



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

FACULTAD DE INGENIERIA

263  
108

**INGENIERIA DE TRANSITO**

**INGENIERO CIVIL**

**FERNANDO RODOLFO LANGLE NAVA**

México, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

## INGENIERIA DE TRANSITO

	Pag.
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	
1.- Problema actual	2
Origen	
2.- Solución del Problema	
Posibles Solciones.	6
Bases para una solución	8
Elementos que forman el tránsito	9
3.- El Usuario	
El Peaton	9
El Conductor	12
Visión	14
Reacciones	17
Distancia de Frenado	19
4.- El Vehículo	
Características	26
Bicicletas	29
Rendimiento del Vehículo	32
Potencia de los Vehículos	34
Dimensiones de los Vehículos	35
Radio de Giro	40
Radio y Sobreelevación de las Curvas	46
Costo de Operación	49
Vehículos Comerciales	50
Automóviles	51
Análisis del costo de operación de un autobus.	52

	Pag.
5.- El Camino	
Definiciones	54
Clasificación de los caminos en forma administrativa.	56
Clasificación en forma técnica	57
Clasificación por capacidad	57
Clasificación Vial Urbana	59
Normas sobre Vialidad	63
Normas de Proyecto para Autopista	65
Pasos a desnivel en Autopista	66
Señales de Tránsito	68
Autopistas	74
Intersecciones	76
6.- Planificación Vial Urbana	
Planificación	83
7.- Volúmen de Tránsito	
Definiciones	88
Volúmen Horario	88
8.- Velocidad	
Antecedentes	92
Velocidad de Punto	96
Velocidad de Recorrido Total	96
Velocidad de cruceo	96
Velocidad de Proyecto	97
9.- Congestionamiento	
Congestionamiento	97
Metodos de Medición	99
Demoras	100

	Pag.
<b>10.- Capacidad Vial</b>	
Capacidad	101
Análisis de Capacidad	110
Análisis de Capacidad de intersecciones a nivel	112
Intersecciones a Nivel	136
Rampas	141
<b>11.- Accidentes</b>	
Estudio de Accidentes	145
Causas de los Accidentes	147
Tipos de Accidentes	151
Análisis de los Accidentes	153
Programa Preventivo de Seguridad Vial	160
<b>12.- Origen y Destino</b>	
Estudios	165
<b>13.- Transporte Público</b>	
Plan Director de Desarrollo Urbano	172
Tren Metropolitano de la Ciudad de México.	178
Plan Rector de Vialidad y Transporte	187
Plan de Metro	187
Plan de Vialidad	191
Plan de Transporte de Superficie	193
<b>14.- Estacionamientos</b>	
Generalidades	201
Dimensiones	205
Recomendaciones Generales	211

	Pag.
<b>15.- Semáforos</b>	
Definición	217
Número de Lentes y Caras	219
Distribución de tiempo	220
Tipos de Semáforos	222
Requisitos para instalar un semáforo	224

**Bibliografía.**

## I N T R O D U C C I O N

Debido al crecimiento que existe actualmente en las ciudades, se ha visto la angustiosa necesidad de aumentar, modernizar y funcionalizar los caminos y medios de transporte. Ya que lo que alguna vez fue creado para el hombre, se ha convertido actualmente en morada del vehículo.

Esto es lo que ha originado una serie de problemas en las ciudades, los cuales podemos definir en 2: Accidentes y Congestionamiento. Por eso se ha creado una rama en la Ingeniería, a la cual se le ha denominado "Ingeniería de Tránsito".

La cual se encarga de estudiar todos los problemas que acarrear los caminos, los vehículos y los usuarios, al encontrarse entre sí, así como las consecuencias futuras e inmediatas que traerían si no se solucionaran.

Aquí se hace una breve explicación de lo que trata la "Ingeniería de Tránsito". Analizando primero los problemas que existen, y dando posibles soluciones, así como los elementos que intervienen, (el usuario, el vehículo, el camino).

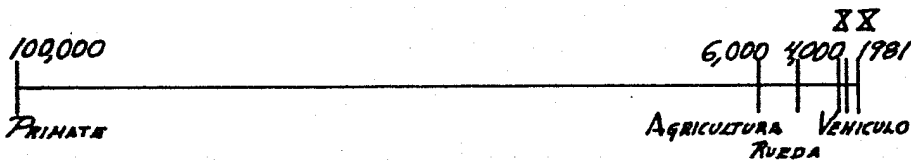
También se habla de los factores que se ven mezclados, tales como velocidad, volúmenes, congestionamiento, accidentes, transporte público, semáforos, etc.

## ANTECEDENTES.-

El hombre, como ser pensante y comunitario, ha condicionado el medio ambiente para desarrollarse plenamente. Sus manifestaciones han dejado huella en la historia a través de sus grandes obras.

En esta búsqueda, ha sorteado infinidad de problemas y situaciones conflictivas. El presente le plantea uno más: la paralización de las actividades por falta de un sistema vial y de transporte acorde con las exigencias de la vida moderna.

Ahora bien, si nos ponemos a comparar la aparición del hombre con la del vehículo, se puede decir que éste acaba de aparecer.



Si vemos también en la gráfica que el hombre se hizo sedentario unos 6 000 años antes de nuestra era; y que en ese entonces se trazaron las primeras veredas, de las cuales muchas se conservan actualmente, y la aparición de la rueda, que tiene por lo menos unos 4 000 años, veremos que el vehículo es algo sumamente novedoso ya que apareció a fines del siglo XIX.

El primer vehículo fue conducido por Siegfred Marcus, en Viena en 1875.

Uno de los caminos más antiguos que existen aún, y que se conserva en su forma original, es el llamado "Vía Appius", el cual fue construido por Appius Claudius en el año 312 A.C.

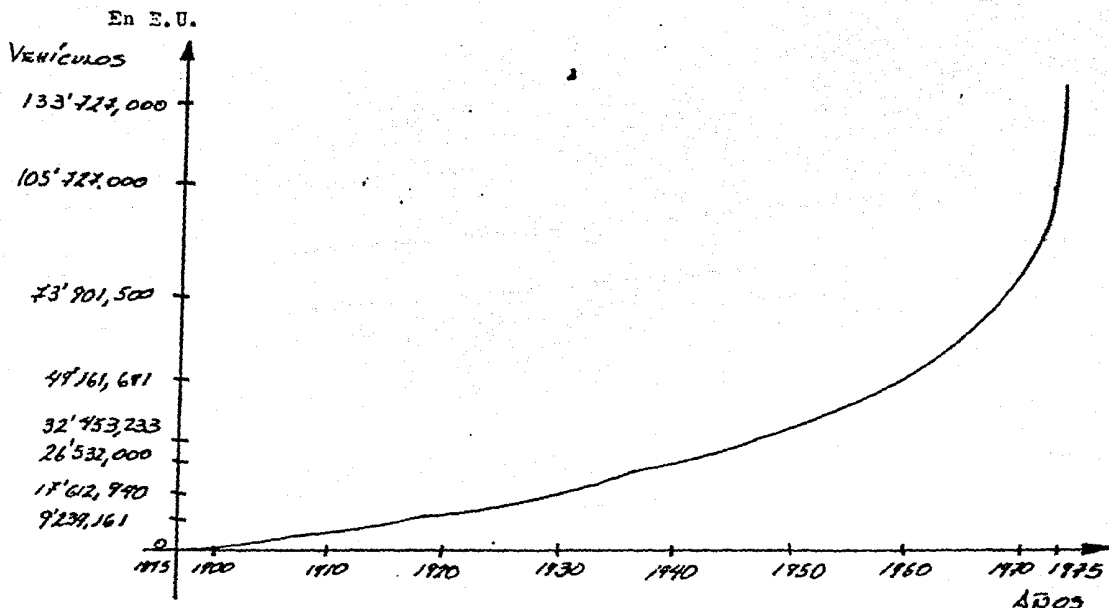


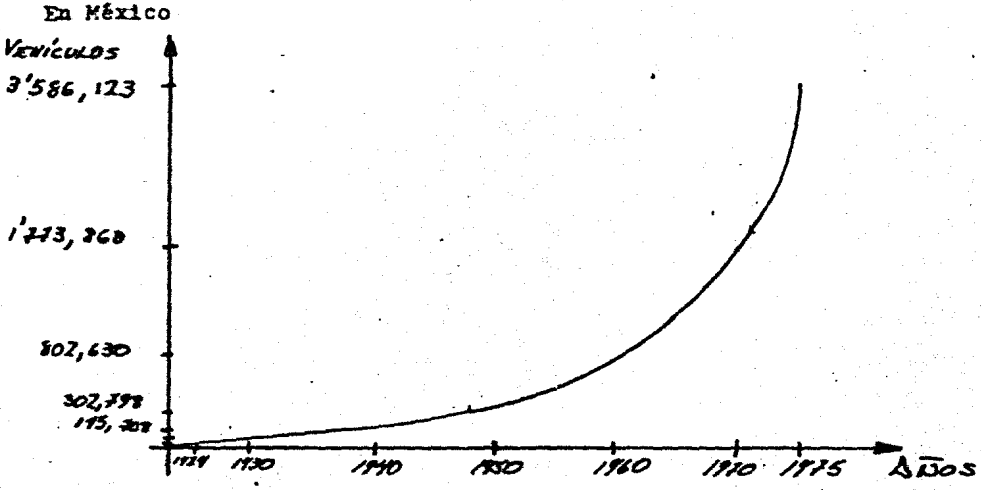
La mayoría de los caminos del mundo están trazados sobre las llamadas rutas de las diligencias. Estas rutas tienen características de trazo muy antiguas; con curvas muy cerradas, pendientes muy fuertes, etc. Todo esto corresponde a vehículos antiguos y no a los que actualmente transitan; por lo tanto, cuando aparece uno nuevo, no puede desarrollar la velocidad para que fue diseñado.

Muchas carreteras fueron proyectadas para automóviles de hace más de 30 años, con velocidades mucho menores a las de ahora, ya que actualmente éstos se consideran con una velocidad de proyecto de más de 100 Kph.

La mayoría de las ciudades del mundo están trazadas según las antiguas, por medio de una cuadrícula rectangular, las cuales fueron hechas para un tránsito de vehículos tirados por animales.

El crecimiento del vehículo ha sido:





Se considera que actualmente existen más de 5 millones de -  
automóviles en el país.

El problema de tránsito radica básicamente en la enorme in-  
congruencia que existe entre los caminos antiguos que todavía se  
utilizan, y el desarrollo acelerado del automóvil moderno.

La consecuencia del aumento explosivo de vehículos de motor  
que han tenido las diferentes ciudades ha sido que, al no estar-  
diseñada la vialidad para recibirlos, sobrevino el grave proble-  
ma del tránsito y los transportes, teniendo como consecuencia -  
los accidentes, los congestionamientos y las dificultades del -  
transporte público. Esto se manifiesta en muertos, heridos, pér-  
didas económicas, bajas velocidades en la circulación, y muchas-  
horas perdidas.

Existe, además, la contaminación atmosférica, tanto por hu-  
mos y gases, como por ruido, que hacen al vehículo de motor uno-  
de los principales problemas de las ciudades.

El problema de tránsito, lejos de disminuir, tiende a aumen-  
tar por la elevada tasa de crecimiento de la población; en el ca-  
so de México, una de las más altas del mundo, así como el au -

# EL AUTOMOVIL EN EL AREA METROPOLITANA

2 MILLONES DE VEHICULOS

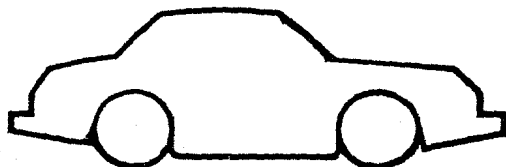
CRECE AL 11 ANUAL

CONSUMEN EL 33 DE LA PRODUC -  
CION NACIONAL DE GASOLINA

SON LOS CAUSANTES PRINCIPALES  
DEL CONGESTIONAMIENTO VIAL.

TRANSPORTAN UNICAMENTE 1.8  
PERSONAS POR VIAJE

SON LOS CAUSANTES PRINCIPALES  
DE LA CONTAMINACION



LA CIUDAD PENSADA COMO MORADA DEL  
HOMBRE. HA RESULTADO LA CASA DEL  
AUTOMOVIL.



**PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE**





Se considera que actualmente existen más de 5 millones de vehículos en el País.

mento del número de vehículos, que casi duplica la tasa de crecimiento de la población.

### Solución del Problema.-

Para encontrar una solución al problema, necesitamos conocer los factores que intervienen en el mismo, y éstos son:

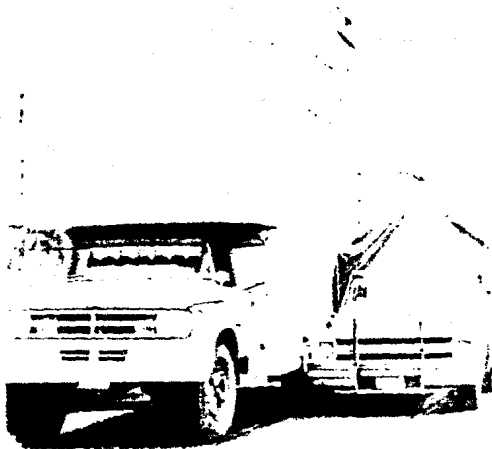
- 1.- Diferentes tipos de vehículos en el mismo camino.- Esto se refiere a que por un mismo camino tengan que transitar vehículos de baja y de alta velocidad, vehículos ligeros y pesados ó de carga, vehículos pequeños y de grandes dimensiones.
- 2.- Superposición de vehículos motorizados en caminos antiguos.
- 3.- Falta de planificación en el tránsito.
- 4.- El automóvil no considerado como necesidad pública.- En estos días, el automóvil ya no es un objeto de lujo, sino que pasa a ser un instrumento de primera necesidad.
- 5.- Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

### Posibles Soluciones.-

- A) Solución Integral.- Para llevarla a cabo, es necesario crear caminos y ciudades totalmente nuevos, con trazos modernos y adecuados a las necesidades del vehículo moderno.
- B) Solución Parcial de alto costo.- Solucionar los problemas que existen en las ciudades y caminos ya trazados, como calles angostas, curvas muy-



Diferente tipo de vehículos en el mismo camino.



Falta de planificación en el tránsito.

cerradas, pendientes fuertes, pasos a desnivel, etc.

C) Solución Parcial de bajo costo.- Consistiría en aprovechar -  
al máximo lo que se tiene,-  
y solucionar, con dispositivos de tránsito, cruces peligrosos, arterias principales, etc.

#### Bases Para Una Solución.-

- 1.- Ingeniería de Tránsito.- A base de estudios especializados.
- 2.- Educación Vial.- Se puede llevar a cabo incluyéndola en la Enseñanza Básica.
- 3.- Legislación y Vigencia Policial.

Para poder llevar a cabo estas posibles soluciones, se requiere de una serie de estudios, tales como:

- Recopilación de datos.
- Análisis de los datos obtenidos.
- Proposición de soluciones.
- Elaboración de una solución óptima.
- Estudio de resultados obtenidos.

