas, en función de la demanda futura del tránsito. Algunos Anteproyectos geométricos

puede ser que no sea posible su realización por etapas sino todo o casi todo en un momento determinado, lo cual podría ser un inconveniente para su realización.

h.- Costos de Construcción

Se calcularán los costos de construcción de cada anteproyecto geométrico, para determinar la diferencia de uno al otro. Si esta diferencia es relativamente pequeña, no se considerará este punto para la evaluación final. Los costos de construcción, en cierta forma están relacionados con el concepto de adaptabilidad al lugar.

Los costos de construcción para cada anteproyecto, se obtiene en forma aproximada de las plantas dimensionadas, deduciendo los perfiles transversales y considerando secciones transversales tipo de construcción. Se calculan las cantidades de obra de aquellos conceptos que influyen significativamente en los presupuestos tales como: adquisición del terreno, terracerías, pavimento, drenaje, estructuras y los dispositivos para el control del tránsito (semáforos y señales). Los precios unitarios de cada concepto no necesitan ser rigurosamente exactos, ya que la finalidad de la comparación es determinar cual de los anteproyectos es el más económico.

Para la calificación final de los anteproyectos se proponen los siguientes valores relativos para cada concepto.

a.- Adaptabilidad al lugar	3 a 7
b.- Factibilidad de ejecución	5 a 10
c.- Características geométricas	5 a 10
d.- Capacidad	5 a 10
e.- Características operacionales	5 a 10
f.- No interrupción del tránsito durante la construcción	3 a 7
g.- Construcción por etapas	3 a 7
h.- Costos de construcción	3 a 7

El anteproyecto geométrico que obtenga la mayor calificación, será el elegido para elaborar el proyecto definitivo.

6.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- "A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets" 1973.
American Association of State Highway Officials. Washington, D.C., E.U.A.
- 2.- "Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras". 1971. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. México.
- 3.- "Ingeniería de Tráfico". 1971. Dr. Ing. Antonio Valdés González-Roldán.
Editorial Dossat, S.A. Madrid, España.
- 4.- "Manual de Ingeniería de Tránsito". 1964. Ing. Guido Rodolat Egües.
Reuben H. Donnelly Corporation. Chicago, Illinois, E.U.A.
- 5.- "Traffic Engineering Handbook". 1965. Institute of Traffic Engineers. Washington, D.C., E.U.A.
- 6.- "Traffic Engineering". 1973. Louis J. Pignataro. New Jersey, E.U.A.
- 7.- "System Considerations for Urban Arterial Streets". 1969. Institute of Traffic Engineers. Washington, D.C., E.U.A.
- 8.- "Determination of Interchange Types on Freeway Facilities. 1972.
Jack E. Leisch. Traffic Engineering. E.U.A.
- 9.- "Análisis Teórico de la Composición de Interconexiones a Distinto Nivel. 1969.
Ing. Ken-ichi Takebe. Transportation Engineering Journal, Vol. 95. E.U.A.
- 10.- "Highway Capacity Manual", 1965. Highway Research Board. Washington, D.C. E.U.A.
- 11.- "Proyecto y Procedimiento para Intersecciones a Nivel". 1969
Ing. Enrique Salcedo Martínez. Secretaría de Obras Públicas México.



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



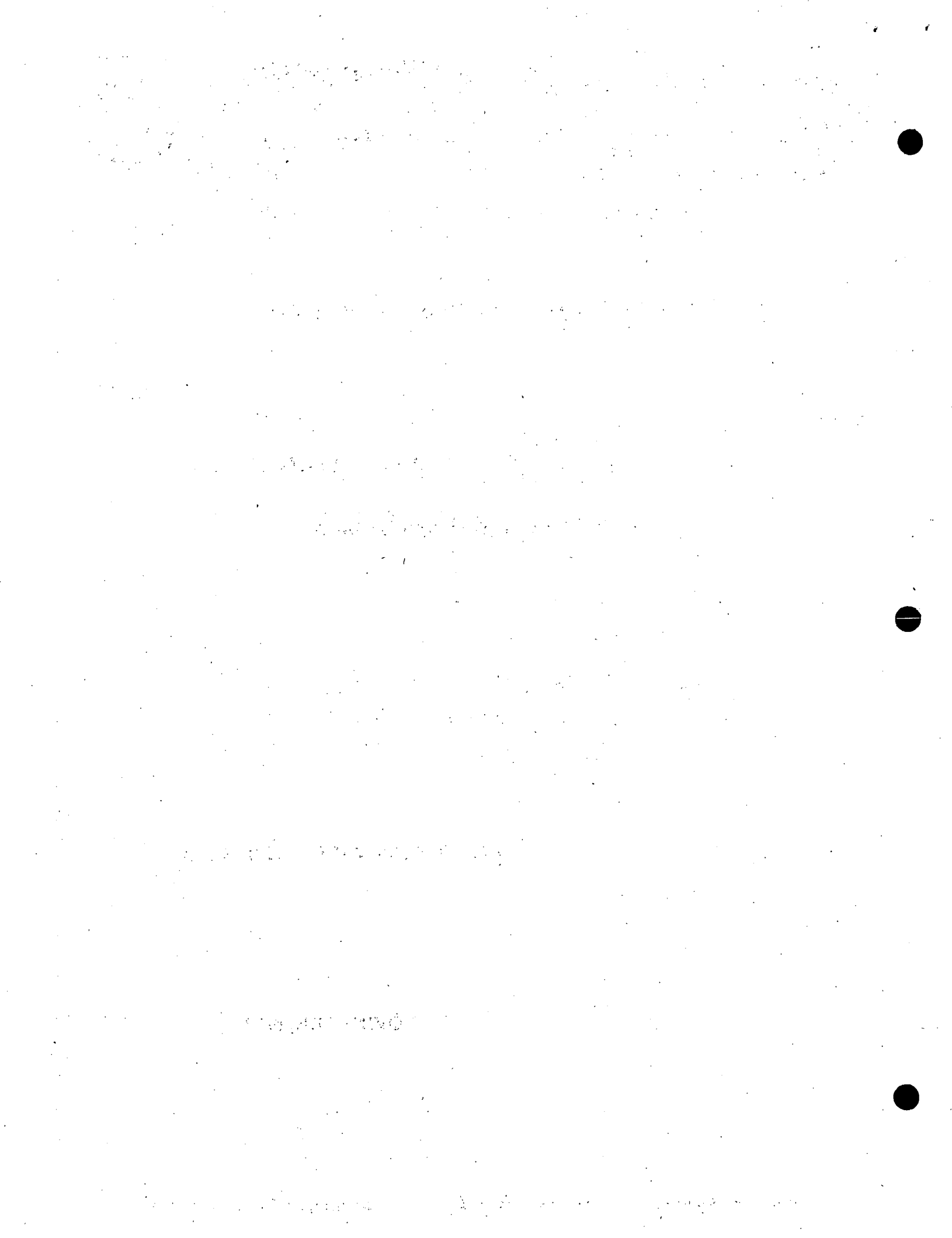
PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

INSTRUCTIVO PARA ZONIFICACION DE VELOCIDADES

EN CARRETERAS Y ZONAS URBANAS

ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER

NOVIEMBRE, 1978.



**INSTRUCTIVO PARA ZONIFICACION DE VELOCIDADES
EN CARRETERAS Y ZONAS URBANAS**

INDICE

I	Preámbulo
II	Velocidad de Punto
III	Lugar y Duración de Estudio
IV	Método de Medición
V	Equipo y Personal
VI	Trabajo de Campo
VII	Trabajo de Gabinete
VIII	Fijación de Límite de Velocidad
IX	Bibliografía

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION

I - PREAMBULO

Una de las principales causas contribuyentes al problema del tránsito es la disparidad existente en la velocidad que pueden desarrollar los vehículos modernos y aquella que permiten las condiciones del camino y el tránsito. El análisis de la estadística de los accidentes de tránsito indica que el exceso de velocidad (velocidad excesiva para las condiciones imperantes) es la causa del mayor porcentaje de accidentes.

Es por ello que la autoridad debe intervenir para fijar la velocidad para ciertas zonas de acuerdo con lo que requieren las condiciones locales.

Para fijar los límites de velocidad se han usado diversos métodos que van desde un estudio completo de ingeniería de tránsito hasta la simple opinión de un empleado. La forma de darlo a conocer al público usuario, es la señal restrictiva de velocidad.

Desgraciadamente, cuando no ha habido estudios técnicos al respecto, por lo general los límites fijados han sido demasiado bajos. Como consecuencia los usuarios, en una gran proporción, no respetan el límite fijado y se le pierde el respeto a la señal restrictiva. Además, cuando se ejerce vigilancia en esas zonas, resulta en muchas infracciones a los usuarios, muchas de ellas injustas.

La forma de designar el límite de velocidad en cualquier tramo de una calle o de un camino debe ajustarse en forma inteligente a las condiciones predominantes del tránsito. Debe recordarse la norma que dice:

- 2 -

"NO SE DEBERA ESTABLECER NINGUN LIMITE DE VELOCIDAD SI NO SE TIENE LA SEGURIDAD DE QUE VA A SER ESTRICTAMENTE RESPECTADO (CON VIGILANCIA O SIN ELLA) POR LA INMENSA MAYORIA DE LOS CONDUCTORES. (1)

El presente instructivo trata de proporcionar a las autoridades que deben fijar los límites de velocidad un método técnico para el límite que si sea respetado por la mayoría de los usuarios y se ajuste a las condiciones de tránsito en esa zona.

II. - VELOCIDAD DE PUNTO

Se denomina velocidad de punto a la velocidad instantánea de un vehículo cuando pasa por un punto dado de una calle o un camino. En los estudios de velocidad de punto se miden las velocidades de los vehículos en una longitud relativamente corta. Se procura siempre obtener una muestra suficientemente representativa.

Posteriormente, con los datos recopilados se deduce el límite de velocidad conveniente y que englobe a la mayoría de los usuarios. Para ello se toma en cuenta que la mayoría de los conductores, cuando menos 4 de cada 5, se ajustan a velocidades que permiten un grado razonable de seguridad.

III. - LUGAR Y DURACION DEL ESTUDIO

a) Los estudios de velocidad pueden ser realizados en las siguientes ubicaciones:

1. - Zonas que requieren limitación de velocidad por cambios de alineamiento vertical u horizontal, desviaciones, diferente superficie de rodamiento, cambio de Sección transversal, etc.

- 2. - Paso por poblaciones
- 3. - Zonas escolares
- 4. - Zonas de entrada y salida de personal
- 5. - Zonas de alta frecuencia de accidentes
- 6. - Arterias de acceso controlado
- 7. - Principales arterias

b) La duración del estudio estará determinada por el propósito del mismo y las condiciones del tránsito. Un estudio completo para obtener los elementos de juicio necesarios deberá realizarse durante tres períodos separados, perfectamente:

1 hora, entre las 9:00 y 12:00 h.

1 hora, entre las 15:00 y 18:00 h.

1 hora, entre las 20:00 y 22:00 h.

Para muestreo suficiente, en caso de que lo anterior se dificulte deberá tener un número mínimo de observaciones en función del volumen diario promedio en cada camino, como sigue:

<u>Volúmen de Tránsito</u>	<u>No. de Observaciones</u>
Mas de 3,000 vehículos por día	200
de 1,500 a 3,000 " "	150
hasta 1,500 " "	100

Los estudios de velocidad de punto no deben realizarse en días domingo, de vacaciones o de eventos extraordinarios, ya que cierto tipo de vehículos o ciertas características del tránsito pueden hacer variar los resultados y no se obtendrá una muestra representativa normal.

IV. - METODO DE MEDICION

Existen varios procedimientos para medir velocidades de punto.

Para fines de aplicación práctica en este Instructivo se mencionan dos de ellos, por ser mas accesibles.

1. - Midiendo con un cronómetro, el tiempo que tardan los vehículos en recorrer una distancia fija.
2. - Por medio del radármetro, con medición directa de las velocidades.

Por ser el primero el más usual, económico y de fácil aplicación, se explicará el procedimiento detallado:

Esencialmente, el método consiste en marcar un tramo de corta longitud sobre el camino y medir, con un cronómetro, el tiempo que tarda cada vehículo en recorrerlo.

Las distancias recomendables para el tramo de estudio son las siguientes:

<u>Velocidades Aparentes</u>	<u>Distancia</u>
Menores de 40 km/h.	25 m
Entre 40 y 70 km/h.	50 m
Superiores a 70 km/h.	100 m

V. - EQUIPO Y PERSONAL

El equipo aconsejable está constituido por uno (o dos) enoscopios, un cronómetro con aproximación al décimo de segundo, una cinta métrica de 20 m, crayones o gises, un tablero para apoyar y las hojas de campo para registro

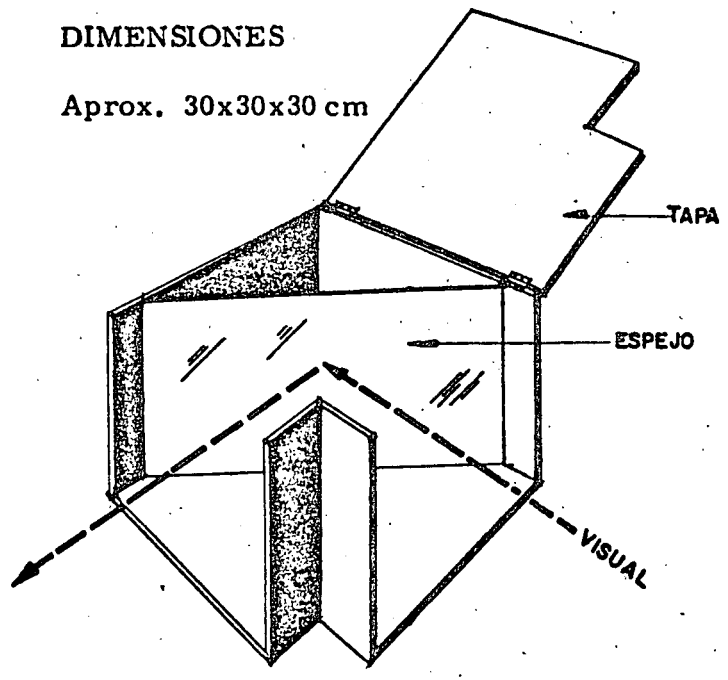
de datos. El enoscopio es un dispositivo que consta de una caja en es cu ad ra, con un espejo a 45 grados en el interior, utilizado para per ci bir el paso de un vehículo sobre una marca dada. Este dispositivo dob la a 90 grados la visual del ob ser va do r, permitiéndole mayor ma yo r ex ac t i t u d de re g i st ro y su co n st r u c ci ó n es ba ra ta. Una pe rs o na es su fi ci en te para re al i z a r e l e s t u d i o. Solamente cuando se use la di st a n ci a más co r t a po d r í a pr e s c i n d i r s e d e l e n o s c o p i o, pero es aconsejable su uso ya que reduce el factor de error visual del ob ser va do r.

VI. - T R A B A J O D E C A M P O

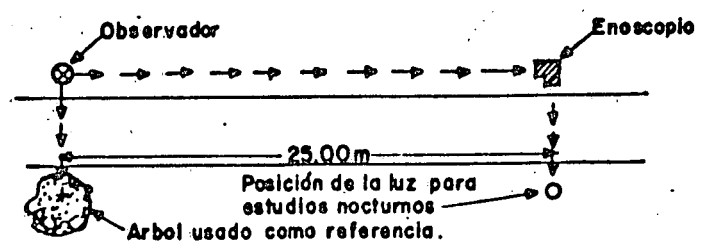
Se mide una longitud base de acuerdo con los conceptos ya expresados.

En un extremo se coloca el ob ser va do r y en el otro un e n o s c o p i o, ta l co mo se i n d i ca en la fi g u r a. Es co n ve n i e n te u s a r do s e n o s c o p i o s cu an do la l o n g i t u d ad o base sea de 50 ó

100 m, como se indica en la siguiente figura. Con dos e n o s c o p i o s se tiene la ve n t a ja de e l i m i n a r o co m p e n s a r o e l e r r o r ca u s a d o por e l t i e m p o



E N O S C O P I O

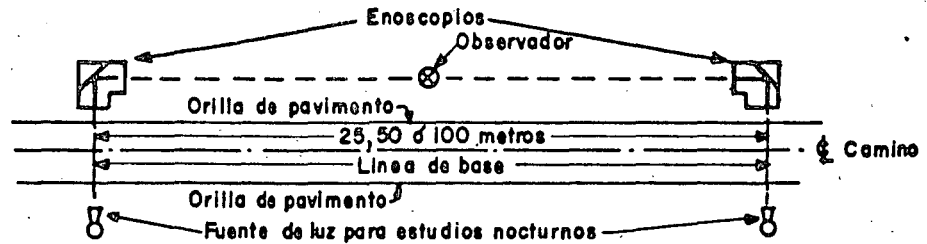


DISPOSICION TIPICA USANDO UN ENOSCOPIO EN ESTUDIO DE VELOCIDADES DE PUNTO

de reacción del observador al manejar el cronómetro.

Es conveniente disimular u ocultar los enoscopios, ya que muchos conductores aminoran su velocidad si se sienten observados.

La colocación de los enoscopios debe coincidir con las marcas que se harán en el pavimento a la distancia seleccionada y -- previa medición realizada con la cinta métrica.



DISPOSICIÓN TÍPICA USANDO DOS ENOSCOPIOS EN ESTUDIO DE VELOCIDADES DE PUNTO

A continuación se procede a medir el tiempo que tarda cada vehículo en recorrer la distancia entre las marcas extremas que se han hecho en el pavimento. Se toma el tiempo en segundos y décimas de segundo. Se anota una raya en la Hoja de Campo de acuerdo con el tiempo correspondiente y el tipo de vehículo. Al terminar las mediciones la Hoja de Campo se verá como la de la figura de a lado.

VELOCIDADES DE PUNTO (Hoja de campo)

Fecha: 20 DE MARZO DE 1968 Ubicación: Km 27 TRAMO MEXICO-CMRE
 Hora: 9-10 h; 15-16 h y 20-21 h NAVACA (AUTOPISTA) (*)
 Estado del tiempo: CLARO CARRETERA PRO. MEX SE D.
 Estado del pavimento: SECO
 Distancia base: 50 m Dirección del movimiento: AL SUR

VELOCIDAD EN km/h				Tiempo en segundos	AUTOMÓVILES	Auto buses	Camiones	Total
Para 25 m de base	Para 50 m de base	Para 100 m de base						
90			1.0					
85			1.1					
75			1.2					
68			1.3					
64	128		1.4					
60	170		1.5					
54	115		1.6					
53	106		1.7					
50	100		1.8					
48	95		1.9					4
45	90		2.0					6
43	85		2.1					6
41	82		2.2					6
39	78		2.3					6
38	75		2.4					6
36	72	140	2.5					6
35	70	140	2.6					6
33	67	134	2.7					6
32	64	128	2.8					6
31	62	124	2.9					6
30	60	120	3.0					6
29	58	116	3.1					6
28	56	112	3.2					6
27	55	110	3.3					6
25	54	108	3.4					6
25	50	100	3.4					6
24	48	96	3.5					6
23	46	92	3.6					6
22	45	90	3.7					6
21	44	88	3.8					6
20	40	80	4.0					6
19	38	76	4.2					6
18	36	72	4.4					6
17.5	35	70	4.3					6
16.5	33	66	4.5					6
16	32	64	4.6					6
15.5	31	62	4.8					6
15	30	60	5.0					6
14.5	29	58	4.7					6
14	28	56	4.8					6
13.6	27.7	54.4	4.6					6
13.2	25.4	52.8	4.8					6
12.6	25.6	51.2	5.0					6
12.5	25.0	50.0	5.2					6
12.2	24.4	48.8	5.4					6
11.8	23.6	47.2	5.6					6
11.5	23.0	46.0	5.8					6
11.2	22.4	44.8	6.0					6
10.4	21.2	42.4	6.5					6
10.0	20.0	40.0	7.0					6
9.3	19.0	38.0	7.3					6
9	18.0	36.0	7.5					6

Observador: _____

Total de vehículos: **200**

(*) Los datos son ficticios.

VII. - TRABAJO DE GABINETE

Para resumir los datos se usa otra forma especial que permitirá agrupar los vehículos por velocidades, en número de veces y en porcentaje. La primera columna indica los grupos de velocidades entre un límite inferior (Li) y un límite superior (Ls), en km/h.

(Hoja de gabinete)

La segunda columna "No. de veces", indicará la frecuencia con que se registraron en la hoja de campo las distintas velocidades en el grupo correspondiente. La suma de los valores de esta columna representa el número de observaciones realizadas. La tercera columna "No. Acumulado", es el valor acumulativo de la segunda columna. La cuarta columna "%" es el porcentaje de la columna (F) con respecto al total de ob-

servaciones. La quinta columna "% Acumulativo" es el valor, acumulado, de la cuarta columna.

A continuación se elabora la gráfica que relaciona el porcentaje acumulativo de vehículos y las velocidades.

Dicha relación quedará representada por una curva trazada con base en los puntos cuya ordenada será el % acumulativo de vehículos (5a. co -

VELOCIDADES DE PUNTO
RESUMEN DE DATOS

Fecha 20 DE MAYO Ubicación Km. 27 Mex. 05. D
 Hora 9-10, 13-16 y 20-21 HRS AVIOPISTA MEX-CUERNAYACA
 Distancia base 80 m Tipo (s) de Vehículo T0005

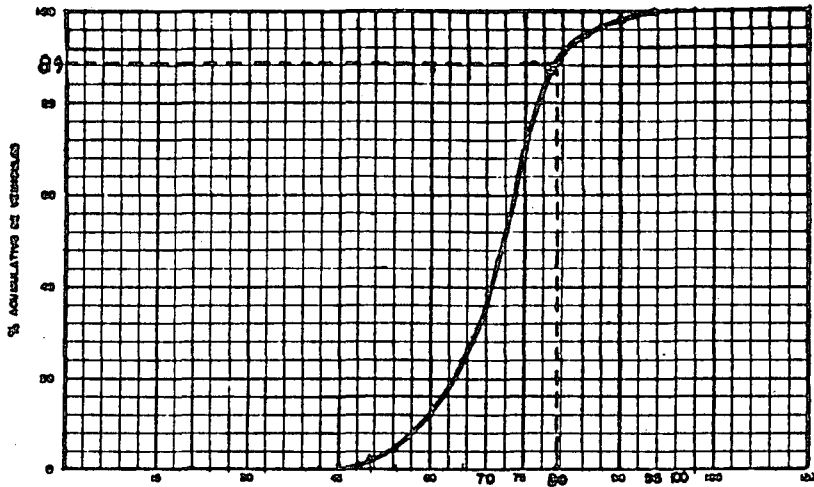
VELOCIDAD EN Km/h.	No. de veces (F)	No. Acum.	%	% Acum
11 - 15				
16 - 20				
21 - 25				
26 - 30				
31 - 35				
36 - 40				
41 - 45	2	2	1	1
46 - 50	4	6	2	3
51 - 55	4	10	2	5
56 - 60	14	24	7	12
61 - 65	20	44	10	22
66 - 70	32	76	16	38
71 - 75	64	140	32	70
76 - 80	38	178	19	89
81 - 85	12	190	6	95
86 - 90	6	196	3	98
91 - 95	4	200	2	100
96 - 100				
101 - 105				
106 - 110				
111 - 115				
116 - 120				
121 - 125				
126 - 130				
131 - 135				
136 - 140				
141 - 145				
T O T A L	200		100.0	

GRÁFICA DE VELOCIDADES DE PUNTO

Ubicación: Km 27 MEXICO 95 D Fecha: 20 MARZO DE 1968 Dibuja por: R.V.
 Estado del Tiempo: CLARO Hora: 9-10, 15-16, Y 20-21 Revisa por: R.A.C.

lumna) y la abscisa el límite superior del grupo de velocidades al que pertenece.