La Ingeniería de Tránsito analiza:

- Características del tránsito.
- Reglamentación del tránsito.
- Señales y aparatos de control.
- Planificación vial.
- Administración.

En un sistema de transporte, son 3 los elementos básicos:

- 1.- Usuario
- 2.- Vehículo
- 3.- Camino

Se ha desligado el control policiaco con el control de tránsito en las grandes ciudades; el aspecto técnico no lo maneja - la policía, sino los ingenieros (mantenimiento, dispositivos, - etc.)

La tasa de crecimiento de México es del 2.7 % (1981)

La tasa de crecimiento de vehículos en el D.F. es del 12 %.

#### Elementos que forman el tránsito.-

El usuario es el elemento que más debe de interesar a la ingeniería de tránsito.

Al usuario se le debe considerar como:

- a) Peatón
- b) Conductor.

Los peatones son casi el total de la población, ya que desde los 5 años hasta los 100, andan ó transitan en las calles. - Se han dado casos de atropellamientos de menores de 5 años.

El peatón se puede incorporar al problema de tránsito únicamente por la escuela, para que éste se ubique en la era motorizada.

En la República, en 1971, de las víctimas de accidentes de tránsito, el 31 % eran peatones. (La mayoría de estos acciden -





En un Sistema de Transporte son 3 elementos básicos:  
Usuario, camino y vehículo



Al usuario se le  
debe considerar-  
como peatón y co  
mo conductor.

tes ocurrieron en las carreteras).

En 1979, según el Servicio Médico forense, en el D.F., el 73 % de los accidentados eran peatones.

En E.U., el 23 % de los muertos eran peatones. Entre las causas de las muertes de los peatones en accidentes de tránsito en E.U. están:

- Cruzaban fuera de la zona de peatones.- 27 %
- Caminaban sobre el camino.- 11.5 %
- Salían de atrás de un vehículo estacionado.- 9.4 %
- Cruzaban una intersección sin control.- 8.6 %
- Cruzaban en la esquina contra la señal de alto.- 7.1 %

En diferentes legislaciones ya se registra que el peatón sólo debe cruzar en las esquinas.

Dentro de la estadística pasada, el 80 % de la gente no sabía manejar, por lo que se sabe que desconocían el alcance de un conductor. Por eso se debe preparar al peatón, educándolo por medio de señales y en la escuela.

También dentro de la misma estadística, resultó que en el 66 % de los accidentes el peatón era el culpable.

En México, en 1978, murieron 2547 personas en accidentes de tránsito; 1005 en el accidente; 27 en el traslado; y 1515 en el hospital, después de 30 días, según el Servicio Médico forense.

En lugares como E.U., se ayudó al peatón concientizándolo, y para ello se le multaba cuando no cruzaba en las esquinas; y se arrestaban a otros en ciudades como Chicago. Posteriormente,

ha bajado el porcentaje de peatones muertos, aunque la población sigue aumentando.

Se puede establecer una relación entre el volumen de vehículos, la velocidad con la que se desplazan, y la eficiencia de la acera. El carril de peatones debe medir mínimo 55 cms.

NIVEL DE SERVICIO	VOLUMEN DE SERVICIO ( pes/min/carril )	OCUPACION MINIMA ( m <sup>2</sup> /pes )	VELOCIDAD DE OFRACION ( km/h )
A	22	3.5	4.6
B	30	2.5	4.5
C	46	1.5	4.1
D	62	1.0	3.7
E *	81	0.5	2.4
F	variable 81	0.5	2.4

\* Capacidad.-

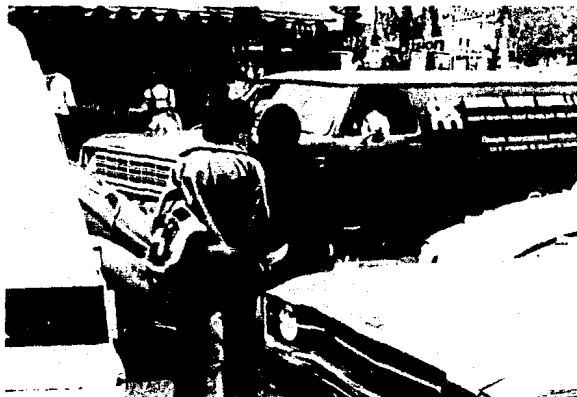
Volumen de peatones por carril de 0.55 en una hora =  
 $81 \times 60 = 4860$  peat/hora/carril

- El Conductor.- Se debe de buscar una relación entre vehículos registrados y licencias expedidas.

En México se considera una relación de 2 ó 3 conductores por vehículo.

Si consideramos que en el país hay 5 millones de vehículos, habrá 15 millones de conductores, y a éstos se les debe dirigir la atención.

En E.E.U.U. esta relación es de 1.7



CRUZARAN FUERA DE LA ZONA DE FEATONES

DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRÁNSITO EN EL D.F.

AÑOS	1975	1976	1977	1978
EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE	944	1,051	1,048	1,003
DURANTE EL TRASLADO	41	26	43	27
EN EL HOSPITAL	1,393	1,431	1,415	1,515
TOTALES	2,378	2,508	2,506	2,545

Se ha demostrado que un conductor puede conducir, lo mismo una carreta, que un vehículo supersónico con el debido adiestramiento.

El conductor de vehículo tiene 2 limitaciones principales:

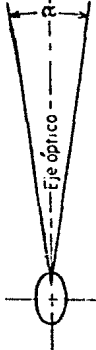
- 1.- Visión
- 2.- Reacciones

Estas son limitaciones físicas ó psíquicas, pero son de primer orden.

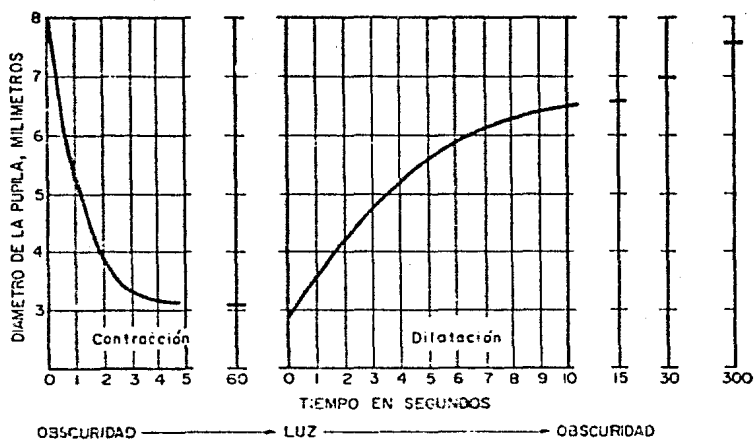
Visión.- De los sentidos del hombre, la visión es indudablemente el más importante, ya que a través de este sentido, el individuo obtiene información de lo que acontece a su alrededor. Muchos de los problemas operacionales y de proyecto, requieren del conocimiento de las características generales de la visión humana.

Se considera de importancia para la tarea de manejar, la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción; es decir, que el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia adelante, de detectar el movimiento a sus lados, de ver el camino en la noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento, y, por último, de distinguir colores de señales y semáforos, y las distancias relativas de los diferentes objetos.

Existen defectos en la vista, como son: astigmatismo, presbitia, etc. que se pueden corregir con lentes. Otros como el daltonismo, cataratas, etc. que no se pueden corregir; pero que se puede ayudar por ejemplo al daltónico, poniendo siempre el rojo hasta arriba, ó bien al lado izquierdo. Y las señales preventivas son octogonales en América, y triangulares en Europa.

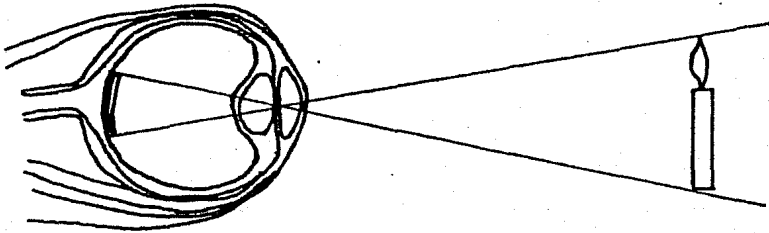
LETREROS COLOCADOS DENTRO DEL CONO DE VISION CUYO ANGULO HORIZONTAL $\alpha$ ES.	PORCENTAJE DE RESPUESTAS CORRECTAS	
5,8°	98	
7,6°	95	
9,6°	90	
11,4°	84	
13,4°	74	
15,4°	66	

Identificación de letreros

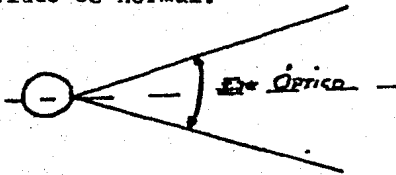


Adaptabilidad a los cambios de luz

Pero todos los que tienen la vista normal, padecen lo que se llama la visión de túnel.



Cuando es menor de  $120^\circ$ , la visión se llama visión de túnel; cuando es menor de  $140^\circ$ , no se debe dar la licencia, y se prueba viendo los extremos de las manos. Pero a cualquier individuo, con la velocidad, se le hace la visión de túnel, ó sea, que al aumentar la velocidad, se aumenta la distancia focal y se hace mayor la visión de túnel; y a baja velocidad, el individuo es normal.



BAJA VELOCIDAD



ALTA VELOCIDAD

velocidad	ángulo de visión	la vista se fija aprox. a:
32 km/h	$100^\circ$	150 m.
96 km/h	$40^\circ$	a más de 500 m.

El ángulo de visión aguda es menor a los  $10^\circ$ , ó sea, cuando se maneja a altas velocidades, no se puede tener la vista fija, sino que se tiene que estar barriendo todo el campo visual.

La visión requiere de tiempo, por ejemplo, un conductor, al

llegar a un crucero requiere voltear la cabeza de un lado a otro y enfrenar en cada lado, y eso le lleva tiempo.

Tiempo para ver.- (de experimentos reales)

-Voltear a la derecha .....	0.15	a	0.33 seg.
-Enfocar .....	0.3	a	0.3 "
-Voltear a la izquierda .....	0.15	a	0.33 "
-Enfocar .....	0.3	a	0.3 "
	<hr/>		
tiempo total	0.90	a	1.26 seg.

Reacciones.- El conductor principalmente percibe estímulos visuales, auditivos y cinéticos; y se acepta que el tiempo de reacción depende del tipo de estímulo percibido.

El intervalo que existe entre ver, oír ó sentir, y la acción de responder a estos estímulos en cualquier situación de el tránsito, se llama tiempo de reacción.

Idealmente, esta respuesta del conductor requiere de un tiempo para percepción, intelección, emoción y volición (voluntad).

Hay 2 tipos de reacciones:

- 1.- Física ó condicionada
- 2.- Psicológica

En la primera, no se necesita pensar y en la segunda sí.

Las primeras se han condicionado a un estímulo exterior, por ejemplo, al tocar algo caliente, rápidamente se retira la mano y no se necesita pensar para ello, sino que es un acto re-



flejo.

Por ejemplo, cuando el usuario transita muy a menudo por una cierta ruta, éste empieza a acostumbrarse a un cierto tipo de cruceo, en una determinada hora, etc.

También, en las señales de tránsito, casi nadie lee el texto, sino que únicamente ven la forma de éstas ó el color. Esto es una reacción condicionada.

La reacción condicionada corresponde a un hábito.

2.- En la reacción psicológica, se requiere de más tiempo, ya que en ésta, interviene el estímulo exterior, pero después de que se recibe éste, es necesario pensar.

Por ejemplo, cuando un conductor ve un obstáculo en el camino, primero tiene que verlo, después manda una imagen al cerebro; éste a su vez, manda una señal al músculo motor del pie, y va a hacer que lo quite del acelerador, y se prepara para poder frenar. Todavía no se frena, ya que el individuo tiene que pensar qué tiene que hacer, si necesita rebasar, si esquivará hacia un lado ó hacia otro, ó alguna otra solución.

Como ésto no sucede a diario, no se está condicionado; pero por ejemplo, para el caso de una carretera, si un coche sale rebasando, es mejor tratar de saber el acotamiento y evitar al máximo el impacto de frente.

Con todo ésto, se debe tomar una decisión de lo que se tiene que hacer para poder reaccionar, lo que requiere de un lapso de tiempo, aunque sea pequeño. Por eso es necesario pensar, y es lo que se llama una reacción psicológica.

Pruebas cuantitativas del tiempo que lleva al individuo el fre-

nar, se empiezan a medir desde que se ve el estímulo exterior, - se quita el pie del acelerador, y se empieza a frenar.

Para una situación inmóvil, un individuo se tarda  $1/4$  de segundo nada más para reaccionar de alto a siga. Pero cuando el individuo va en la calle, se lleva de  $3/4$  de segundo, a 1 segundo. El promedio es lo 0.83 seg., pero para fines de proyecto, - se toma 1 seg.

En algunos casos, el tiempo de reacción llega a ser de 2 a 3 segundos.

Este tiempo puede modificarse por agentes internos ó externos, como puede ser el agotamiento ó la fatiga. Por eso es que la mayoría de los accidentes ocurren en la segunda etapa del viaje, ó sea, cuando aparecen el cansancio y la fatiga.

Existen otros factores, como el calor, la lluvia, el alcohol, las drogas, etc. La situación emocional del conductor, la altitud sobre el nivel del mar, etc. son factores también importantes.

Distancia de frenado.- Es una función lineal que depende de la velocidad y el tiempo.  $D = vt$

Para medir la distancia con aceleración lineal tenemos:

$$D = vt - \frac{at^2}{2}$$

Mientras no se apliquen los frenos, el vehículo irá frenando con la ley de  $D = vt$ .

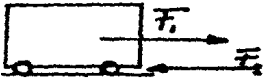
Para que se detenga, será:

$v$  = velocidad que trae el vehículo

$t$  = tiempo que tarda la operación

$a$  = desaceleración que se va llevando a cabo

$D$  = distancia de frenada



$$F_1 = m \cdot a$$

$$F_2 = P \cdot f$$

$$F = \frac{P}{g} \cdot a$$

$$F_1 = F_2$$

tiempo percepción

$$\frac{P}{g} \cdot a = P \cdot f$$

$f$  = coef de fricción

tiempo reacción

$$\frac{a}{g} = f$$

$P$  = normal

tiempo frenaje

$$a = f \cdot g$$

$$v = a \cdot t$$

y se tienen 2 incógnitas.

$$a = f \cdot g - t$$

$$t = \frac{v}{f \cdot g}$$

De donde

$$D = v \cdot \frac{v}{f \cdot g} - g \cdot f \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$D = v \cdot \frac{v}{f \cdot g} - g \cdot f \cdot \frac{v^2}{f \cdot g} \cdot \frac{1}{2}$$

$$D = \frac{v^2}{1 \cdot g} - \frac{v^2}{2 \cdot f \cdot g}$$

$$D = \frac{v^2}{2 \cdot f \cdot g}$$

O sea, la distancia de frenado va a depender de la velocidad y del coeficiente de fricción.

Si  $D$  se da en m.

$v$  se da en k/h

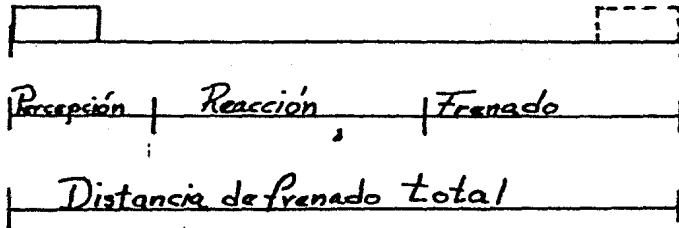
$$D = \frac{3.94}{1000} \frac{v^2}{f} = 0.00394 \frac{v^2}{f}$$

CONDICIONES DE FRENOS Y DEL - CAMINO	DISTANCIAS PARA DIFERENTE TIEMPOS DE REACCIONES (M)		
	Reflejo rápido 0.2 seg.	Reflejo normal 0.5 seg.	Reacción completa 0.8 seg.
	Reacción + frenado = total	Reacción + frenado = total	Reacción + frenado = total
Frenos excelentes: Pavimento de primera poca o - nula pendiente relación de de saceleración expresada por un coeficiente. f = 1.35	2.0+ 3.5 = 5.5	4.9+ 3.5 = 8.4	7.8+ 3.5 = 11.3
Frenos buenos que trabajan -- las ruedas f = 1.00	2.0+ 4.8 = 6.8	4.9+ 4.8 = 9.7	7.8+ 4.8 = 12.6
Frenos "promedio" f = 0.6	2.0+ 8.0 = 10.0	4.9+ 8.0 = 12.9	7.8+ 8.0 = 15.8
Frenos "legales" f = 0.45	2.0+10.4 = 12.4	4.9+10.4 = 15.3	7.8+10.4 = 18.2
Factores adversos pavimento - resbaloso f = 0.20	2.0+24.0 = 26.0	4.9+24.0 = 28.9	7.8+24.0 = 31.8

Para condiciones de proyecto, el factor de fricción que se usa será el promedio de todos. Para este caso será:  $f = 0.6$

### DISTANCIA DE REACCION Y FRENADO

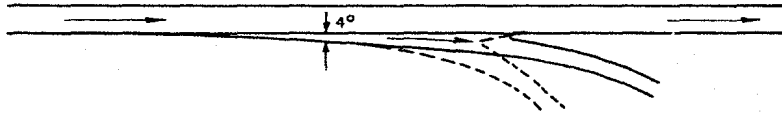
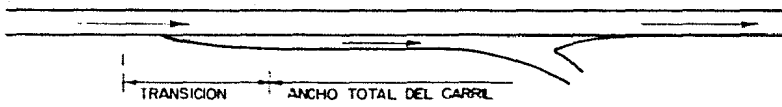
Velocidad del vehículo	Distancia de reacción	Distancia para frenar en pavimento		Distancia total en pavimento	
		seco	húmedo	seco	húmedo
km/h	m	m	m	m	m
30	7	5	8	12	15
40	10	13	20	23	30
60	13	25	38	38	51
80	17	40	60	57	77
100	20	59	90	79	110
110	23	81	123	104	146
130	26	106	161	132	187



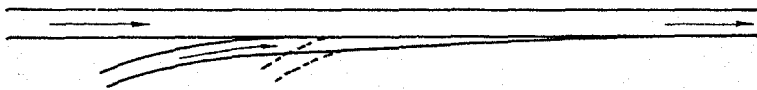
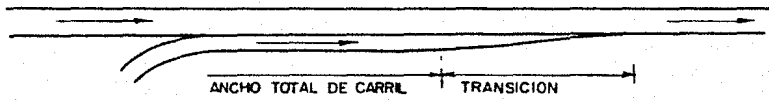
Con la fórmula 
$$D = \frac{3.94 v^2}{1000 f}$$

para una velocidad de 50 k/h, considerando  $f = 0.2$ , que es el coeficiente entre el disco y el tambor. Para fines de diseño,  $f = 0.2$  ó  $0.16$ .

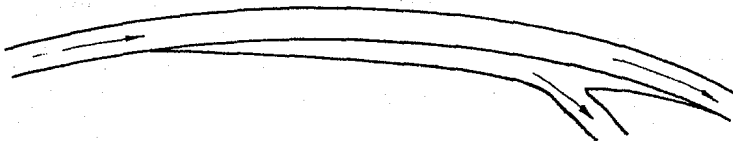
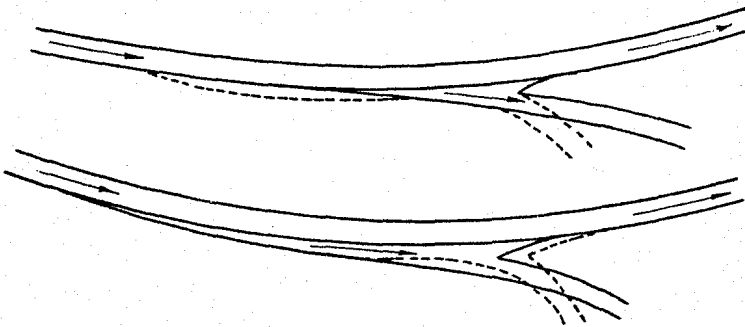
$$D = \frac{3.94 \cdot (50)^2}{1000 (0.2)} = 22 \text{ m.}$$



CARRILES DE DESACELERACION

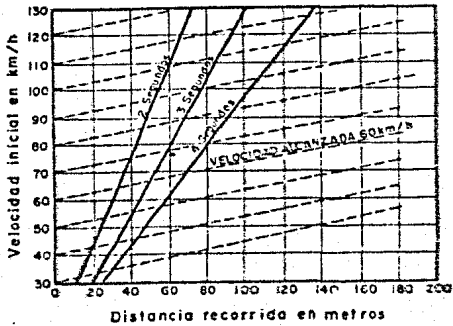


CARRILES DE ACELERACION



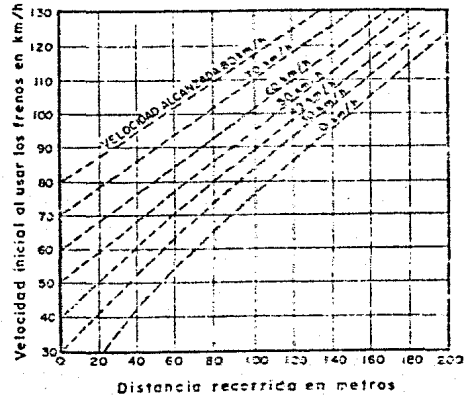
CARRILES DE DESACELERACION

VELOCIDAD DE PROYECTO EN LA CARRETERA, EN km/h	50	60	70	80	90	100	110
VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h	45	55	63	71	79	86	92
LONGITUD DE LA TRANSICIÓN, CALCULADA EN METROS	44.8	53.5	61.3	69.1	76.9	83.7	89.5
LONGITUD DE LA TRANSICIÓN, RECOMENDADA EN METROS	45	54	61	69	77	84	90



DISTANCIA RECORRIDA DURANTE LA DECELERACION CON MOTOR SIN USAR FRENOS

A

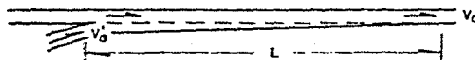
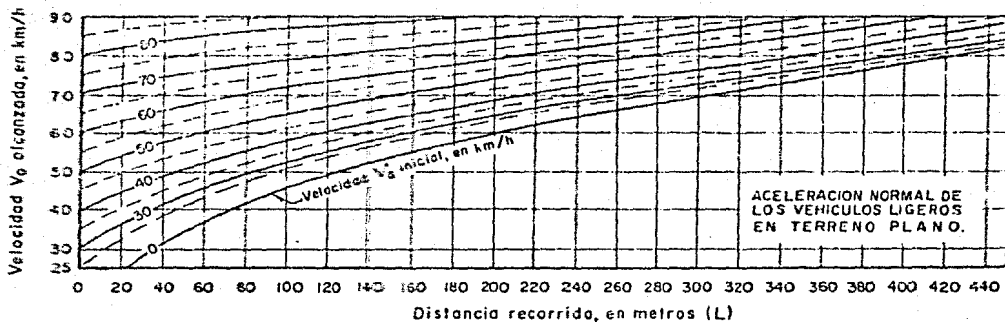


DISTANCIA RECORRIDA DURANTE EL FRENO

B

Velocidad de proyecto en el enlace, km/h	Radio mínimo de curva, metros.	Condición de parada						
		25	30	40	50	60	70	80
15	24	45	75	113	154	209		
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h.	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de DECELERACION, incluyendo la transición, en metros.						
50	45	64	45	—	—	—	—	—
60	54	100	85	80	70	—	—	—
70	61	110	105	100	90	75	—	—
80	69	130	125	120	110	95	85	—
90	77	150	145	140	130	115	105	80
100	84	170	160	160	145	135	125	100
110	90	185	175	175	160	150	140	120

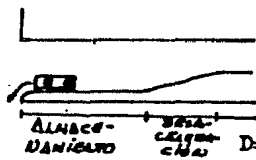
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros	Longitud total del carril de ACELERACION, incluyendo la transición, en metros.								
50	45	170	45	—	—	—	—	—	—	—
60	54	110	85	75	—	—	—	—	—	—
70	61	160	135	125	100	—	—	—	—	—
80	69	230	125	190	170	125	—	—	—	—
90	77	315	300	285	255	205	160	—	—	—
100	84	405	395	380	350	295	240	160	—	—
110	90	470	465	455	425	375	325	260	180	—



CARRETERA			L- LONGITUD DEL CARRIL DE ACELERACION, EN METROS							
VELOCIDAD DE PROYECTO, EN km/h	VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h	VELOCIDAD ALCANZADA, EN km/h	VELOCIDAD DE PROYECTO DEL ENLACE, EN km/h							
			CONDICION DE MARCHA	25	30	40	50	60	70	80
			Y VELOCIDAD INICIAL (V0), EN km/h							
			0	23	27	35	44	51	63	71
50	46	38	44	44	34	10	—	—	—	—
60	55	47	63	85	74	52	12	—	—	—
70	63	55	113	136	126	100	58	—	—	—
80	71	63	200	204	192	164	124	74	—	—
90	79	71	314	300	284	251	204	158	74	—
100	86	78	404	394	382	350	298	240	162	82
110	92	84	470	464	456	426	375	326	258	178



D de reacción para t de reacción = 1 seg.



$$v = \frac{D}{t}$$

$$D = vt$$

$$D = 50 \frac{1}{3600} \times 1000 = 14 \text{ m.}$$

$$D = 50 \times 1000 \frac{1}{3600} = 14 \text{ m.}$$

Por lo general, será suficiente con la distancia de frenaje.

El Vehículo.- Una carretera tiene por objeto permitir la circulación rápida, económica, segura y cómoda, de vehículos autopropulsados sujetos al control de un conductor. Por tanto, la carretera debe proyectarse de acuerdo a las características del vehículo que la va a usar y considerando en lo posible, las reacciones y limitaciones del conductor.

El vehículo está invadiendo los países del mundo, de una forma demasiado acelerada.

Para 1975, ya había más de 300,000 000 de vehículos en el mundo.

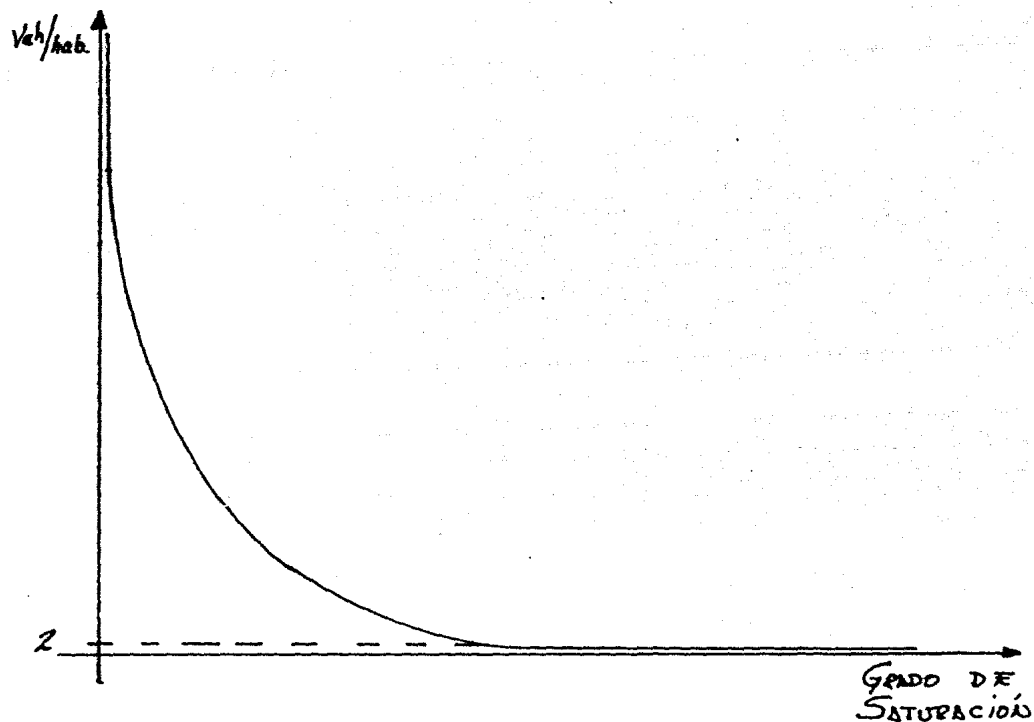
Estados Unidos.....	150 000 000
Europa .....	100 000 000
Asia y Medio Oriente .....	50 000 000
América Latina .....	20 000 000
Bloque Comunista .....	20 000 000

En todo el mundo, antes de la Primera Guerra Mundial, había tan solo 44 000 000 de vehículos.

## RELACION HABITANTE-VEHICULO (1974)

Países de mayor grado de motorización

País	habitante./vehículo
1.- E.U.A.	1.6
2.- Canadá	2.1
3.- Suecia	2.9
4.- Francia	3
5.- Alemania Occ.	3.3
6.- Suiza	3.5
6.- Bélgica	3.5
7.- Italia	3.6
7.- Gran Bretaña	3.6
7.- Países Bajos	3.6
8.- México	21.0



Se dice que un país ha llegado al grado de saturación, cuando la relación vehículo/habitante ha llegado a ser igual a 2.

REPUBLICA MEXICANA

1924	.....	43 000
1930	.....	88 000
1940	.....	159 000
1950	.....	303 000
1960	.....	827 000
1970	.....	1 910 000
1980	.....	5 683 000

En el D.F. están registrados 1 700 000 vehículos, de acuerdo con la Dirección General de Estadística. La ciudad llegó al millón de vehículos registrados en 1974. Pasaron casi cincuenta años para llegar a esta cifra. Sin embargo, según el ritmo de crecimiento, se puede prever que el segundo millón de vehículos será registrado en 1982.

años	total veh.	automóviles	autobuses	camiones	autos
1925	21,209	15,063	2,622	3,059	465
1930	31,994	22,487	2,071	7,068	368
1940	48,134	35,520	2,225	8,616	1,743
1950	74,327	55,014	4,290	12,895	2,178
1960	248,048	192,557	6,910	35,161	13,410
1970	717,672	529,615	9,890	76,500	41,667
1975	1,199,471	1,004,154	12,898	107,954	74,465
1976	1,136,235	979,188	13,069	108,030	35,948
1977	1,232,868	1,059,354	13,244	117,823	42,447
1978	1,423,283	1,219,002	13,735	139,860	50,686
1979	1,562,764	1,338,404	15,081	153,566	55,653
1980	1,715,915	1,469,633	16,559	169,616	61,107

Con estos datos se puede llegar a una conclusión; los países más adelantados son los que han podido incorporar a su economía la mayor cantidad de vehículos y casi se puede apreciar que la relación de habitantes por vehículo es una de las medidas para apreciar el progreso de una nación ó país, tanto en su transporte, como en su economía en general.