Uniendo los puntos indicados obtendremos una figura similar a una S, clásica en este tipo de estudios.



Observaciones: SE TOMO LA DECENA SUPERIOR = 80 KM/H. QUE CUBRE AL 85% DE LOS USUARIOS.

VIII. - FIJACION DEL LIMITE DE VELOCIDAD

Las velocidades máximas que se fijen y que irán indicadas en las señales restrictivas, deberán establecerse para valores de velocidades que cubran al 85 % de los usuarios, Este valor del 85 % se encuentra fácilmente en la hoja del gabinete o en la gráfica. De acuerdo con circunstancias locales puede haber alguna tolerancia para bajar un poco esa velocidad límite así determinada, pero no deberá reducirse en mas de 10 km/h. La reducción se justificará sólo cuando haya un peligro oculto de naturaleza excepcional revelado por las estadísticas sobre accidentes y por la inspección del lugar.

En algunos casos, después de haber sido establecidas las velocidades máximas se pueden llevar a cabo estudios similares para comprobar los resultados. Si un 15 % de los vehículos, en el nuevo estudio, excede un valor de 8 km/h mayor que el límite fijado debe estudiarse de nuevo la situación y determinar si el mal consiste en un límite demasiado bajo, mal señalamiento, o bien, vigilancia o educación deficiente. En caso necesario puede

aumentarse el límite de velocidad.

Para un estudio mas a fondo sobre este t^opico deber^on ser comprendidos y aplicados varios conceptos estad^osticos, cuya explicaci^on est^oa fuera del alcance de este instructivo. En la bibliograf^oa adjunta se incluyen t^otitulos de obras que pueden ser consultadas para un estudio mas avanzado.

Como ap^ondice al presente instructivo se incluyen los modelos de hojas de campo y de gabinete, as^oi como la forma especial para trazar la gr^ofica.

M^oxico, D. F., 15 de abril de 1968.

'mgr.

Fecha _____ Ubicación _____

Hora _____

Estado del tiempo _____

Estado del pavimento _____

Distancia base _____ Dirección del movimiento _____

VELOCIDAD EN km/h			Tiempo en segundos	A u t o m ó v i l e s	Auto buses	Camio -nes	Total
Para 25 m de dist. base	Para 50 m de dist. base	Para 100 m de dist. base					
90			1.0				
82			1.1				
75			1.2				
69			1.3				
64	128		1.4				
60	120		1.5				
56	113		1.6				
53	106		1.7				
50	100		1.8				
48	95		1.9				
45	90		2.0				
43	85		2.1				
41	82		2.2				
39	78		2.3				
38	75		2.4				
36	72		2.5				
35	70	140	2.6				
33	67	134	2.7				
32	64	128	2.8				
31	62	124	2.9				
30	60	120	3.0				
29	58	116	3.1				
28	56	112	3.2				
27	55	110	3.3				
26	53	106	3.4				
25	50	100	3.6				
24	48	96	3.8				
23	45	90	4.0				
22	43	86	4.2				
21	41	82	4.4				
20	40	80	4.6				
19	38	76	4.8				
18	36	72	5.0				
17.5	35	70	5.2				
16.5	33	66	5.4				
16	32	64	5.6				
15.5	31	62	5.8				
15	30	60	6.0				
14.5	29	58	6.2				
14	28	56	6.4				
13.6	27.2	54.4	6.6				
13.2	26.4	52.8	6.8				
12.8	25.6	51.2	7.0				
12.5	25.0	50.0	7.2				
12.2	24.4	48.8	7.4				
11.8	23.6	47.2	7.6				
11.5	23.0	46.0	7.8				
11.2	22.4	44.8	8.0				
10.6	21.2	42.4	8.5				
10.0	20.0	40.0	9.0				
9.5	19.0	38.0	9.5				
9	18.0	36.0	10.0				

Observador _____

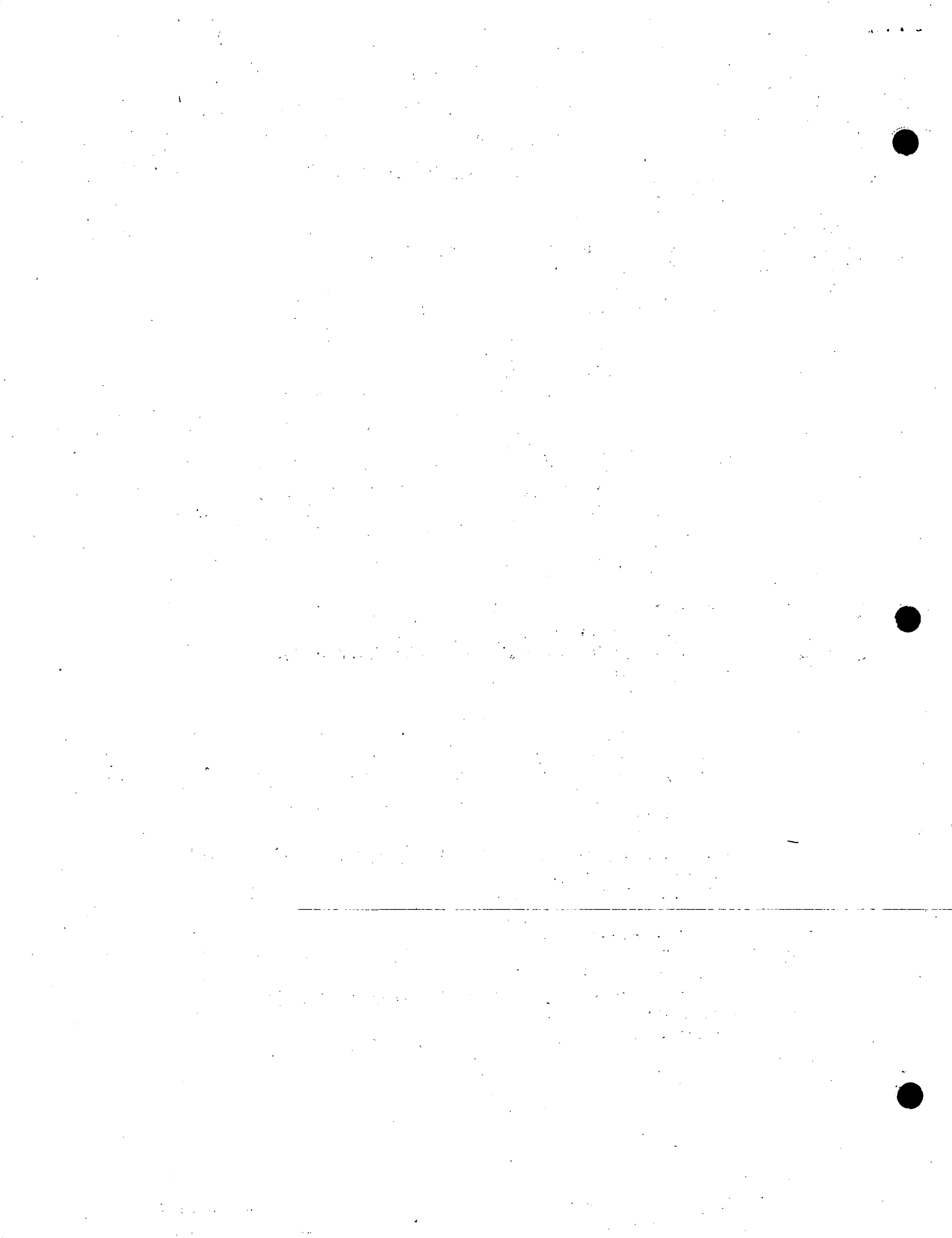
Total de vehículos

--

IX. -

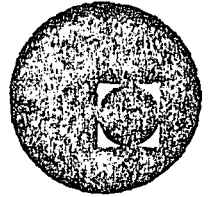
B I B L I O G R A F I A

1. - Manual of Traffic Engineering Studies
3a. Edición, 1964. Pags. 32-37 y 144-164
Institute of Traffic Engineers, 2029 K St. N.W.
Washington, D.C., 20006
2. - Traffic Engineering Handbook
3a. Edición 1965, Pags. 272-280
Institute of Traffic Engineers, 2029 K st. N.W.
Washington, D.C., 20006
3. - Manual de Ingeniería de Tránsito
Ing. Guido Radelat Egües
1a. Edición 1964 Pags. 53-65, 233-239, 271
The Reuben H. Donnelly Corporation, 209 W. Jackson Boulevard
Chicago, Illinois, 60606
4. - Spot Speed Studies
Training Publications
Stock No. 3302 Date 8-66
Stock No. 3045 R Date 4-66 (revised)
The Traffic Institute, Northwestern University,
1804 Hinman Avenue
Evanston, Illinois, 60204
5. - Advanced Spot Speed Study Problem
Stock No. 3303 Date 6-67
The Traffic Institute, Northwestern University
1804 Hinman Avenue
Evanston, Illinois, 60204
6. - Traffic Engineering
Matson; Smith & Hurd
Edición 1955, pags, 45-66; 250-259; 376-380; y 387
7. - Ingeniería de Tránsito
I.C. IT. Rafael Cal y Mayor
2a. Edición 1966, Pags. 137-151
Sección Editorial de la Facultad de Ingeniería, UNA M.
Ciudad Universitaria
México, 20, D. F.





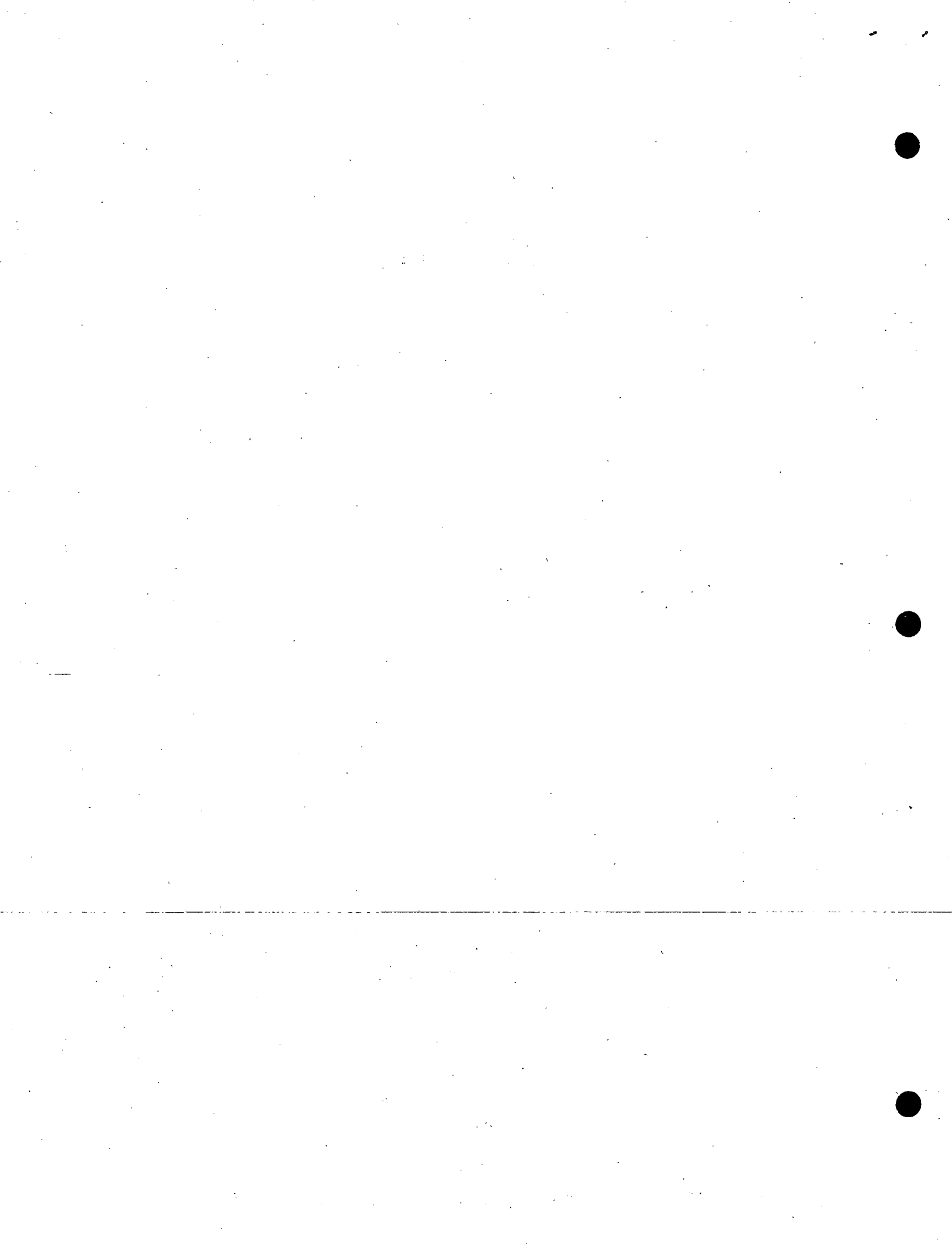
centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA

ING. ROMAN VAZQUEZ BERBER.