Todo ésto hace que se congestionen mucho los transportes de carga por las carreteras, ya que no funcionan como deben los transportes ferroviarios, marítimos, fluviales y aeroportuarios.

La aceleración del crecimiento, sobre todo en la última década, se ha más que duplicado, ya que actualmente hay dos ó más vehículos en cada familia.

Relación habitantes por vehículo en el Distrito Federal:

ANO	POBLACION	VEHICULOS REG.	HAB/VEHICULO
1940	1,760 000	48,134	36.6
1950	3,050 000	74,327	41.0
1960	4,870 000	248,048	19.6
1970	6,967 000	717,672	9.7
1980	9,300 000	1,715,915	5.4

En La República Mexicana se espera que para el año 2000 - la relación habitante - vehículo sea del orden de 3.

La entidad federativa de la República que más vehículos tiene es el D.F. Aquí están la tercera parte de los vehículos que existen en toda la República Mexicana.

Actualmente, la concentración en el D.F. es cerca del 40 %. Le sigue Jalisco, Baja California Norte, Chihuahua y Quintana Roo.

Bicicletas. - En México hay casi 3/4 de millón de bicicletas registradas, aparte de las no registradas.

Uno de los problemas provenientes de los vehículos es el alto grado de contaminación atmosférica. En mediciones realizadas en 1980 por Tecnología Analítica y Servicios, S.A. por encargo de la Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México, se vió que muchos vehículos, principalmente autobuses de servicio urbano, motocicletas y camiones, sobrepasan los 85 decibeles; nivel máximo aceptable, según el Departamento del Distrito Federal. Además, muchos de esos vehículos despiden humo, por falta de una correcta carburación.

Fines del uso del vehículo de motor.

Encuesta de 15 ciudades de E.E.U.U.:

Trabajo .....	41.2 %
Negocios .....	14.6 %
Compras .....	11.8 %
Escuela .....	1.3 %
Médico .....	1.3 %
Recreación .....	16.0 %

En México (estudio de estacionamientos, 1973).

Trabajo .....	47.9 %
Escuelas .....	24.7 %
Compras .....	18.4 %
Recreación .....	1.9 %

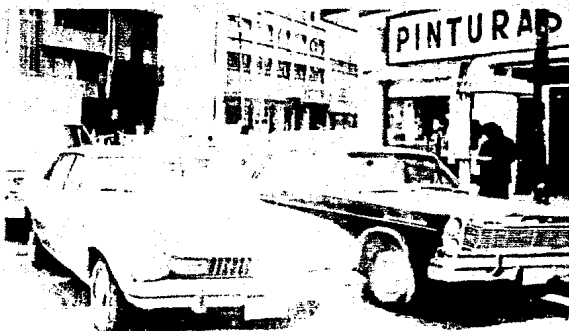
En los Angeles, Cal. 1967.

Trabajo .....	71.0 %
Negocios .....	4.6 %
Recreación .....	0.6 %
Compras .....	13.8 %

Uno de los problemas provenientes de los vehículos es el alto grado de contaminación atmosférica.



Se dice que ha llegado el grado de saturación cuando la relación vehículo/Habitante ha llegado a 2.



En Caracas, Venezuela (1972).

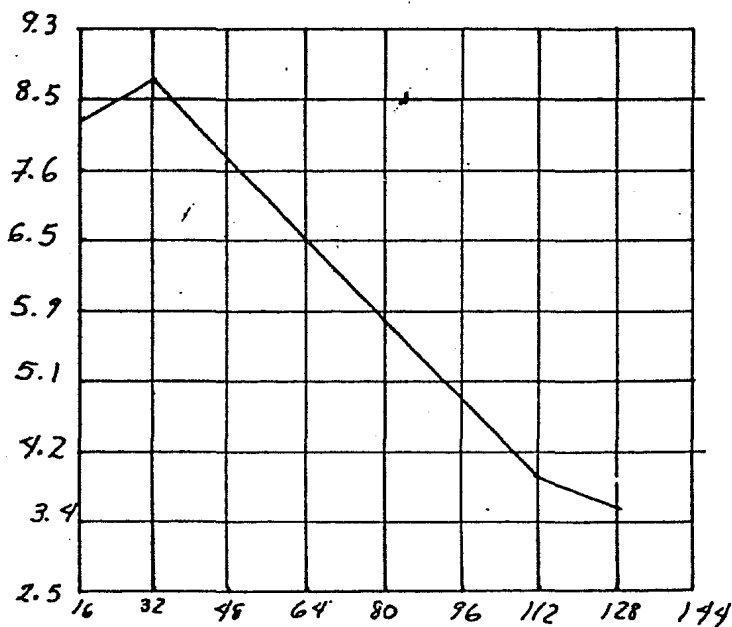
Trabajo .....	67.2 %
Negocios .....	18.7 %
Compras .....	13.4 %
Recreación .....	0.7 %

Rendimiento del vehículo.-

Rendimiento= número de kilómetros que pueden recorrerse por litro de combustible.

La velocidad óptima del rendimiento está entre los 30 y los 50 km/hora, según el tipo de vehículo y su estado.

VELOCIDAD (KM/H)	RENDIMIENTO (KM/LITRO)	VELOCIDAD (KM/H)	RENDIMIENTO (KM/LITRO)
32	9.0	80	7.2
48	8.7	96	6.4
64	8.0	112	5.4



La ocupación del vehículo - número de pasajeros en el vehículo. Este lo gobierna la relación peso-potencia; para la fabricación de los vehículos también.

En la Rep. Mexicana, en carretera (ocupación de vehículos):  
 automóviles - El promedio era de 2.9 personas / vehículo.  
 autobuses - El promedio era de 23.4 personas / vehículo.

En el D.F., en zona urbana:

automóviles - ..... 1.6 a 1.8 personas / vehículo.  
 autobuses - .....

En E.E.U.U.:

automóviles ..... 1.3 personas / vehículo

Se necesita estudiar las fallas de los automóviles, ya que va a influir en accidentes y en los congestionamientos. Para evitar ésto, se hacen inspecciones mecánicas a los vehículos. El grado de seguridad depende mucho de estas inspecciones.

INSPECCION DE SEGURIDAD		
	PORCENTAJE DEFECTUOSO DEL TOTAL REVISADO	
	AUTOS	CAMIONES
LUCES TRACERAS	30.7	31
LUCES DELANTERAS	18.8	16
FRENOS	17.5	14.6
TUBOS DE ESCAPE	8.6	9.2
LLANTAS	7.5	5.1
DIRECCION	5.7	5.3
LIMPIADORES	4.7	5.8
VIDRIOS	3.4	6.1
BOCINA	2.0	3.6
ESPEJO	1.1	3.3



Se pueden llevar a cabo inspecciones rápidas en el vehículo, revisando las partes principales del vehículo. Se incluye:

llantas (desgaste)  
frenos (presión)  
suspensión delantera (posición de las ruedas)  
dirección (juego del volante)  
luces (ocular)

### Potencia de los vehículos.-

Se inició con 10 a 12 caballos de fuerza. Se ha ido incrementando la potencia de los vehículos, pero en los años 50 á 60, influyó el consumo de combustible, y a partir de entonces, se empezaron a construir los de 4 cilindros (los compactos).

En México, en 1974.

Los autos compactos son casi el 50 % del total de autos.

El peso de un vehículo cargado y la potencia de su motor, son los factores más importantes, las características y costos de operación de un vehículo en la carretera. Este hecho es particularmente significativo en los vehículos pesados.

Se ha encontrado que la relación peso/potencia de los camiones, está relacionada directamente con la velocidad y el tiempo de recorrido en la carretera; asimismo, se ha observado que todos los vehículos con la misma relación peso/potencia tienen características de operación similares, lo cual indica que dos camiones de diferentes pesos y potencias tienen el mismo comportamiento sobre el camino, si la relación peso/potencia se conserva constante.

Esta particularidad es de importancia en el proyecto del ca

mino, pues hay evidencia de que la industria automotriz tiende a uniformar la relación peso/potencia de cada uno de los tipos de vehículos, lo cual permite establecer una relación peso/potencia de proyecto.

En general, los vehículos que transitan por una carretera, pueden dividirse en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehículos especiales.

### Dimensiones de los vehículos.-

No sólo se ha tomado en cuenta la opinión de los fabricantes, sino también tomando medidas.

En el automóvil casi no varían las dimensiones, pero en los camiones sí pasa eso, por lo que las autoridades los limitan.

#### Longitudes para fines de proyecto.

Camión unitario .....	9.10 m	incluyendo	defensas.
Camión tractor y semirremolque ...	12,75 m	"	"
Camión y remolque .....	18.70 m	"	"

La altura, hasta cubrir cualquier dispositivo que tenga, incluyendo las luces que se exigen.. 3.95 m.

L= Longitud total del vehículo

DE= Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.

DET= Distancia entre los ejes más alejados del tractor

DES= Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque

Vd= Vuolo delantero

Vt= Vuolo trasero

Tt= Distancia entre los ejes del tándem del tractor.

Ts= Distancia entre los ejes del tándem del semirremolque

Dt= Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tándem.

$D_s$  = Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor y el eje delantero del tándem del semiremolque

$A$  = Ancho total del vehículo

$EV$  = Distancia entre las caras extremas de las ruedas

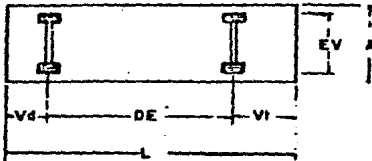
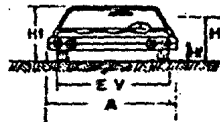
$H_t$  = Altura total del vehículo

$H_c$  = Altura de los ojos del conductor

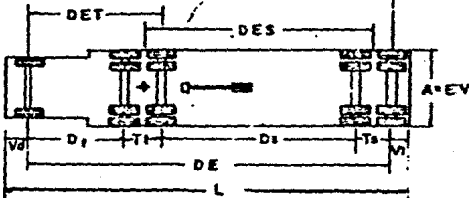
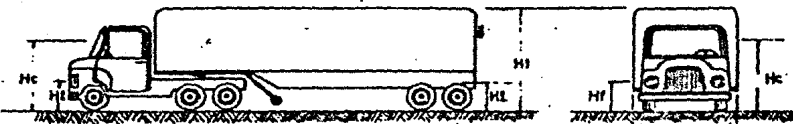
$H_f$  = Altura de los faros delanteros

$H_l$  = Altura de las luces posteriores

$\alpha$  = Angulo de desviación del haz luminoso



VEHICULO LIGERO



VEHICULO PESADO

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO				
			DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525
DIMENSIONES EN CM.	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915
	Distancia entre ejes del semirremolque	DES	—	—	—	762	610
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes lánдем tractor	Tl	—	—	—	—	122
	Distancia entre ejes lánдем semirremolque	Ts	—	—	—	122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	DI	—	—	—	397	488
	Dist. entre ejes interiores tractor y semirremolque	DS	—	—	—	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
	Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61
	Angulo de desviación del haz de luz de los faros	α	1°	1°	1°	1°	1°
	Radio de giro mínima (cm)	Re	732	1040	1281	1220°	1372°
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	Wc/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO	A <sub>p</sub> y A <sub>c</sub>	C2	B-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2	OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>p</sub> y A <sub>c</sub>	99	100	100	100	100	
	C2	30	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-S1	0	0	1	80	99	
	T2-S2	0	0	1	93	78	
	T3-S2	0	0	1	18	90	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>p</sub> y A <sub>c</sub>	98	100	100	100	100	
	C2	62	98	100	100	100	
	C3	20	82	100	100	100	
	T2-S1	6	85	100	100	100	
	T2-S2	6	42	98	98	98	
	T3-S2	2	35	80	80	80	

Características de los vehículos de proyecto.

El ancho promedio del camión será de 2.44 m.

Los automóviles se pueden agrupar en:

**Grandes:**

Longitud ..... 5.58 m  
Anchura ..... 1.98 m

**Medianos:**

Longitud ..... 4.91 m  
Anchura ..... 1.80 m

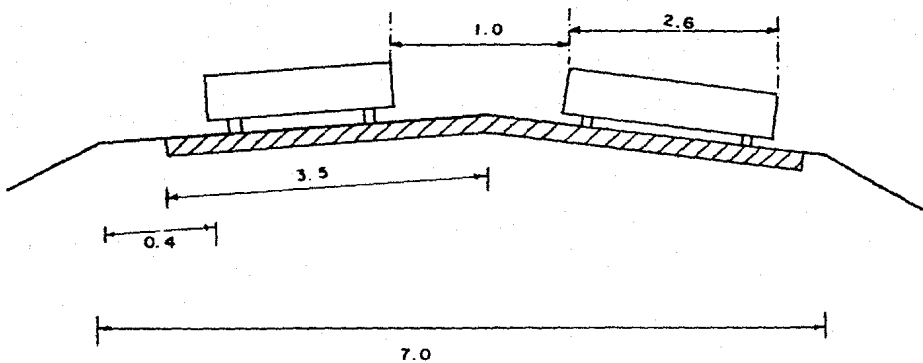
**Chicos:**

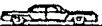
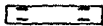


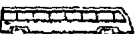

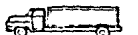
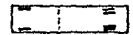
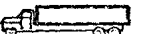
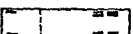
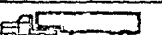

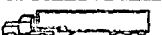
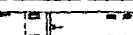
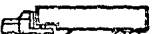
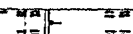


Longitud ..... 4.12 m  
Anchura ..... 1.56 m

En México se admiten los camiones hasta de 2.60 m de ancho, dependiendo si su carga es excesiva.

Si se dejan 0.75 m de cada lado, se dejarían carriles de 4.0 m, pero se dejan los carriles de 3.5 m.

En el caso extremo de que se lleguen a juntar dos camiones de 2.60 m., quedaría:



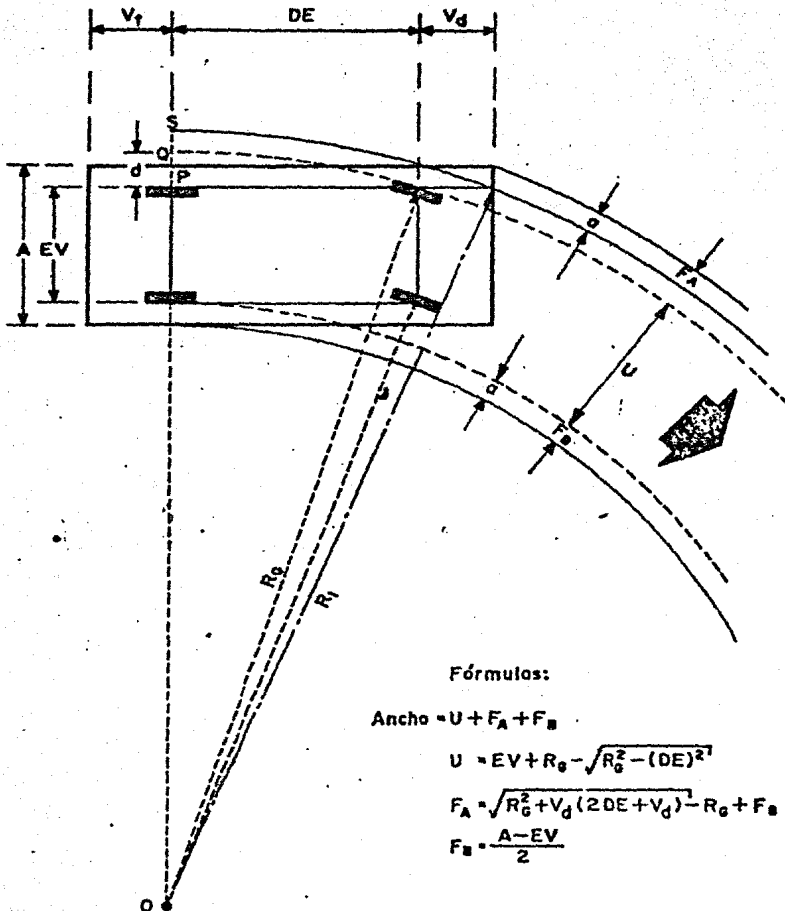
TIPO DE VEHICULO		NUM. DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES		PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS	
			PERFIL	PLANTA					
VEHICULOS LIGEROS	AUTOMOVILES	2			Ap			46	58
	CAMIONETAS				Ac			12	
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2			B			12	42
	CAMIONES	2			C2	73			
		3			C3	13			
					T2-S1				
		4			T2-S2	7	100	30	
		5			T3-S2	7			
					T2-S1-R2				
	OTRAS COMBINACIONES								
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE			$L_n$ n = variable	VARIABLE			
	MAQUINARIA AGRICOLA								
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS								
	OTROS								

CLASIFICACIÓN GENERAL DE  
LOS VEHICULOS

Radio de Giro.— Es la distancia que necesita un vehículo para dar la vuelta.

Este radio de giro se mide con la parte más extrema de la carrocería o de las llantas.

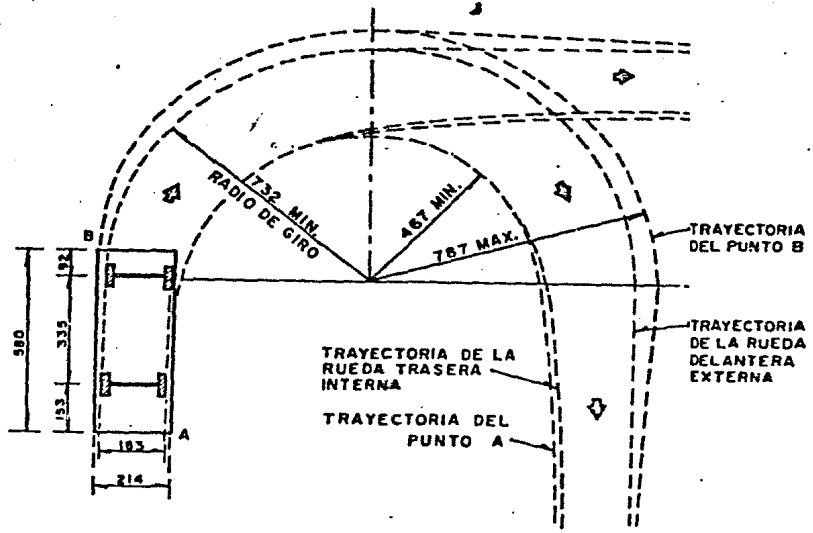
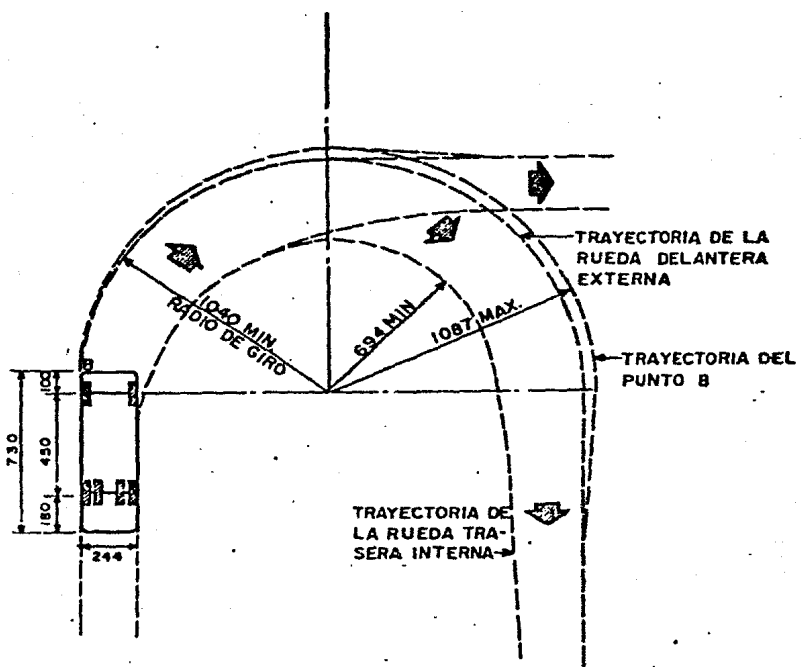
La distancia entre ruedas externas será:  $V = d + EV$



Radios de giro para vehículos recomendados por la Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras. (AASHO).

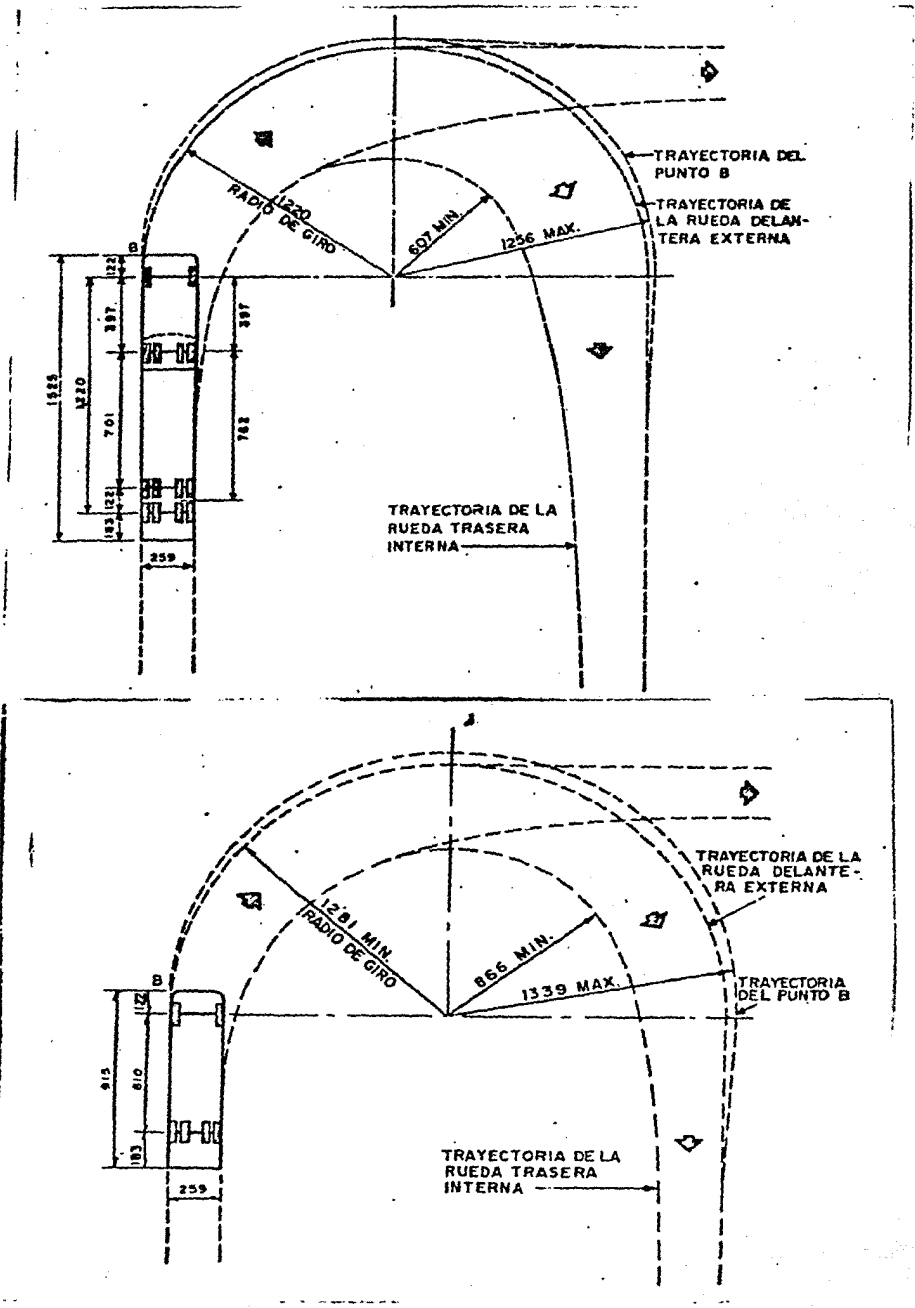
autos- 9.15 m.

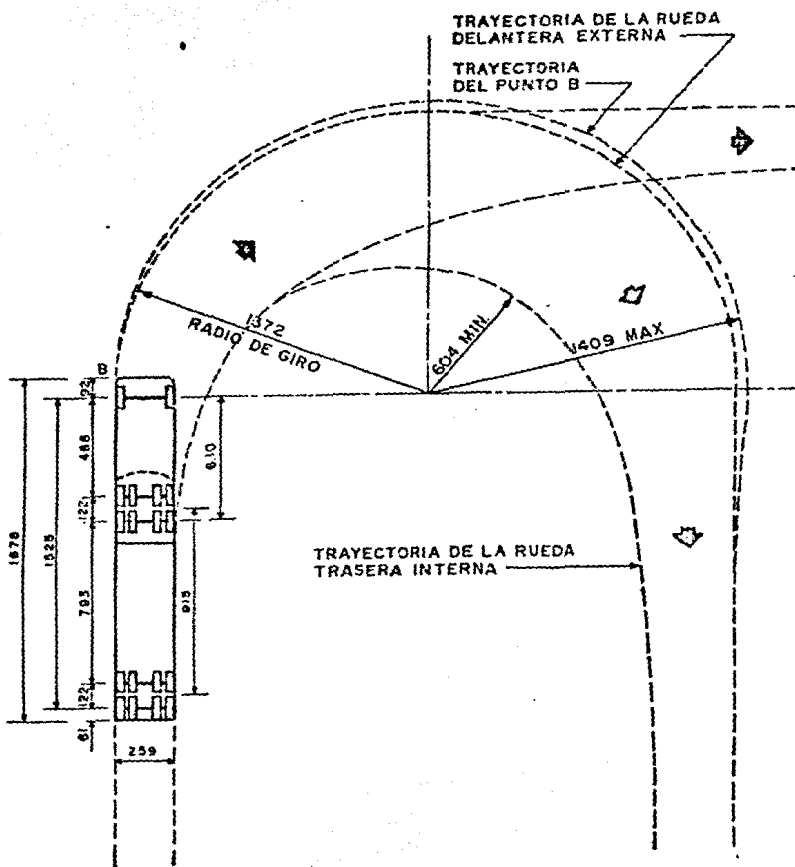
todos los demás- 15.25 m.

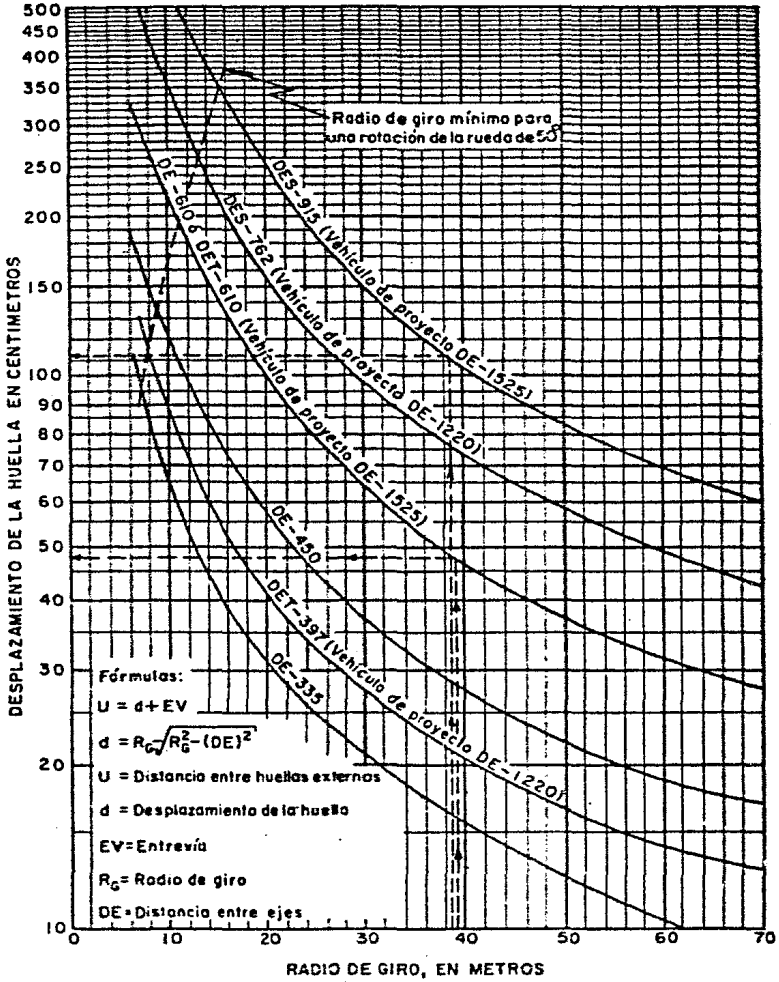




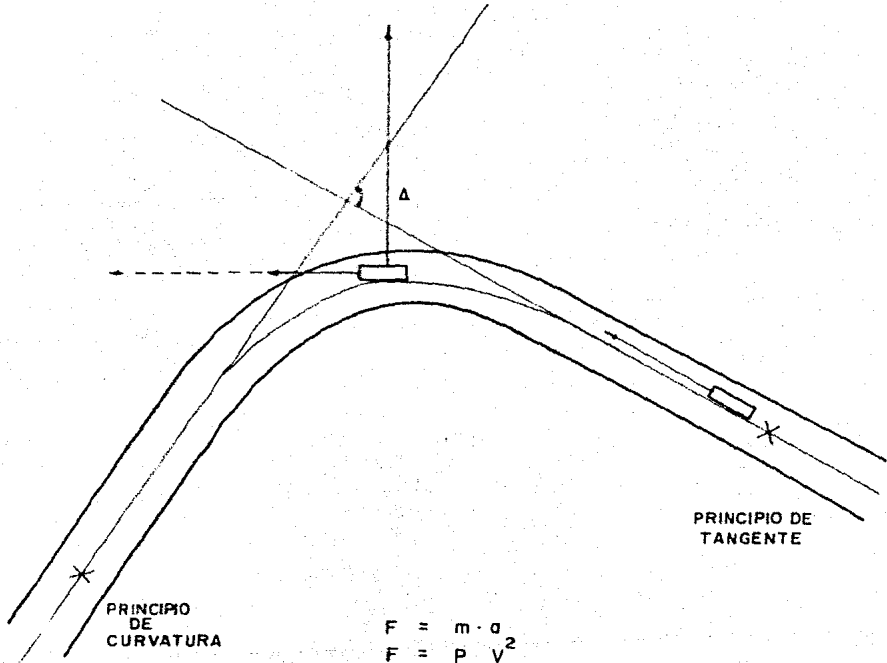
Características de los Vehículos para Proyecto (Según normas de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas).  
SAHOP. Distancia entre ejes.