Noviembre , 1978.



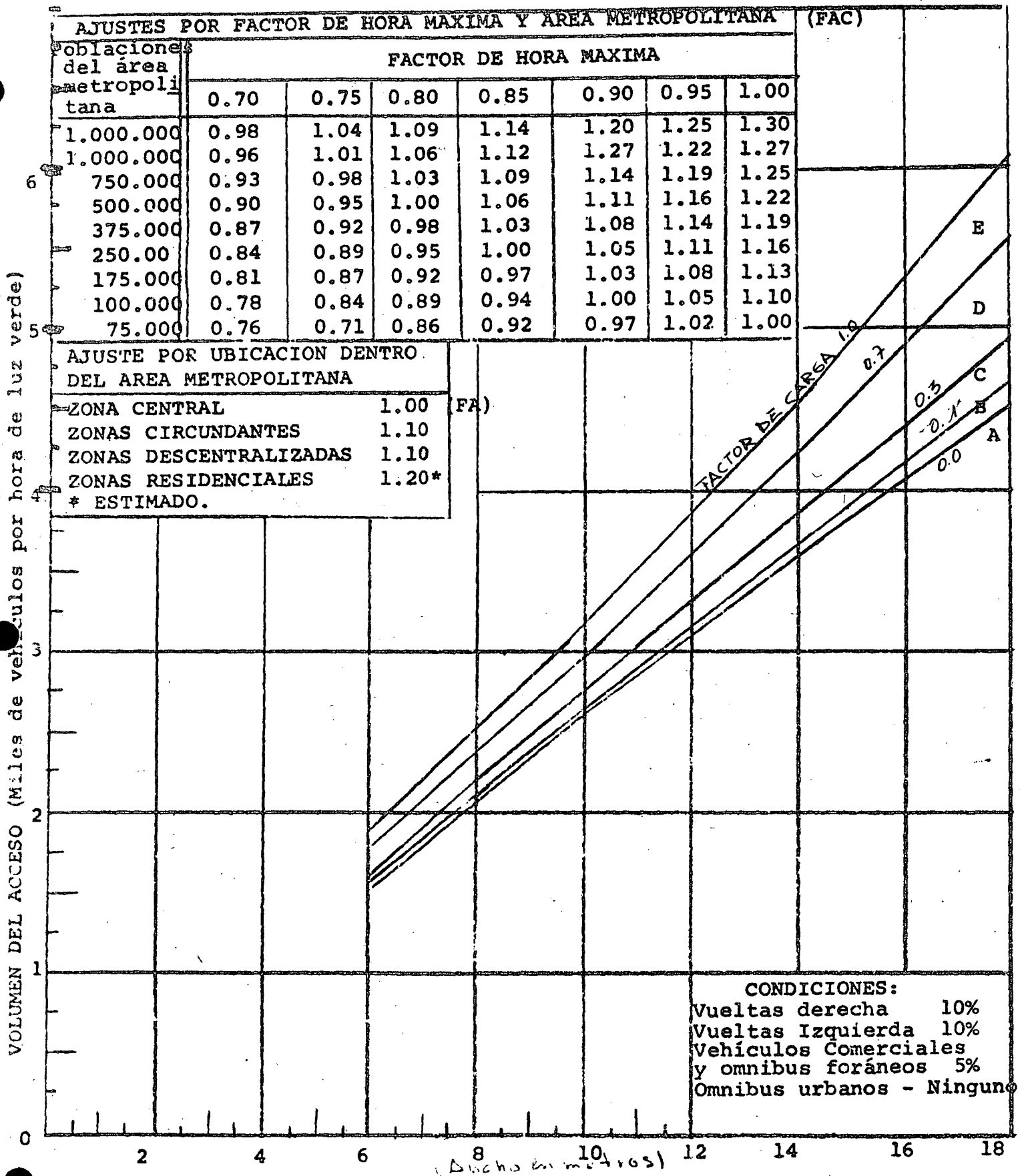


FIG. 9.4.1. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO.

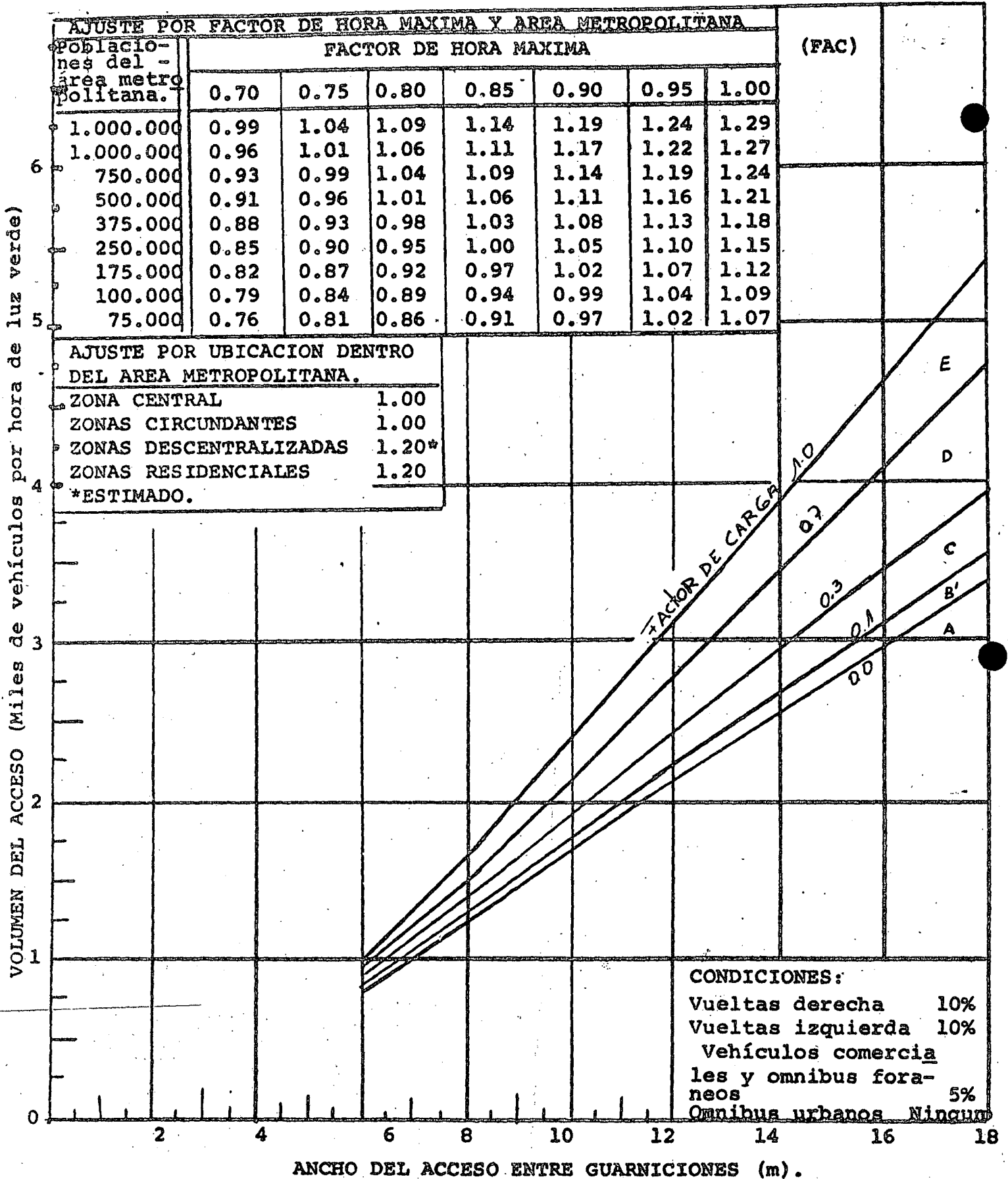


FIG. 9.4.2. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION URBANA, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION CON ESTACIONAMIENTO DE UN LADO.

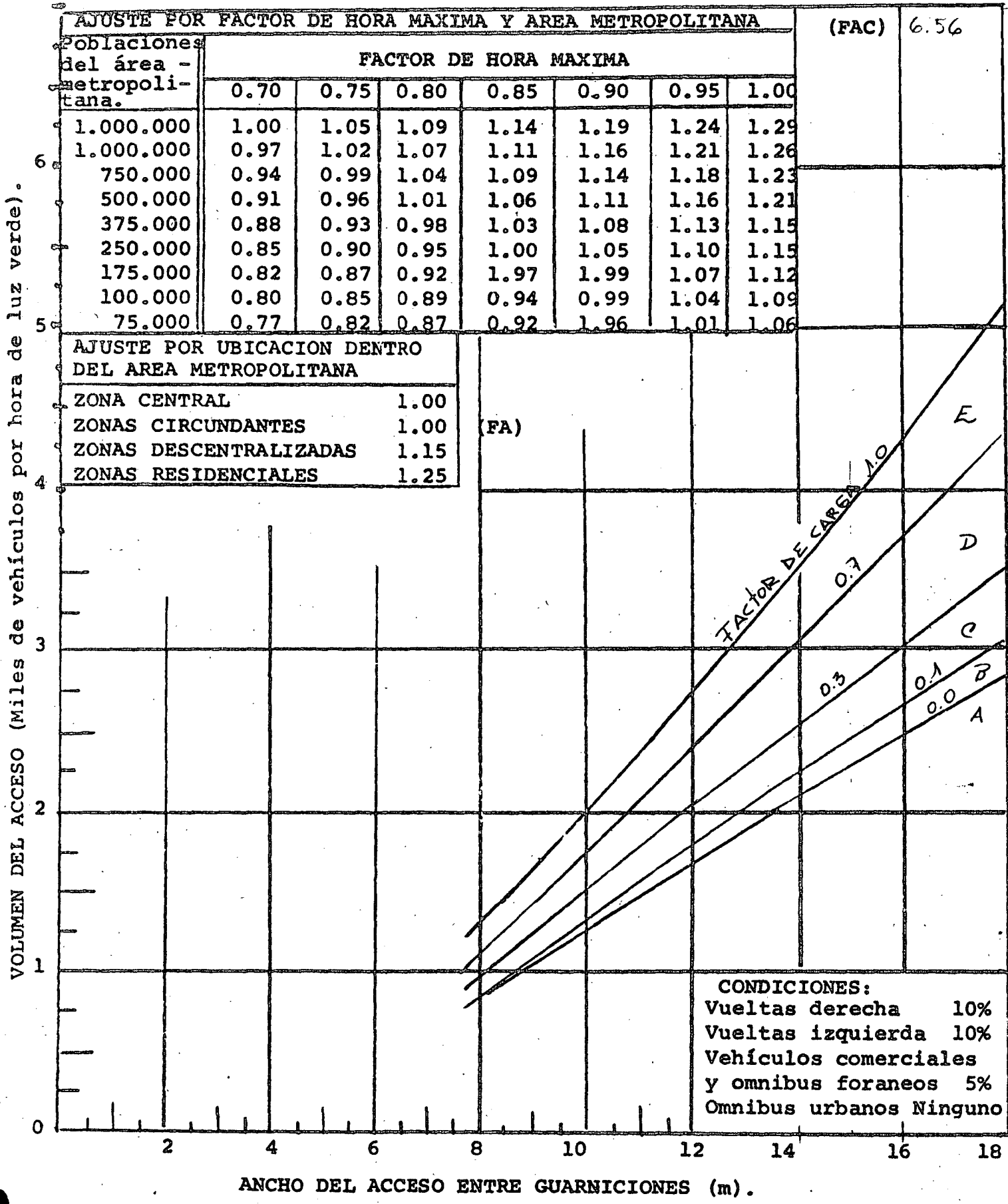


FIG. 9.4.3. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION URBANA, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION CON ESTACIONAMIENTO EN AMBOS LADOS.