Desplazamiento de la huella de los vehículos de proyecto para un ángulo de 270°



$$F = m \cdot a$$

$$F = \frac{p}{g} \frac{v^2}{R}$$

$$F_x = P_x + F_f = P_x + P_y \times f$$

FUERZA CENTRIFUGA



La sobreelevación en las curvas sirve para disminuir la fuerza centrífuga, y hace que el peso sea sólo una componente, y no la fuerza total.

$$F_x = F \cos \theta = P \sin \theta + P \cos \theta + F_p \quad f$$

$$F_n = P \sin \theta + P \cos \theta$$

$$F \cos \theta = P \sin \theta + (f F \sin \theta + P \cos \theta) f$$

$$F = P \tan \theta + f F \tan \theta + f P$$

$$\tan \theta = S = \text{sobre elevación}$$

$$F = \frac{P v^2}{g R}$$

$$\frac{P v^2}{g R} = P S + f \frac{P v^2}{g R} S + f P$$

$$\frac{v^2}{g R} = S + f \frac{v^2}{g R} S + f$$

$$\frac{v^2}{g R} (1 - f_s) = f + s$$

$$f = 0.16$$

$$S_{MAX} = 0.10$$

$$s_{pron} = 0.8$$

$$f + s = \frac{v^2}{g R}$$

$$s + f = 0.00785 \frac{v^2}{R}$$

$$f \quad s_{pron} = 0.16 \quad 0.8$$

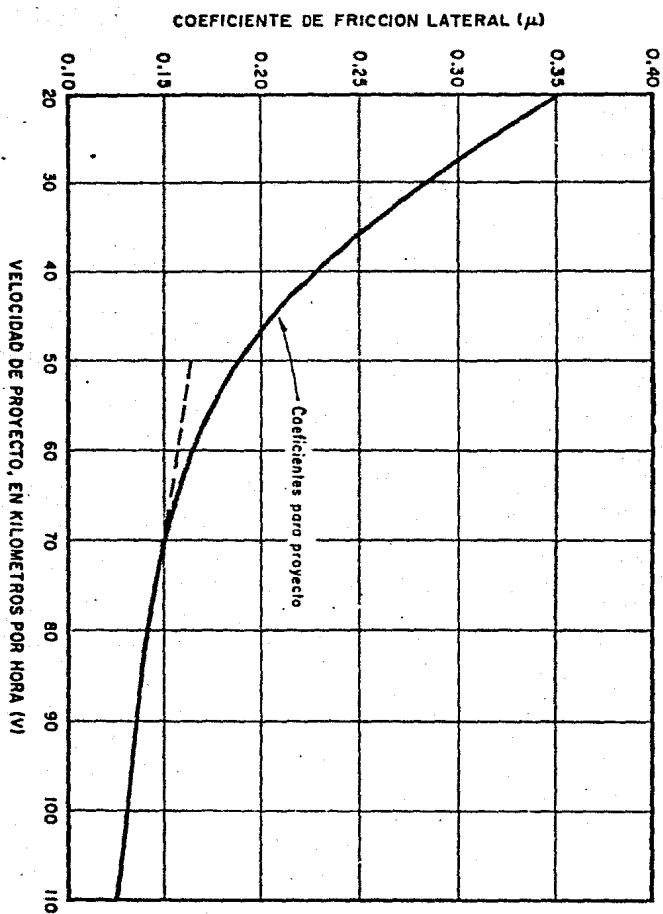
$$= 0.0128$$

$$- 1.0000$$

$$\hline 0.013$$

$$\hline 0.99$$

Liga el radio, la velocidad de proyecto y el coeficiente de fricción.



Coefficiente de fricción lateral para proyecto a diferentes velocidades.

Esto es para un coeficiente de fricción = 0.16, pero hay - que modificarlo para carreteras que pueden congelarse ó que transitar determinado tipo de vehículos, pero influye principalmente el suelo.

$$S \leq 0.10$$

S es fracción de metros de sobreelevación por metro de anchura del camino.

Para calcular una curva:

Ejemplo:

Para 80 kph ..... f= 0.14

MAX = 0.08

$$R = \frac{0.00785 \cdot 80^2}{(0.08 + 0.14)} = \frac{0.00785 \cdot 6400}{0.22} = 228 \text{ m.}$$

### Costo de Operación.-

Los costos de operación de un vehículo pueden dividirse en dos categorías:

- a) costos fijos.- Son aquéllos que no dependen directamente de la distancia recorrida por el vehículo, tales como amortización; interés del capital, seguros e impuestos.- Usualmente se expresan por unidad de tiempo.
- b) costos variables.- Estos dependen directamente de las distancias recorridas por el vehículo, tales como: consumo de combustible, lubricantes y llantas, y las reparaciones y servicios. Usualmente se expresan por unidad de longitud.

En el costo de operación de un automóvil, están incluidos la depreciación del vehículo, conservación y mantenimiento; con-



sumo de aceite y gasolina, llantas, impuestos, etc.

Esto se puede analizar por kilómetro ó anualmente, y va a depender de factores como el precio del automóvil, su duración, su kilometraje recorrido, su tipo y características de operación, - tipos de caminos por donde circulaba, características del tránsito y del conductor, etc. Todo ésto, hace variar los costos de operación.

Haciendo un análisis para los dos tipos de vehículos que transitan principalmente por las carreteras de México, nos queda que:

Vehículos comerciales.- Basándose en una encuesta realizada en las carreteras mexicanas, se tiene que el vehículo comercial promedio fue el camión tipo Ford F- 750, así como el F - 600.

El camión más grande que puede circular y transitar, es el F - 800, por lo que el que se considerará como promedio es el F - 750.

Dentro de una serie de encuestas, se ha encontrado que el consumo aproximado es de 0.423 kilómetros por litro, y teniendo se que el litro de gasolina cuesta \$ 2.80, nos da un costo de \$ 1.18 por kilómetro.

Siguiendo el mismo criterio para conocer el consumo de aceite, tenemos que por cada litro de gasolina, se consume  $\frac{1}{40}$  de aceite; y un litro de aceite cuesta \$ 9.00, por lo que se tiene un costo de \$ 0.095 por kilómetro.

En las llantas, se considera una vida útil de 40,000 kilómetros, con un costo de \$ 2,000 por llanta. Considerando a estos vehículos un promedio de 7 llantas, se tiene un costo de \$ 0.25 por kilómetro.

La amortización de un vehículo depende, de su costo y de su vida útil; y el costo promedio se considera de \$ 350,000., y una vida útil de 160,000 kilómetros. Nos da un costo de \$ 2.19. por-kilómetro.

En la conservación y mantenimiento, se considera un gasto - anual de \$ 20,000., con un recorrido considerado de 54,000 kilómetros al año. Por lo tanto, su relación nos da un costo de \$ 0.37. por kilómetro.

Para la operación, se considera únicamente un chofer, con sueldo de \$ 6,000. mensuales, y que equivale a \$ 25. por hora. - Conduciendo a una velocidad media de 60 km/h, se tiene un costo de \$ 0.42. por kilómetro.

Por concepto de seguro, se considera un gasto de \$ 10,000.- al año, ó sea, aproximadamente \$ 0.19 por kilómetro.

Casolina .....	\$ 1.18
Aceite .....	\$ 0.10
Llantas .....	\$ 0.35
Amortización .....	\$ 2.19
Conservación y mantenimiento .....	\$ 0.37
Operador .....	\$ 0.42
Seguro .....	\$ 0.19
Costo de operador por kilómetro .....	\$ 4.80

#### Automóviles.-

Según las diferentes maneras para estudiar el consumo de gasolina, se llegó a la conclusión de que para pendientes gubernadoras de 4 % , y velocidad promedio de 80 km/h, el consumo es de 0.187 litros por kilómetro, que equivale a un costo de \$ 0.52. - por kilómetro.

Lo mismo para el consumo de aceite, se tiene una relación - de 213.88 km por litro. El costo será de \$ 0.042 por kilómetro.

En llantas se consideró una vida útil promedio de 50,000 - kilómetros en juego de 5 llantas, con un valor de \$ 600 cada - una; por lo tanto, se tiene un gasto de \$ 0.18 por kilómetro.

Para la amortización, se considera un costo medio de - \$ 130,000 y una vida útil de 250,000 kilómetros, ó sea, un costo de \$ 0.79 por kilómetro.

Para la conservación y reparación, se considera un gasto - anual de \$ 2,000 en un recorrido de 25,000 kilómetros, lo que - sale costando \$ 0.08 por kilómetro.

Gasolina .....	\$ 0.52
Accite .....	\$ 0.04
Llantas .....	\$ 0.18
Amortización .....	\$ 0.79
Conservación y reparación .....	\$ 0.08
Seguro .....	\$ 0.20
Costo de operación por kilómetro .....	\$ 1.81

#### Análisis del costo de operación de un autobús.-

Costos fijos (\$/km).

##### 1.- Amortización ó reserva para reparación.-

$$A = \frac{\text{costo inicial} \times \text{valor de venta}}{\text{años de vida útil} \times \text{km recorridos anuales}}$$

##### 2.- Interés del capital.-

$$I = \frac{\text{Costo inicial} \times 8\% \times \text{número de años útiles}}{\text{kilometraje recorrido en esos años}}$$

## 3.- Impuestos.-

$$IP = \frac{\text{tenencia} + \text{placas} + \text{imp. mercantil} + \text{etc.}}{\text{kilómetros recorridos en un año}}$$

## 4.- Seguro y Gestoría.-

$$S = \frac{\text{Gasto anual de pagos fijos y eventuales}}{\text{kilómetros recorridos en un año}}$$

## Gastos Variables (\$/km)

## 5.- Combustible.-

$$C = \frac{\text{Costo por litro}}{\text{Rendimiento en km por litro}}$$

## 6.- Lubricantes.-

$$L = \frac{\text{Costo de cambio de aceite, filtro y lubricante}}{\text{kilómetros entre cambios de aceite}}$$

## 7.- Llantas.-

$$Ll = \frac{\text{km de vida útil juego} + \text{km vida 2 renovadas}}{\text{costo de juego} + \text{2 renovadas.}}$$

## 8.- Reparaciones mayores.-

$$RM = \frac{\text{Gasto anual incluyendo reparaciones por acc.}}{\text{kilómetros recorridos en un año}}$$

## 9.- Servicio y reparaciones menores.-

$$SR = \frac{\text{Gasto anual, ajustes y reparaciones menores}}{\text{kilómetros recorridos en un año}}$$

## 10.- Operador.-

$$O = \frac{\text{Salario + prestaciones y gratif, al año}}{\text{kilómetros recorridos en un año}}$$

## 11.- Pensión y cuota administrativa en terminal.-

$$P = \frac{\text{Gasto total en el año}}{\text{km recorridos en el año}}$$

El Camino.-

- Acotamiento.- Es la porción de la corona de una vía comprendida entre la parte externa del arroyo y los hombros, y sirve para alojar a los vehículos.
- Aforo del tránsito.- Medición sistematizada durante un período de tiempo, en el cual se trata de conocer el número de vehículos que pasan por ese lugar en un lapso de tiempo.
- Alineamiento horizontal.- Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.
- Alineamiento vertical.- Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En alineamiento vertical se llama línea subrasante.
- Autopista.- Carretera moderna proyectada y construida para altas velocidades; de 4 ó más carriles con absoluto control de acceso y con pasos a desnivel en las intersecciones.
- Camellón ó franja separadora.- Es un elemento cuya función primordial es establecer una separación de los carriles de circulación de un camino, tanto los de sentido opuesto, como los del mismo sentido.

- Distancia de visibilidad.- A la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, se le llama distancia de visibilidad.
- Distancia de visibilidad parada.- Es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad del proyecto, vea un objeto en su trayectoria, y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.
- Distancia de visibilidad de rebase.- Se dice que es la distancia de visibilidad que en un tramo es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.
- Carril reversible.- En un tiempo funciona en un sentido y en otro funciona al contrario.
- Entrecruzamiento.- Es aquella zona de la vía en la cual se encuentran 2 corrientes de tránsito que circulan en un mismo sentido, y se efectúa a través de convergencia y divergencia sucesivas.
- Intersección.- Es el área donde 2 ó más vías terrestres se cruzan ó se unen.
- Islita.- Es un área entre carriles de tránsito para controlar el movimiento de vehículos ó para refugio de peatones.
- Velocidad de proyecto.- Es la velocidad máxima supuestamente técnica, a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

- Velocidad de operación.- Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular en un tramo de un camino, bajo las condiciones prevaletientes; sin rebasar la velocidad de proyecto.
- Volumen horario de proyecto.- Volumen horario de tránsito que servirá para determinar las características geométricas del camino. Se representa como VHP.

### EL CAMINO.-

Camino es el término genérico que abarca tanto calles, como carreteras. Y es la superficie que sirve para que transiten vehículos ó personas por él.

El camino puede estar clasificado según su transitabilidad en:

- a) Camino pavimentado.- Transitado durante todo el año.
- b) Camino Revestido.- Transitado todo el año, pero no está revestido de concreto, sino de grava.
- c) Brechas ó caminos de tierra ó terracerías.- Transitables sólo en época de sequía. Su superficie es de tierra ó de materiales de mala calidad.

### Clasificación de los caminos en forma administrativa:

- 1.- Federales.- Se paga con fondos de la federación.
- 2.- Estatales.- Lo pagan los estados y las juntas de vecinos.
- 3.- Vecinales.- Lo pagan los particulares por medio de una coope -

ración, y la conservación es del Estado.

4.- Caminos de cuota.- Lo pagan con las cuotas que se cobran, pero por medio de Caminos y Puentes Federales.

La SAHOP los clasifica en forma técnica:

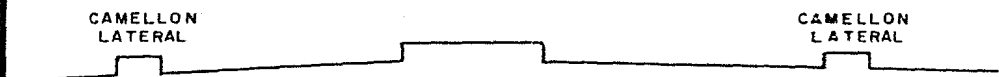
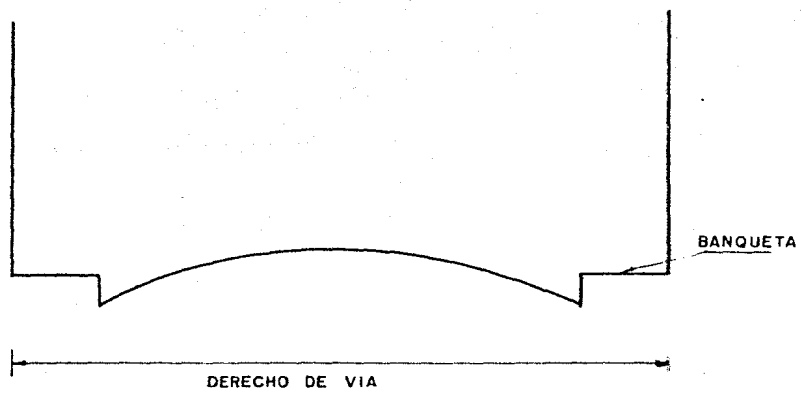
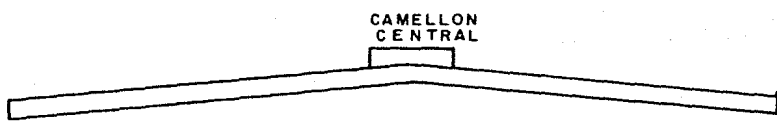
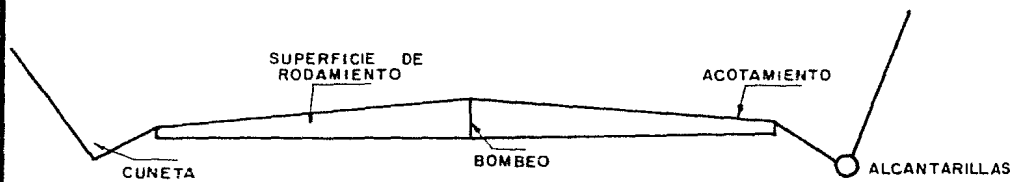
- Especiales.- Tienen más de 3,000 vehículos de promedio diariamente; ó 360 vehículos por hora.
- A.- Tienen de 1,500 a 3,000 vehículos de promedio diariamente, y de 180 a 360 vehículos por hora.
- B.- De 500 a 1,500 diarios, y de 60 a 180 por hora.
- C.- De 50 a 500 diarios, y de 6 a 60 por hora.
- Brechas.- Máximo 50 vehículos diarios, y máximo 6 veh. por hr.

Clasificación por capacidad.-

- Autopista.- Caminos de 4 ó más carriles
- Caminos de 3 carriles
- Caminos de 2 carriles
- Brecha

México empezó su auge carretero en 1925, con el Presidente Plutarco Elías Calles, quien creó la Comisión Nacional de Caminos; y en 1976, ocupaba el 18avo lugar de 127 países con caminos pavimentados.



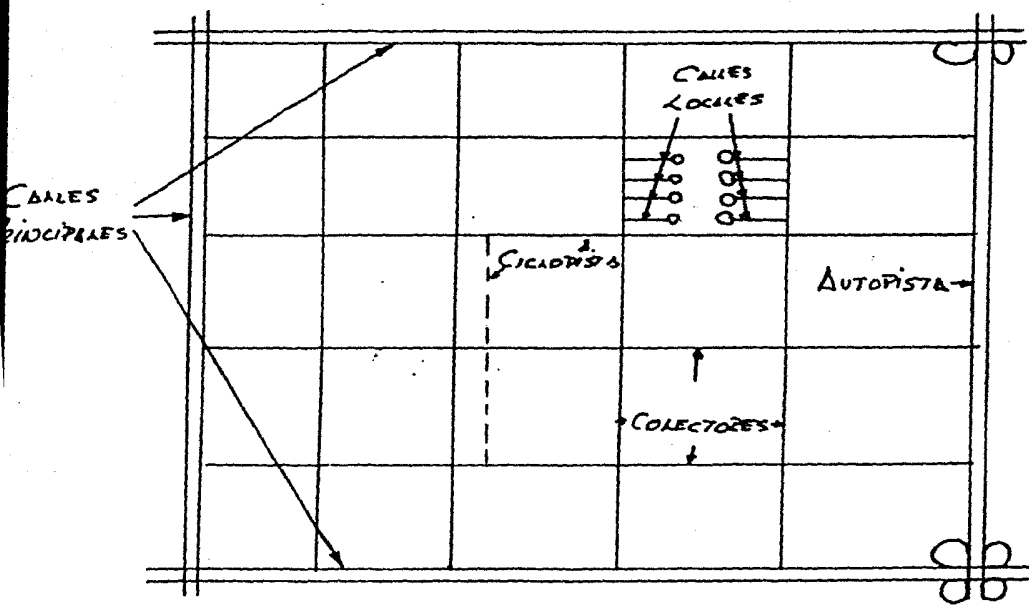


Clasificación vial urbana.-

Sistema primario.- Comunica las diferentes zonas de una ciudad, y en algunos casos llega a conectar con la red troncal carretera (diferentes carreteras que llegan a esta ciudad).

La red troncal primaria puede clasificarse en 2 tipos:

- 1.- Autopista.- Cuando en todos sus cruces hay pasos a desnivel, y sus entradas y salidas tienen carril de aceleración y desaceleración.
- 2.- Calle principal.- Está dentro de la red vial primaria; éstas pueden tener pasos a desnivel ó pueden tener semáforos.



Red Vial Primaria  
Red Vial Secundaria

60

En una ciudad se pueden tener calles peatonales; o sea, que alguna calle local se puede convertir en calle peatonal, etc.

También se puede tener una red vial llamada ciclista.

Tipos de autopista con respecto al nivel del:

- Puede haber autopista a nivel de las calles
- Puede haber autopistas deprimidas, o sea, por debajo de las calles transversales.
- Puede haber autopistas elevadas, o sea, por arriba de las calles transversales.

Las calles principales pueden estar manejadas por semáforos.

Las calles colectoras (de poca longitud y poco volumen de tránsito).

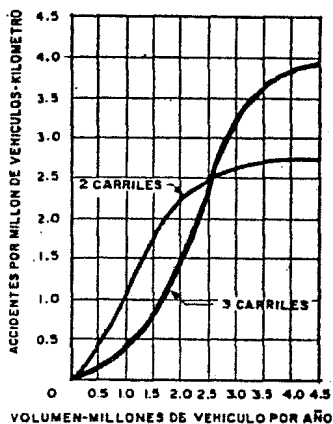
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS CAMINOS

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	UNIDADES	TERRENO PLANO Y LOMERIO	LOMERIO FUERTE	MONTAÑOSO POCO ESCARPADO	MONTAÑOSO MUY ESCARPADO
Velocidad de -- proyecto	Km/h	70	60	50	40
Velocidad de -- operación	Km/h	100	80	70	60
Anchura de corona	m	9.00	9.00	8.50	8.00
Anchura de carpeta	m	6.10	6.10	6.10	6.10
Grado máximo de curvatura	grados	8	11	16° 30'	26
Pendiente gobernadora	%	2.0	3.5	4.0	4.5
Pendiente máxima.	%	4.0	5.0	5.5	6.0

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS	UNIDADES	TERRENO PLANO Y LOMERIO	LOMERIO FUERTE	MONTANOSO POCO ESCARPADO	MONTANOSO MUY ESCARPADO
Velocidad de - proyecto	Km/h	70	60	50	40
Velocidad de - operación	km/h	80	70	60	50
Anchura de corona	m	8.00	8.00	7.50	7.00
Anchura de car <u>pet</u> a	m	6.10	6.10	6.10	5.50
Grado máximo - de curvatura	grados	11	16°30'	26	35
Pendiente go--bernadora	%	2.5	3.5	4.5	5.0
Pendiente máxi <u>ma</u>	%	4.5	5.5	6.0	6.5
Velocidad de - proyecto	km/h	70	60	40	35
Velocidad de - operación	km/h	50	40	30	25
Anchura de corona	m	7.00	7.00	6.50	6.00
Anchura de car <u>pet</u> a	m	5.50	5.50	5.50	5.50
Grado máximo - de curvatura	grados	16°30'	26	41	57
Pendiente go--bernadora	%	3.0	4.0	4.5	5.0
Pendiente máxi <u>ma</u>	%	5.0	4.0	6.0	7.0

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																																		
		E					D					C					B					A														
TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	km/año	HASTA 100					100 a 500					500 a 1500					1500 a 3000					MAS DE 3000														
TIPO DE TERRENO		MONTANOSO LOMOSO PLANO																																		
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110					
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75					
CURVAS VERTICALES	K	CUESTA	m/%	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72			
		VALLE	m/%	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43			
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9	7	-	-	-	8	6	-	-	-	6	5	-	-	-	5	4	-	-	-	4	3	-	-	-	3	2	-	-	-	2	1	-	-	-
PENDIENTE MAXIMA	%	13	10	7	-	-	12	9	6	-	-	8	7	5	-	-	7	6	4	-	-	6	5	4	-	-	5	4	3	-	-	4	3	2	-	-
ANCHO DE CALZADA	m	40					60					60					70					7.0														
ANCHO DE CORONA	m	40					60					70					9.0					7.5														
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	-					-					0.5					1.0					2.5														
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10					10					10					10					10														

Clasificación y características de las carreteras.



Indice de accidentes para carreteras de 2 y 3 carriles con relación al volumen de tránsito.

La visibilidad de parada está medida de la altura del conductor a un objeto de una altura de 15 cm, a una altura no mayor de 1.15 m.

Normas sobre vialidad.-

Porcentaje del área vial con respecto al área urbana.

Londres .....	29 %
París .....	26 %
Berlín .....	26 %
Nueva York .....	35 %
Chicago .....	26 %
Sacramento .....	38 %
Detroit .....	31 %
Minneapolis .....	29 %

En las ciudades de México, no debe de pasar esta relación del 25 %, según un estudio realizado por la SAHOF.

Se necesita saber cómo distribuir este porcentaje.

En México, D.F. existen muy pocas autopistas y muchas calles locales y colectoras, pero mal distribuidas.

Del porcentaje indicado anteriormente, lo recomendable sería:

Porcentaje de la longitud total

Autopistas .....	5- 8 %
Calles Principales .....	15- 20 %
Calles Colectoras .....	10- 15 %
Calles Locales .....	65- 70 %

Estos estudios fueron hechos en diferentes partes del mundo.

En la Ciudad de México se tiene:

Autopistas .....	3 %
Calles principales ..	10 %
Calles colectoras ...	87 %
Calles locales .....	87 %

Por lo tanto, hay un desequilibrio, ó sea que se necesitan más autopistas y calles principales. Si aumentáramos el número de autopistas, podríamos mover mayor número de vehículos a grandes velocidades, pero hay que considerar dentro de éstas, el uso de los transportes colectivos.

Pero no hay que llegar al extremo, como en el caso de E.E.U.U., ya que ésto fomenta el uso del automóvil, y lo que se trata es fomentar el uso del transporte colectivo.

En una autopista, al diseñarla, lo ideal sería dejar un espacio al centro para el transporte colectivo.



Para el diseño de una vialidad, son recomendables las siguientes dimensiones (especialmente entre calle y calle).

Especialmente en km

Autopista	1.5 (1)	(1) para el área central
	1.5 a 5 (2)	(2) para el área periférica
Calles Principales	0.4 a 0.8 (1)	
	0.8 a 1.5 (2)	
Calles colectoras	0.4 a 0.8	
Calles locales	0.1	

## NORMAS DE PROYECTO PARA AUTOPISTA

- 1.- Velocidad de proyecto, automóviles (Km/h) .- 70-80
- 2.- Volúmen/hora.- En los carriles centrales, 1 300 veh/hora/carril. En los carriles laterales, de 600 a 500 veh/hora/carril, con el 50 % de luz verde en los semáforos.

(nivel de servicio "C", para proyecto)

- 3.- Anchura de los carriles.- Automóviles.- 3.0 a 3.5 m.  
Vehículos pesados.- 3.5 a 4.0 m.

- 4.- Pendiente longitudinal máxima.- En terrenos:

	70 km/h	80 km/h
a) plano plano.	5 %	4 %
b) plano ondulado	6 %	5 %
c) plano montañoso	8 %	7 %

- 5.- Distancia de visibilidad de parada.-

	70 Km/h	80 km/h
(min)	90	115

- 6.- Sobreelevación máxima.- 10 %

- 7.- Bombeo.- 2 a 3 %

El nivel de servicio máximo "E", que es el mayor, será de - 2 000 vehículos/hora/carril.

El nivel de servicio "D", es de 1 700 vehículos/hora/carril.

El nivel de servicio "C", es de 1 300 vehículos/hora/carril.

Para una autopista, el nivel mínimo de proyecto que se re -



quiere es del nivel "C" para arriba, ya sea nivel "B", ó "A".

También la anchura de los carriles y el número de éstos, - estarán dados por el volumen de vehículos que los va a transitar.

Para diseñar los pasos a desnivel en las autopistas, se tienen las siguientes normas, basadas en pruebas hechas en diferentes partes del mundo.

#### PASOS A DESNIVEL EN AUTOPISTAS.-

-Pendiente máxima de las rampas:

- a) automóviles.- 6 % máximo
- b) vehículos pesados.- 4 % máximo

En lo que se refiere a las calles principales, también se tienen una serie de normas para su proyecto, que son las siguientes:

- 1.- Velocidad de Proyecto.- 50 a 60 km/h
- 2.- Ancho por carril.- 3.0 a 3,5 automóviles  
3.5 a 4.0 autobuses

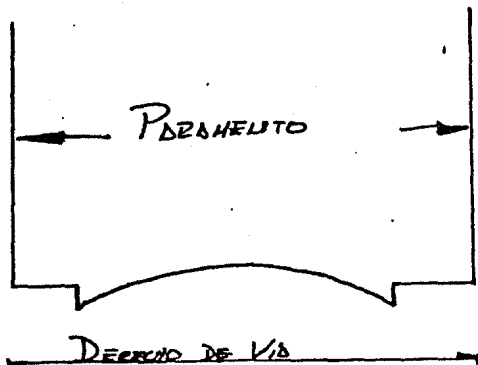
3.-Pendiente longitudinal máxima.- En terrenos:

	50 km/h	60 km/h
a) plano plano	8 ‰	7 ‰
b) plano ondulado	9 ‰	8 ‰
c) plano montañoso	11 ‰	10 ‰

- 4.- Distancia de visibilidad de parada: 50 km/h 60 km/h  
(Lin) 60 85

5.- Sobreelevación, máxima.- 10 ‰

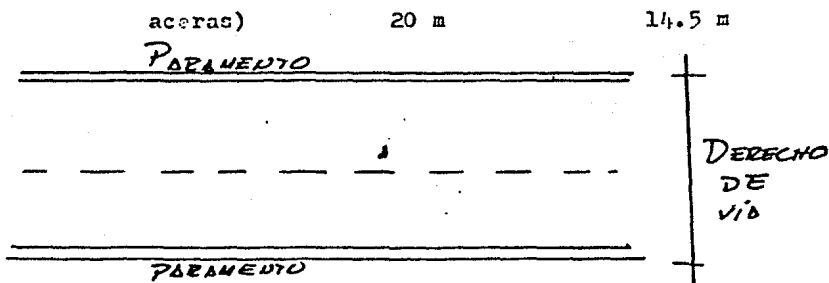
6.- Ancho de carril vuelta izquierda.- 3.5 m.