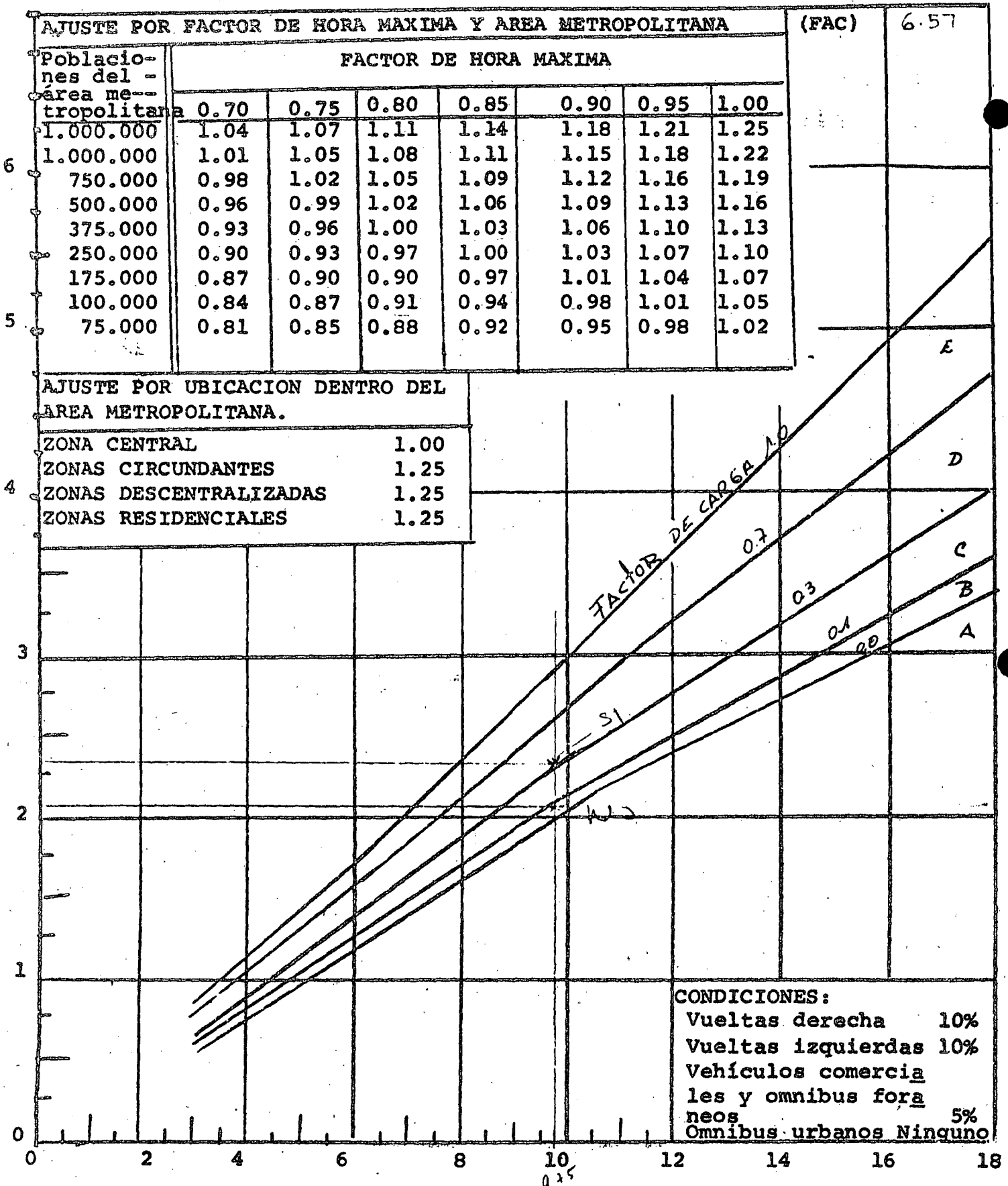


FIG. 9.4.4. VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE DOS SENTIDOS DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO.

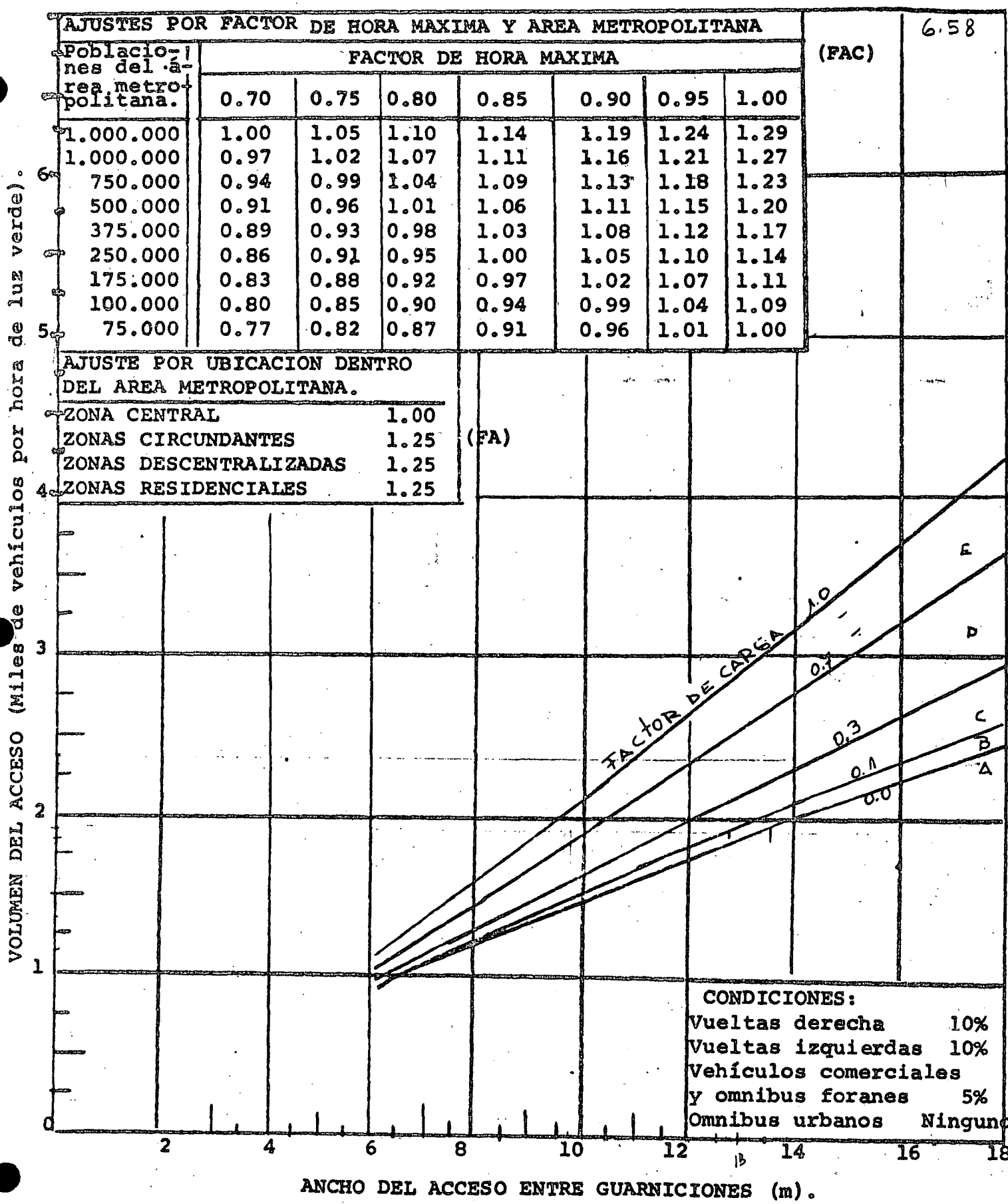


FIG. 9.4.5 VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION URBANA, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE, PARA CALLES DE DOS SENTIDOS DE CIRCULACION CON ESTACIONAMIENTO.

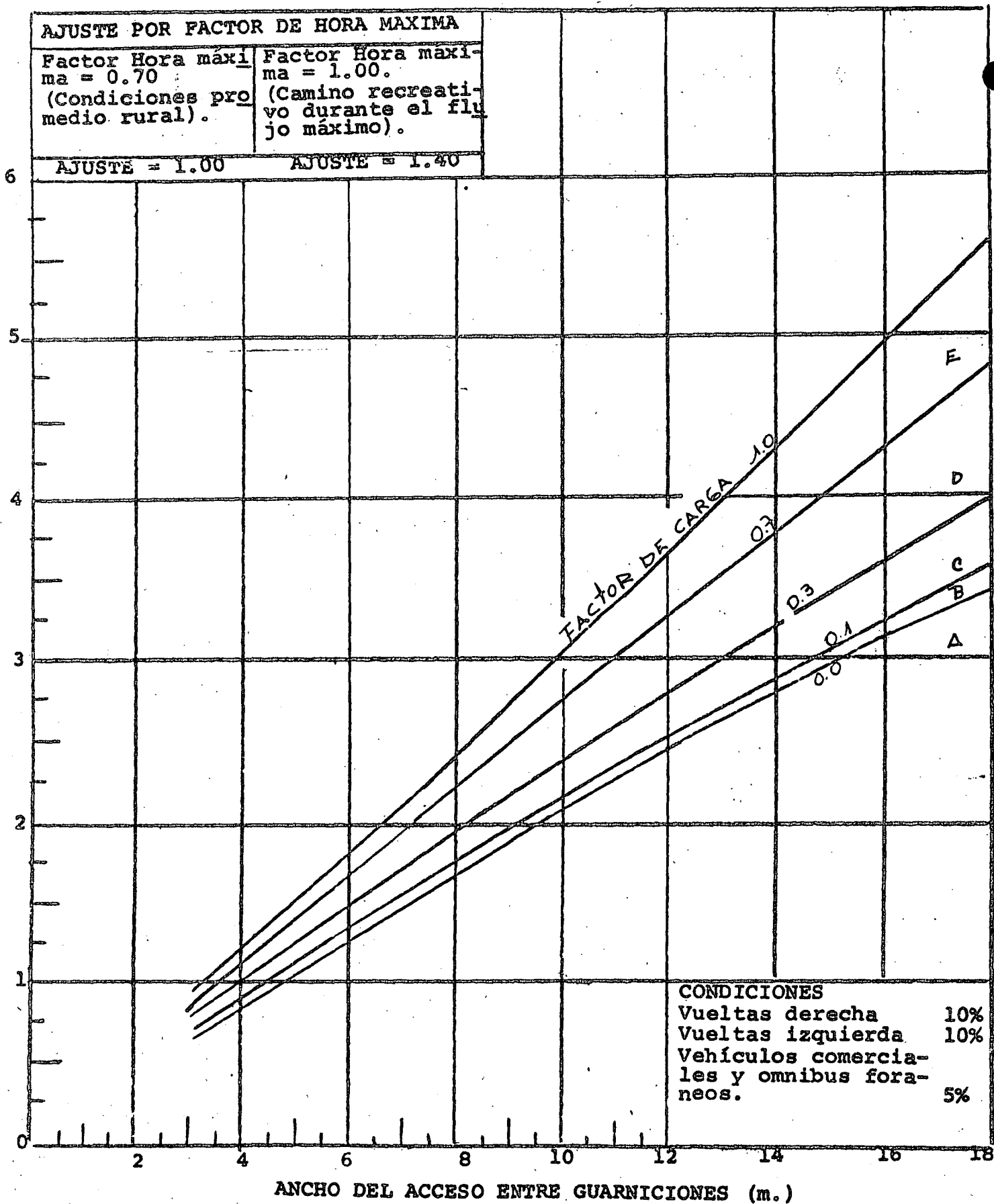
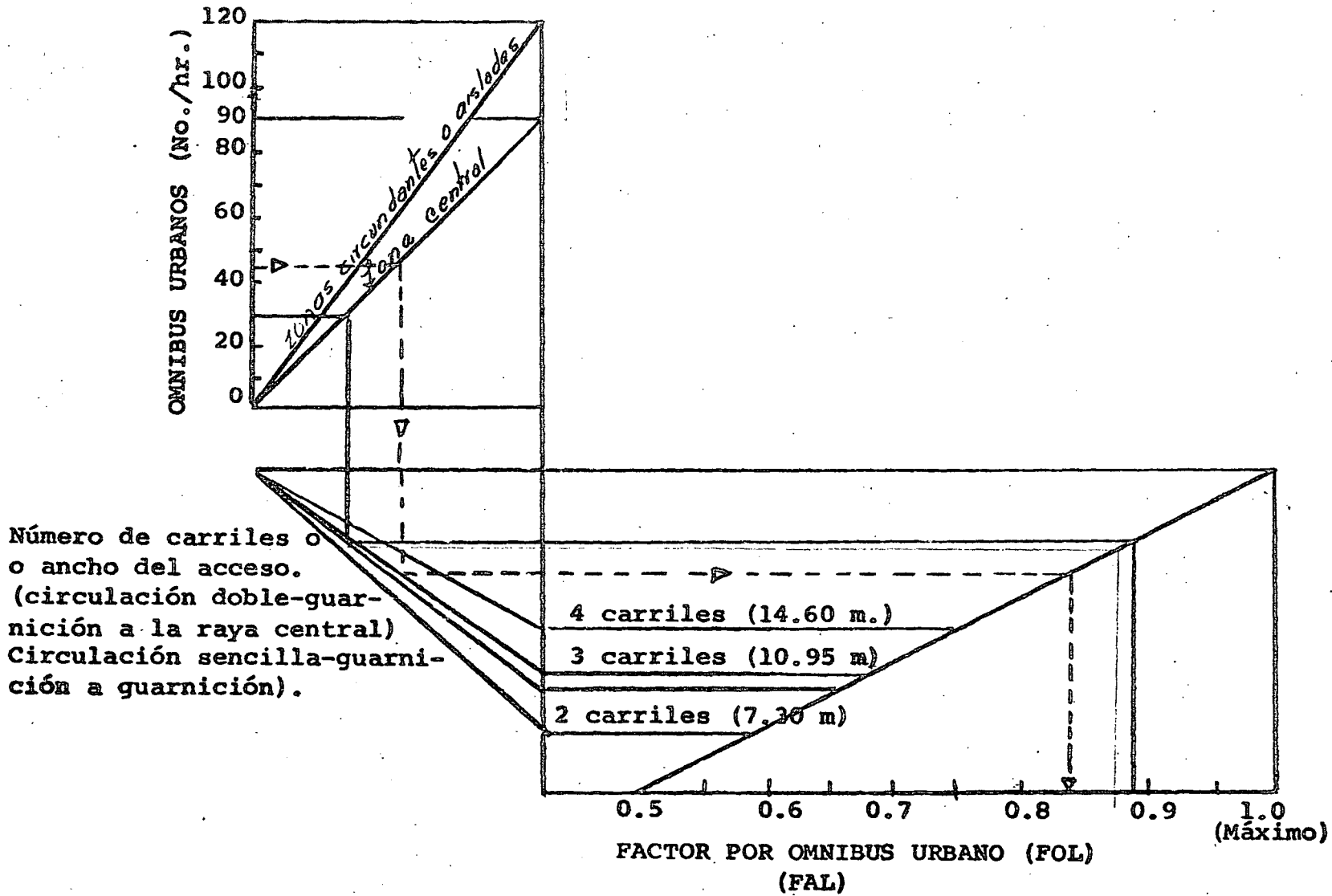


FIG. 9.4.6.- VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO DE UNA INTERSECCION RURAL, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE PARA CALLES DE DOS SENTIDOS DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO EN EL CAMINO.



Número de carriles o
o ancho del acceso.
(circulación doble-guar-
nición a la raya central)
Circulación sencilla-guar-
nición a guarnición).

FIG. 9.4.7 FACTOR POR OMNIBUS URBANOS PARA PARADA EN ESQUINA CERCANA EN CALLES SIN ESTACIONAMIENTO.

6.59

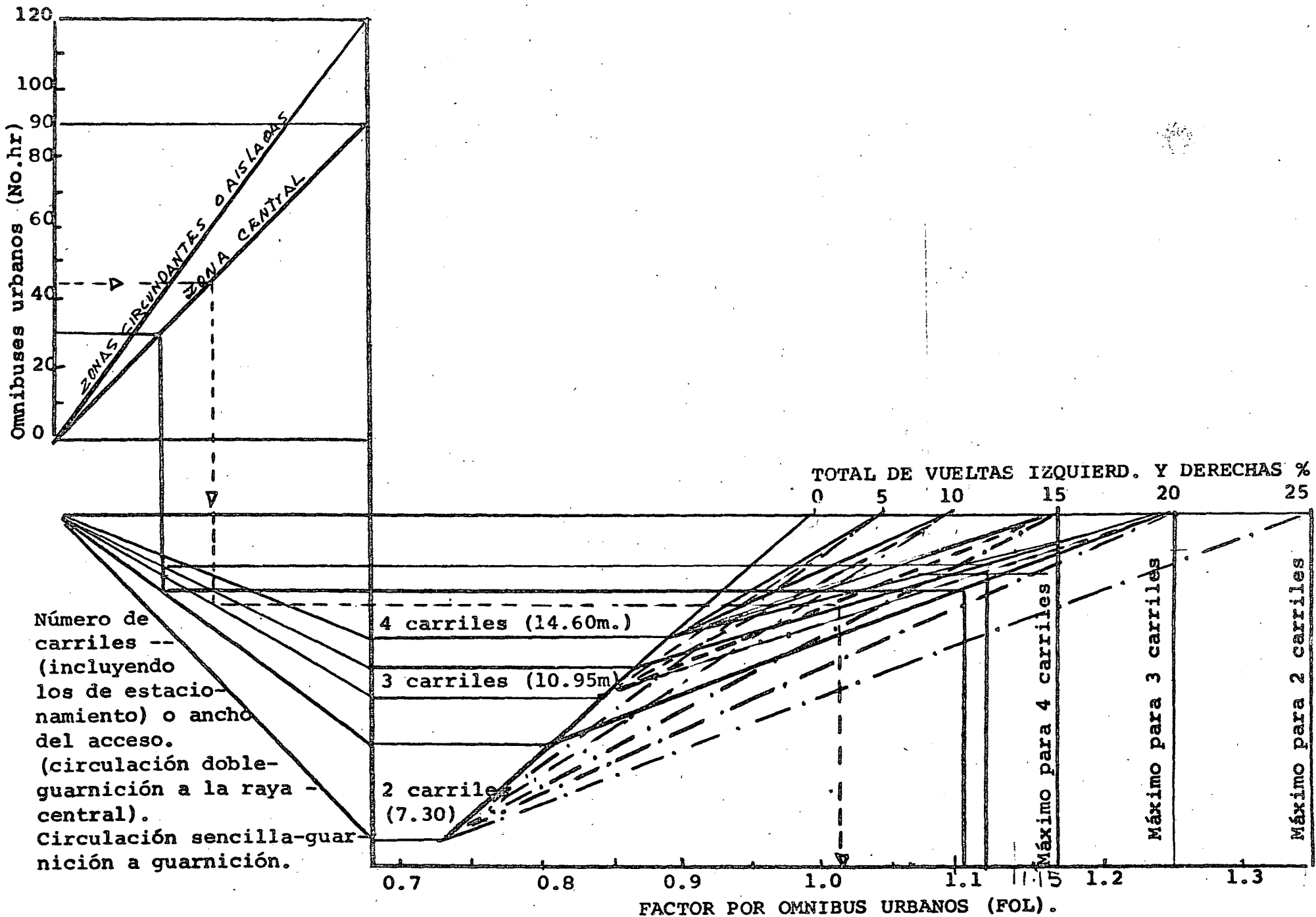


FIGURA 9.4.8. Factor por Omnibus urbanos para parada en esquina próxima en calles con estacionamiento.

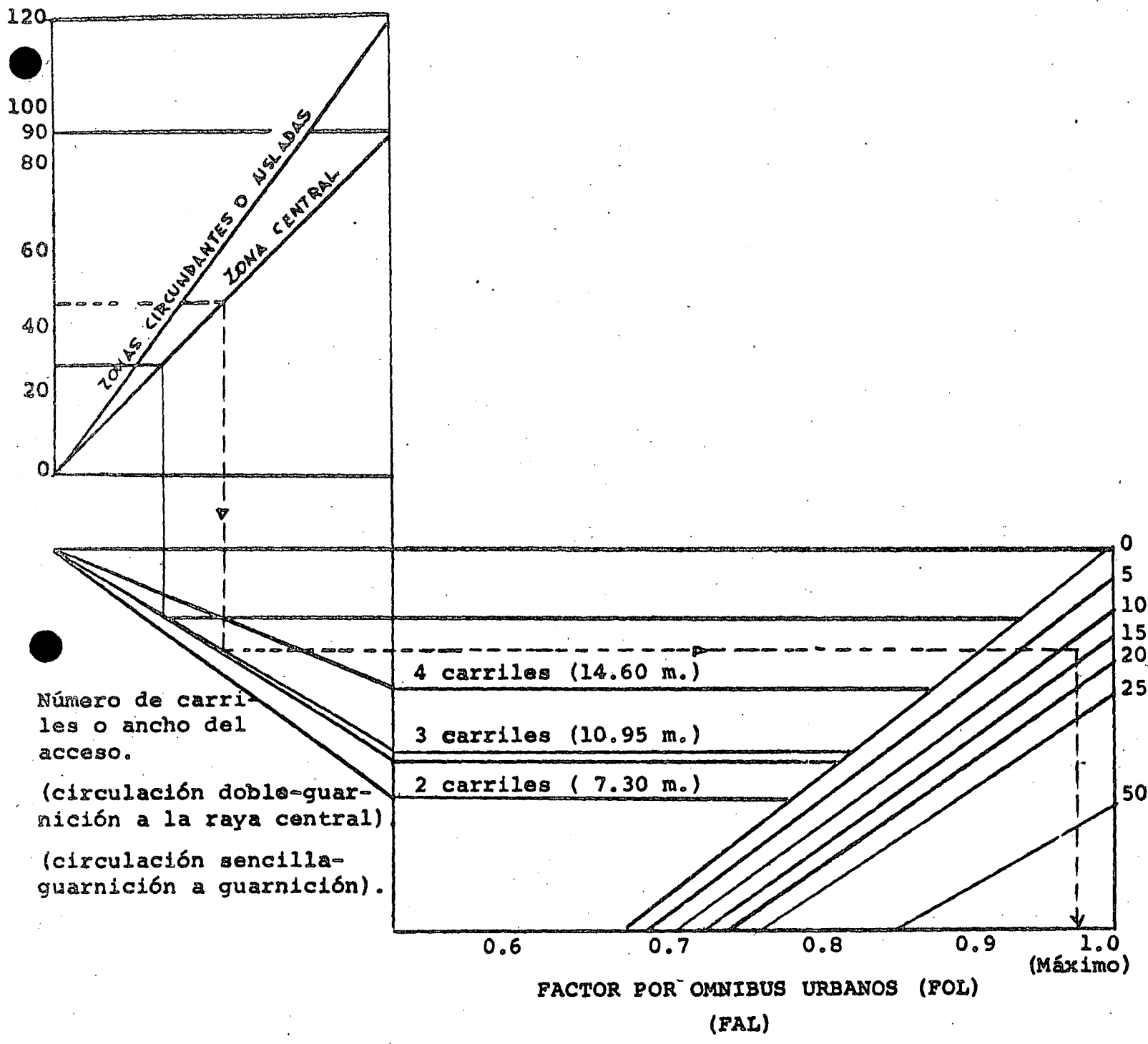


FIG. 9.4.9. FACTORES PARA OMNIBUS URBANOS QUE PARAN LEJOS DE LA BANQUETA EN LA CALLE SIN ESTACIONAMIENTO.

oht.

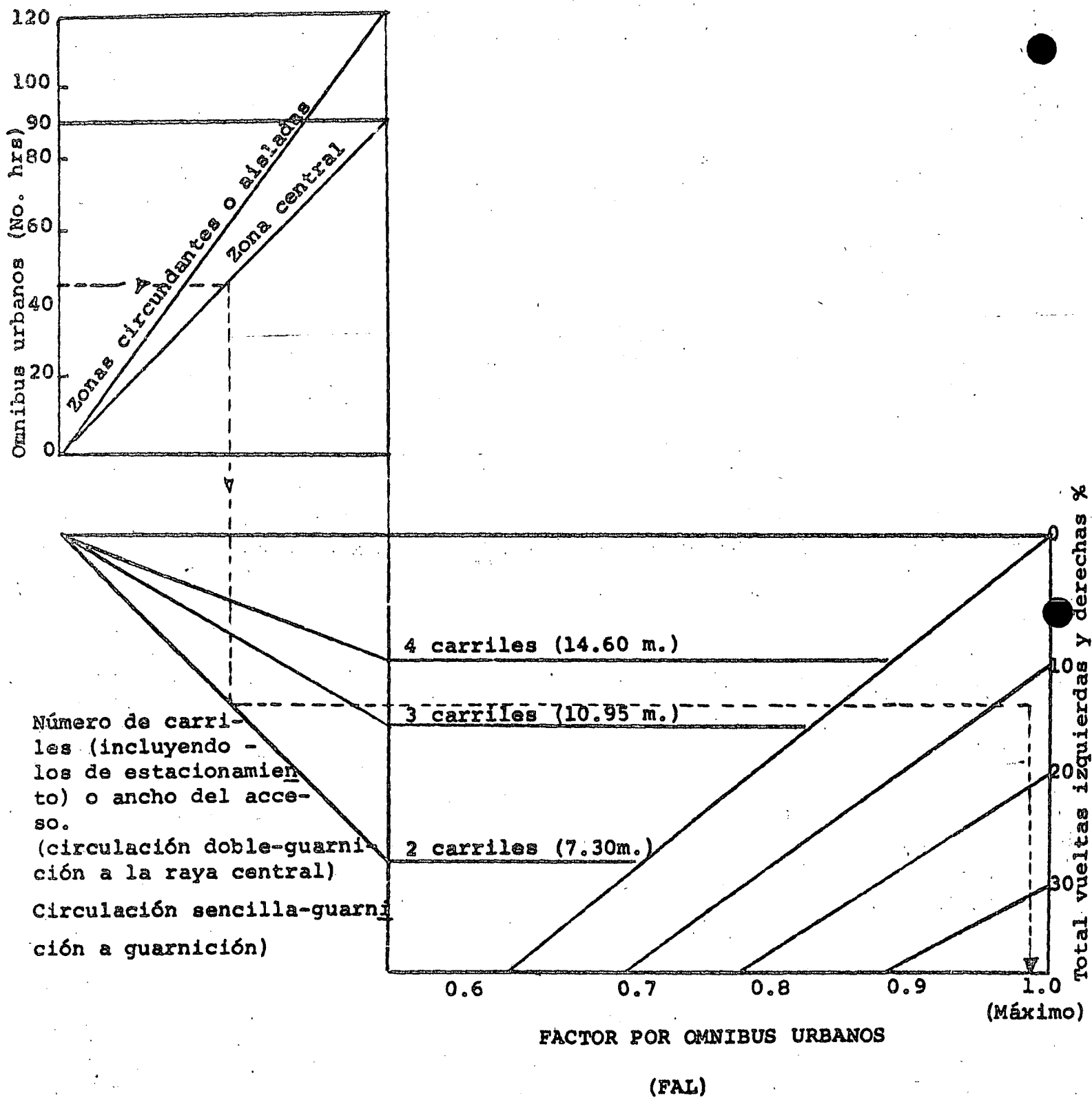


FIG. 9.4.10. FACTOR POR OMNIBUS URBANOS PARA PARADA EN ESQUINA LEJANA CON ESTACIONAMIENTO.

6.62

TABLA 9.4.3. Factores de ajuste para vueltas derechas en calles de doble sentido de circulación (a), vueltas derecha y vueltas izquierda en calles de un sentido de circulación.

(b) VUEL TAS (%)	FACTORES DE AJUSTE					
	SIN ESTACIONAMIENTO (c)			CON ESTACIONAMIENTO (d)		
	ANCHO DEL ACCESO (m)			ANCHO DEL ACCESO (m)		
	≤ 4.60	4.90 a 7.30	7.60 a 10.40	≤ 6.10	6.40 a 8.85	9.15 a 11.90
0	1.20	1.050	1.025	1.20	1.050	1.025
1	1.18	1.045	1.020	1.18	1.045	1.020
2	1.16	1.040	1.020	1.16	1.040	1.020
3	1.14	1.035	1.015	1.14	1.035	1.015
4	1.12	1.030	1.015	1.12	1.030	1.015
5	1.10	1.025	1.010	1.10	1.025	1.010
6	1.08	1.020	1.010	1.08	1.020	1.010
7	1.06	1.015	1.005	1.06	1.015	1.005
8	1.04	1.010	1.005	1.04	1.010	1.005
9	1.02	1.005	1.000	1.02	1.005	1.000
10	1.00	1.000	1.000	1.00	1.000	1.000
11	0.99	0.995	1.000	0.99	0.995	1.000
12	0.98	0.990	0.995	0.98	0.990	0.995
13	0.97	0.985	0.995	0.97	0.985	0.995
14	0.96	0.980	0.990	0.96	0.980	0.990
15	0.95	0.975	0.990	0.95	0.975	0.990
16	0.94	0.970	0.985	0.94	0.970	0.985
17	0.93	0.965	0.985	0.93	0.965	0.985
18	0.92	0.960	0.980	0.92	0.960	0.980
19	0.91	0.955	0.980	0.91	0.955	0.980
20	0.90	0.950	0.975	0.90	0.950	0.975
22	0.89	0.940	0.980	0.89	0.940	0.980
24	0.88	0.930	0.985	0.88	0.930	0.985
26	0.87	0.920	0.990	0.87	0.920	0.990
28	0.86	0.910	0.995	0.86	0.910	0.995
30	0.85	0.900	1.000	0.85	0.900	1.000

- a. Sin carriles ni fase especial del semáforo, para vueltas.
- b. Las maniobras de vueltas derecha y vueltas izquierda se toman por separado en todos los cálculos, es decir no deben sumarse.
- c. Para anchos de acceso de 10.70 m. o más no hay necesidad de ajuste, por lo que se usa un factor de 1.00.
- d. Para anchos de acceso de 12.20 m. o más no hay necesidad de ajuste, por lo que se usa un factor de 1.00.

TABLA 9.4.4.- Factores de ajuste para vueltas izquierda en calles de doble sentido de circulación.

VUEL- TAS (%)	FACTORES DE AJUSTE					
	SIN ESTACIONAMIENTO			CON ESTACIONAMIENTO		
	ANCHO DEL ACCESO (m)			ANCHO DEL ACCESO (m)		
	≤4.60	4.90 a 10.35	≥10.70	≤6.10	6.40 a 11.90	≥12.20
0	1.30	1.10	1.050	1.30	1.10	1.050
1	1.27	1.09	1.045	1.27	1.09	1.045
2	1.24	1.08	1.040	1.24	1.08	1.040
3	1.21	1.07	1.035	1.21	1.07	1.035
4	1.18	1.06	1.030	1.18	1.06	1.030
5	1.15	1.05	1.025	1.15	1.05	1.025
6	1.12	1.04	1.020	1.12	1.04	1.020
7	1.09	1.03	1.015	1.09	1.03	1.015
8	1.06	1.02	1.010	1.06	1.02	1.010
9	1.03	1.01	1.005	1.03	1.01	1.005
10	1.00	1.00	1.000	1.00	1.00	1.000
11	0.98	0.99	0.995	0.98	0.99	0.995
12	0.96	0.98	0.990	0.96	0.98	0.990
13	0.94	0.97	0.985	0.94	0.97	0.985
14	0.92	0.96	0.980	0.92	0.96	0.980
15	0.90	0.95	0.975	0.90	0.95	0.975
16	0.89	0.94	0.970	0.89	0.94	0.970
17	0.88	0.93	0.965	0.88	0.93	0.965
18	0.87	0.92	0.960	0.87	0.92	0.960
19	0.86	0.91	0.955	0.86	0.91	0.955
20	0.85	0.90	0.950	0.85	0.90	0.950
22	0.84	0.89	0.940	0.84	0.89	0.940
24	0.83	0.88	0.930	0.83	0.88	0.930
26	0.82	0.87	0.920	0.82	0.87	0.920
28	0.81	0.86	0.910	0.81	0.86	0.910
20	0.80	0.85	0.900	0.80	0.85	0.900

a.- Sin carriles ni fase especial del semáforo, para vueltas.

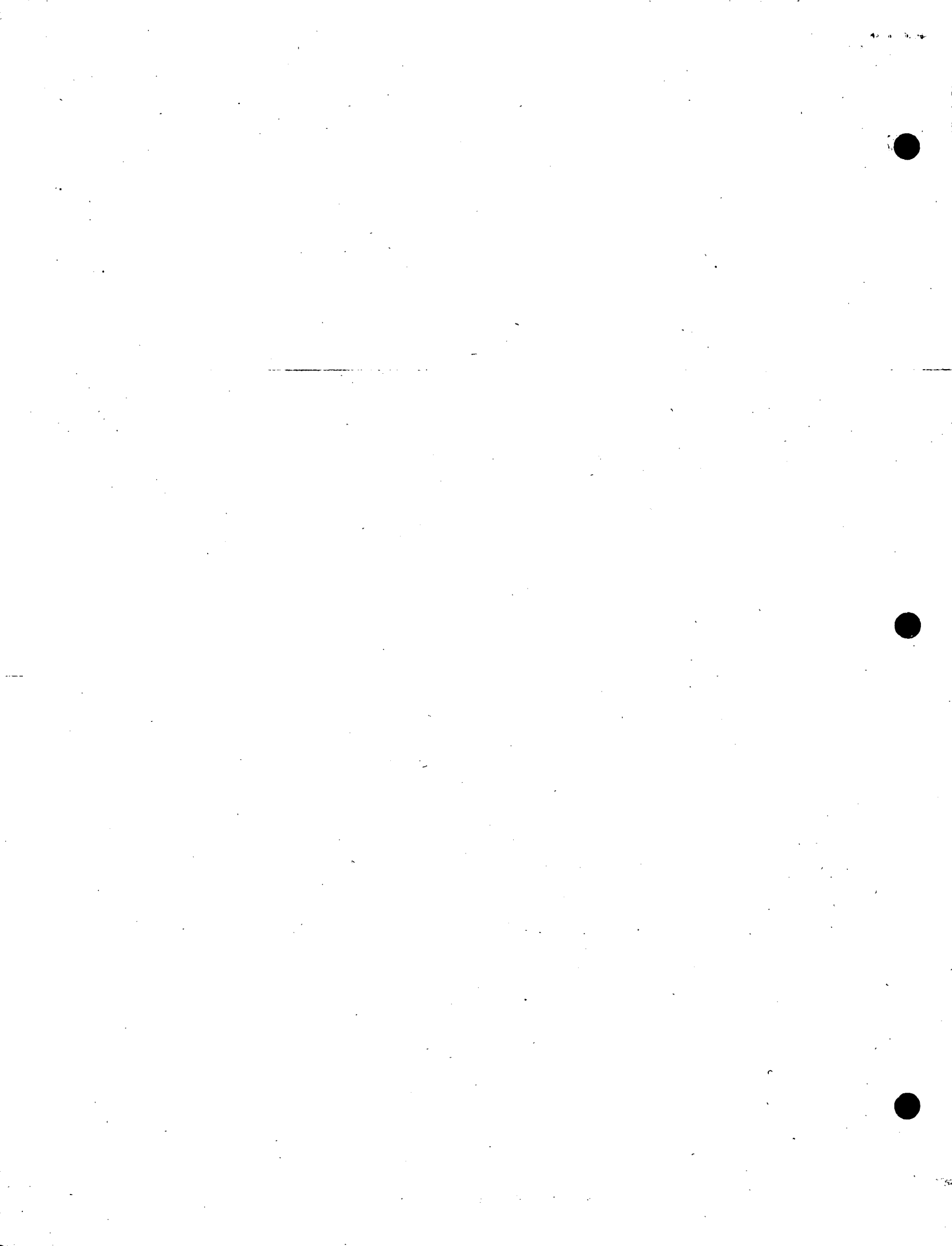
oht'

TABLA 9.4.5. Factores de ajuste para camiones y autobuses foráneos.

CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS (%)	FACTOR DE CORRECCION	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS (%)	FACTOR DE CORREC.	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS (%)	FACTOR DE CORREC.
0	1.05	7	0.98	14	0.91
1	1.04	8	0.97	15	0.90
2	1.03	9	0.96	16	0.89
3	1.02	10	0.95	17	0.88
4	1.01	11	0.94	18	0.87
5	1.00	12	0.93	19	0.86
6	0.99	13	0.92	20	0.85

hasta 60%

oht.



DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | ING. LEONEL AGUILAR ALCAZAR
Durango No. 291-4o. Piso
Col. Roma
México 7, D.F.
Tel. 553-84-63 553-21-11 Ext. 132 | I. M. S. S.
Durango No. 291-4o. Piso
Col. Roma
México 7, D.F. |
| 2. | ING. LUIS JUAN ALCEDA HERNANDEZ
Cumbres No. 7
Plazas de la Colina
Tlalnepantla, Edo. de Méx.
Tel. 397-53-78 | INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE
METROPOLITANO, S.A.
Legaria No. 252
Col. Pensil
México 18, D.F.
Tel. 399-69-22 |
| 3. | ARQ. JOSE LUIS ALONSO PEREZ
Alcanfores No. 49-2
Col. Aguilas
México 20, D.F.
Tel. 651-06-04 | INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE
Calzada Legaria No. 252
Col. Pensil
México 18, D.F.
Tel. 399-69-22 |
| 4. | RAFAEL ALONSO SANCHEZ
Hernández y Davalos No. 215
Col. Asturias
México 8, D.F.
Tel. 519-70-18 | L A T I S A
Tuxpan No. 54
Col. Roma
México 7, D.F.
Tel. 584-40-22 |
| 5. | MARIO ALBERTO ALVARADO MELENDEZ
Segovia No. 18-1
Col. Alamos
México 13, D.F.
Tel. 530-04-48 | S. A. H. O. P.
Dr. Barragán No. 779-4o. Piso
Col. Narvarte
México 13, D. F.
Tel. 590-34-14 |
| 6. | ING. GUILLERMO BUSTAMANTE HERNANDEZ
Calzada Paz M. de Oca No. 19-A-103
Col. Gral. Anaya
México 13, D.F.
Tel. 534-47-40 | COMISION CONSTRUCTORA DE OBRAS VIALES
Av. Chapultepec No. 466-1o. Piso
Col. Condesa
México 7, D.F.
Tel. 553-23-48 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMÉTRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
7. RUBEN CASTILLEJOS SOSA El Cántaro No. 33-C-106 Col. Villa Coapa México 22, D.F. Tel. 594-18-61	DIR. GRAL. DE OBRAS MARITIMAS S.C.T. Insurgentes Sur No. 465 Col. Roma México 7, D.F. Tel.
8. LEOPOLDO FERNANDEZ GARCIA Cerro del Vigía No. 14-6 Col. Campestre Churubusco México 21, D.F. Tel. 549-63-19	COSTO RACIONAL ASESORES, S.A. Av. Insurgentes Sur No. 559-201 Col. Nápoles México 19, D.F. Tel. 536-79-59
9. MIGUEL ANGEL FUENTES GONZALEZ Auriga No. 98 Col. Prado Churubusco México, D.F. Tel. 581-54-99	LATINOAMERICANA DE INGENIERIA, S.A. Cuauhtémoc No. 1236-4o. Piso México, D.F.
10. ALEJANDRO GOMEZ BELMAN Boyaca No. 544 Col. Lindavista México 14, D.F. Tel. 567-92-70	INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO, S.A. Legaria No. 252 Col. Pensil México 18, D.F. Tel. 399-69-22
11. FELIPE GUTIERREZ CASTILLO Calle 8 No. 30-4 Col. Olivar del Conde México 19, D.F. Tel.	SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE Insurgentes Sur No. 465 Col. Condesa México 11, D.F.
12. ARQ. JORGE HERNANDEZ ROBLES Playa Manzanillo No. 550-5 Col. Marte México 13, D.F. Tel. 672-69-40	INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO, S.A. Legaria No. 252 Col. Pensil México 18, D.F. Tel. 399-69-22 Ext. 124

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
13. ING. ARQ. ISABEL LARA MARIN Felipe Villanueva No. 34 Satélite Edo. de México 562-0701	DIR. GRAL. DE OBRAS MARITIMAS Insurgentes 495 México, D.F. Tel. 64-78-72
14. ARQ. ARMANDO LEZAMA GALICIA Dr. Lucio No. 103 Edif. Sagitario B-12-2-1002 Col. Doctores México 7, D.F. Tel. 588-45-83	L A T I S A, S.A. Av. Cuauhtémoc No. 1236-4o. Piso Col. Del Valle México 12, D.F. Tel. 575-44-10
15. LUCIO LOPEZ MAYORGA Viaducto Miguel Alemán No. 177-1 Col. Alamos México 13, D.F. Tel. 530-00-51	S. A. H. O. P. Av. Xola y Universidad Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 530-30-00 Ext. 372-470
16. ING. GUSTAVO MANZO GARCIA Juan Sarabia No. 23 Col. P. Elias Calles México 17, D.F. Tel. 541-04-61	S. A. H. O. P. Xola No. 1755-7o. Piso Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 530-99-70
17. VICENTE MORELOS AGUILAR Calz. Desierto de los Leones No. 7974 Col. Sta. Rosa Xochiac México 20, D.F. Tel.	S. A. H. O. P. Av. Xola y Universidad Col. Narvarte México 12, D.F.
18. ARQ. HUMBERTO NUÑEZ MORA Berlloz No. 180-8 Col. Ex-Hipódromo México 2, D.F. Tel. 369-99-22 Ext. 245	INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO Legaria No. 252 Col. Pensil México 18, D.F. Tel. 399-69-22

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
19. ARQ. MARIO OCHOA NUNCIO Viena No. 176 Col. Del Carmen Coyoacan México 21, D.F. Tel. 524-87-53	DELEGACION BENITO JUAREZ Gabriel Mancera No. 319 Col. Del Valle México 12, D.F. Tel. 543-23-57
20. ARQ. ROMAN ORREGO RAMIREZ Calle Chilpancingo No. 151-4 Col. Roma Sur México 7, D.F. Tel. 584-37-21	INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO Col. Pensil México 18, D.F. Tel. 399-69-22 Ext. 123 - 124
21. ARQ. JOSE ORTIZ MENDEZ 3a. Mier y Pesado No. 235 Col. Del Valle México 12, D.F. Tel. 523-06-94	S. A. H. O. P.
22. ING. PEDRO SANTIAGO OSORIO ARIAS Sur 121 No. 724 Col. Escuadrón 201 México 13, D.F. Tel. 581-46-64	GRUPO DE MELCHOR RODRIGUEZ CABALLERO Darwin No. 68 PISOS 12 AL 15 Col. Verónica Anzures México 5, D.F. Tel. 254-07-79 254-09-89
23. ING. RAMON PEREZ AGUILERA Veracruz No. 28-7 Col. Condesa México 7, D.F. Tel. 564-76-68	DIR. GRAL. DE OBRAS MARITIMAS Insurgentes 465-8o. Piso Col. Roma Sur México, D.F. Tel. 564-76-68
24. ING. ARTURO RABAGO ALEJANDRE El Paraje No. 70 Col. Villa Coapa México 22, D.F. Tel. 594-35-79	S. A. H. O. P. Xola y Av. Universidad Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 519-73-60

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
25. ING. JOSE LUIS REYES RAMOS Adolfo Basso Num.40 Nazas, Dgo.	S. A. H. O. P. Av. Juan Carrasco Num. 197 Nte. Mazatlán, Sin. Tel. 262-53
26. FELIPE PINEDA SANCHEZ República Del Perú No. 15-106 Col. Centro México 1, D.F. Tel.	DIR. GRAL. DE OBRAS MARITIMAS Insurgentes Sur No. 465-8o. Piso Col. Roma Sur México 11, D.F. Tel. 584-68-92
27. ING. FRANCISCO ROBLES RUSS E. Zapata No. 3 Col. San Jerónimo Aculco México 20, D.F. Tel. 595-23-82	S. A. H. O. P. Xola y Universidad Col. Narvarte México 13, D.F. Tel. 519-73-60
28. ING. ROMULO CARLOS ROCCA ROCHA Quemada No. 308-4 Col. Narvarte México 12, D.F. Tel.	S. A. H. O. P. Xola y Universidad Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 519-73-60
29. ARQ. RAUL ROMAN ARISTA Morelos No. 827-Edif. 11-Depto. 4 Col. Magdalena Mixhuca México 8, D.F. Tel. 552-77-02 585-50-66 Ext. 317	COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO Balderas No. 55 México 1, D.F. Tel. 585-50-66
30. ING. CARLOS J. RUIZ DOMINGUEZ Romero de Terreros No. 830-1 Col. Del Valle México 12, D.F. Tel. 23-76-35	DIR. TECNICA DE POLICIA Y TRANSITO Puente de Alvarado No. 84-1o. Piso México 12, D.F. Tel. 535-88-24

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "PROYECTO GEOMETRICO DE VIALIDAD URBANA"
(DEL 13 AL 24 DE NOVIEMBRE DE 1978)

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
31. ARQ. LUCAS RUIZ G. Universidad No. 903-15 Col. Del Valle México 12, D.F. Tel.	INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO Legaria No. 252 Col. Pensil México 18, D.F. Tel. 399-69-22
32. SERGIO SANCHEZ RUISECO	COMISION CONSTRUCTORA DE OBRAS VIALES Est. del Metro Normal 2o. Piso México, D.F. Tel. 592-31-18
33. ING. MARIO SANCHEZ SALIDO Indiana No. 218-4 Col. Nápoles México 18, D.F. Tel. 563-40-51	DELEGACION BENITO JUAREZ Gabriel MANCERA No. 319 Col. Del Valle México 13, D.F. Tel. 543-23-57
34. IGNACIO SANCHEZ VELAZQUEZ Real del Monte No. 40-A Col. Gpe. Insurgentes México 14, D.F. Tel. 517-68-93	S. A. H. O. P. Dr. Barragán No. 779-4o. Piso Col. Narvarte México 12, D.F. Tel. 590-35-03
35. JOSE LUIS VELAZQUEZ TLAPANCO Av. Sta. Barbara No. 156 Col. Lindavista México 14, D.F. Tel. 586-79-87	SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y MARINA Insurgentes Sur No. 465 Col. Condesa México 11, D.F. Tel.
36. ARQ. ARTURO CORIA GARCIA Av. Plutarco Elias Calles No. 11 Col. Granjas México México 8, D.F. Tel. 657-12-10	S. A. H. O. P. Miguel Laurent No. 840-7o. Piso Col. Del Valle México, D.F. Tel. 575-76-52