Para las calles colectoras y locales, sería:

	Calles colectoras	Calles locales
1.- Velocidad de proyecto	40 a 50 km/h	30 a 40 km/h

2.- Sección transversal. Derecho de vía (calzadas y aceras)



3.- Pendiente longitudinal máxima: En terrenos:

a) plano plano	4 ‰	4 ‰
b) plano ondulado	8 ‰	6 ‰
c) plano montañoso	12 ‰	15 ‰

4.- Distancia de visibilidad parada:

	40 km/h	50 km/h	30 km/h	40 km/h
(min)	45	60	60	60
		plano	60	
		ondulado	45	
		montañoso	35	

SEÑALES DE TRANSITO

- a) Preventivas.-Indican que va a haber un cambio en el camino.- (curva, puente, etc.), y se representan con un rombo.

Por lo general, el marco es amarillo y la figura negra.

- b) Restrictivas.-Son los que nos indican algo que se debe o que no se debe hacer; como la de alto, no estacionarse, etc.



Por lo general el ribete es rojo y el fondo blanco.

- c) Informativas.-Estas señales nos ayudan a orientarnos, o a tomar una decisión, como es anunciar una calle, una carretera, etc. Tienen forma de candeleros; y las letras son negras y el ribete negro, o también puede ser verde el fondo y el ribete blanco.

Las señales preventivas tratan de, como su nombre lo dice, prevenir un accidente, avisando al conductor de un peligro potencial o de un cambio brusco.

Las señales restrictivas se encargan de dar a conocer el Reglamento de Tránsito para su cumplimiento. Dan a conocer una limitación o prohibición reglamentaria. Su forma es rectangular, siendo la parte mayor la vertical. Sus colores deben ser: fondo blanco, circuito rojo, símbolo, letra y ribete negro.

Cuando existe la prohibición total, se pondrá una banda roja que cruzará en diagonal; estará sobrepuesta al símbolo que

indica la prohibición.

Las señales informativas, tratarán de dar una información al usuario, ya sea turística, direccional, etc. Su forma es rectangular, y debe estar colocada en forma horizontal.

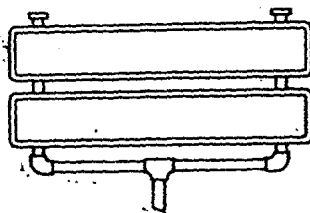
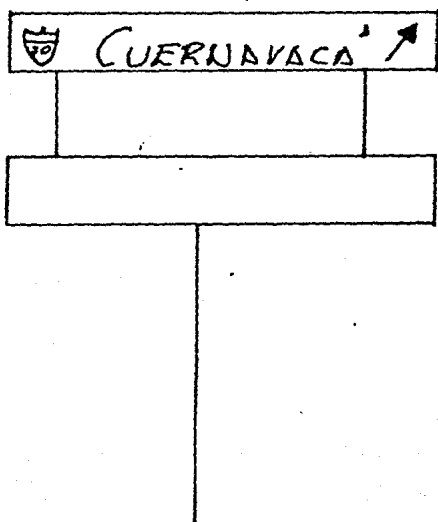
Las señales informativas no tienen limitación en el tamaño, pero se recomienda que el texto no tenga más de 2 renglones.

En casi toda América, se ha adoptado el sistema usado en los Estados Unidos, y es el mismo que se usa actualmente en México.

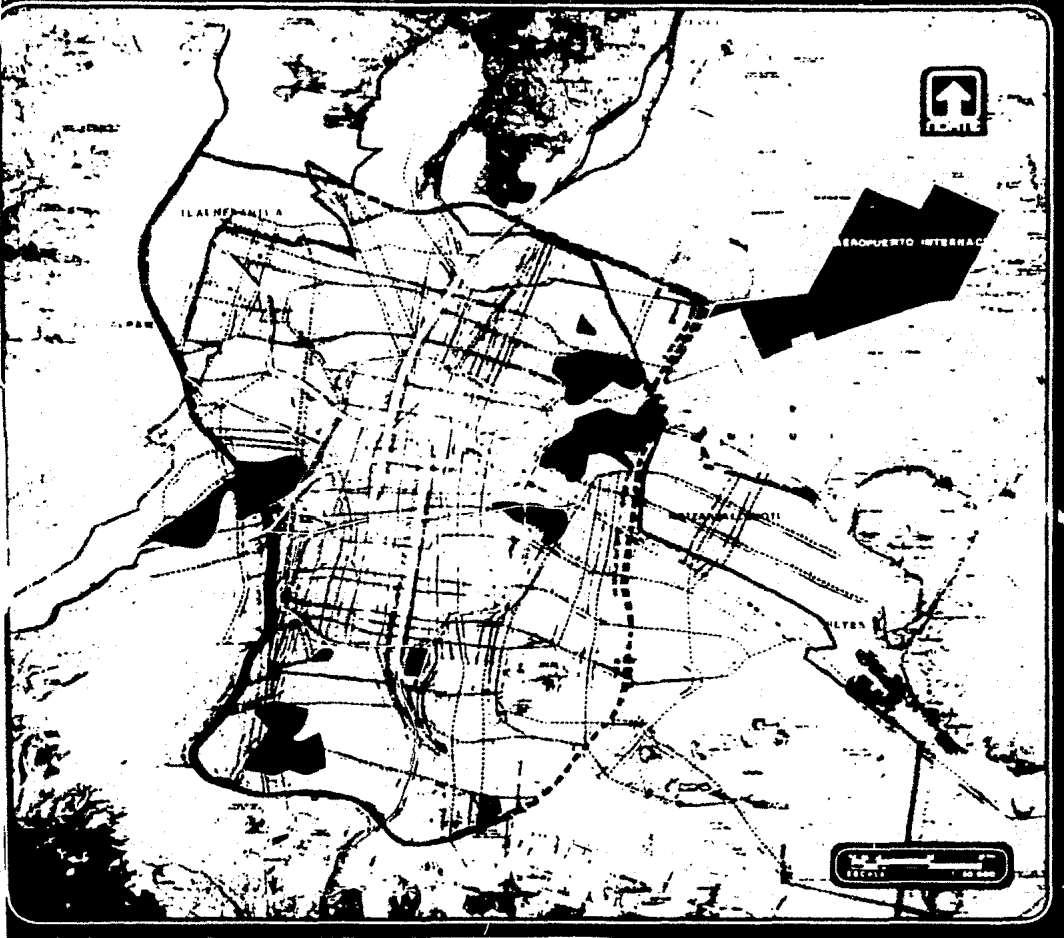
Se trata de buscar un solo sistema mundial. Principalmente destaca la ventaja de la simbología, ya que es más rápida la comprensión de una figura que la de un texto.

Después de muchos años de esfuerzos, la ONU ha logrado que muchos países se unificuen.

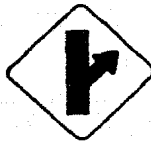
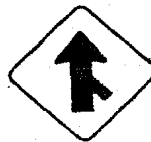
En México y algunos estados, se empezó a adoptar el sistema actual desde 1957, y se dió la aceptación oficial en 1965.



# ESCENARIO - 1979



Señales preventivas

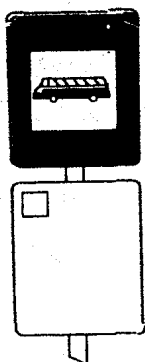
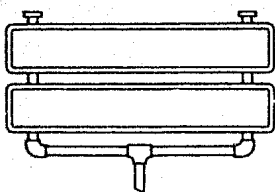


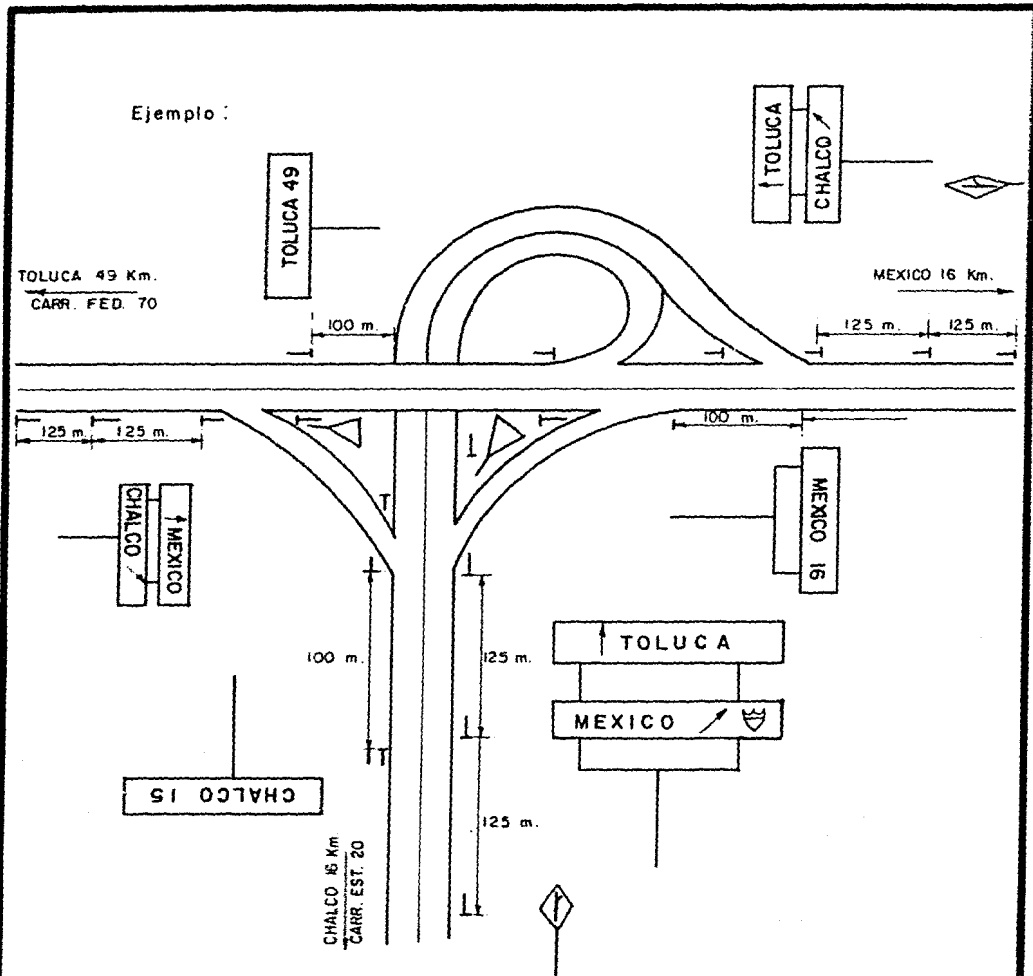
Señales restrictivas





Señales informativas





La primera señal que se debe poner es la que viene de México, y es la señal preventiva.

Después se pondría la señal informativa.

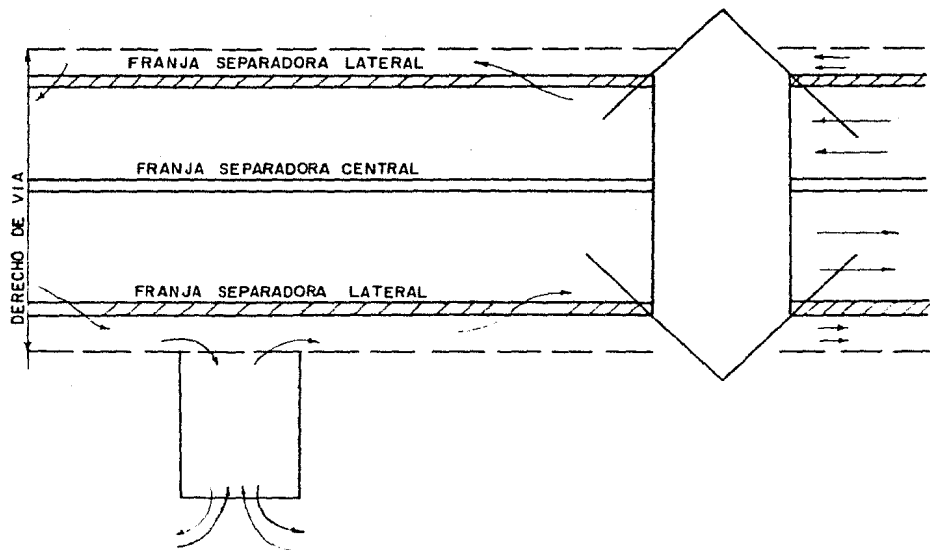
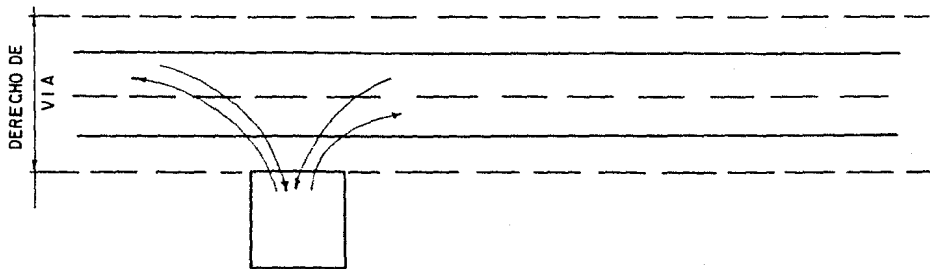
Saliendo de una rampa, se le debe colocar al conductor una señal restrictiva, como ceda el paso, la cual irá colocada del lado izquierdo para que la vean fácilmente.



**Autopistas.-** Es una evolución del camino, en la cual se quiere dar más capacidad y más velocidad.

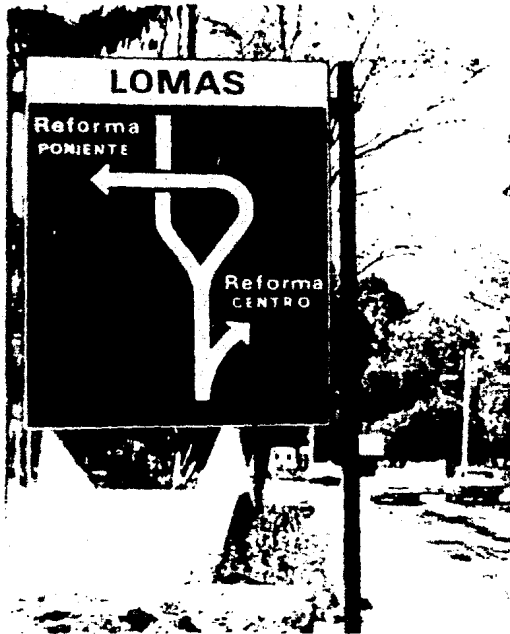
Una autopista es aquél camino de 4 ó más carriles de circulación, con una banqueta divisoria, y se va a ejercer un control parcial ó total del acceso a ésta.

En las autopistas están restringidos los comercios. Los propietarios de las viviendas no tienen acceso directo a la autopista, sino que el acceso es controlado.





En las autopistas están registrados los comercios



El acceso es controlado.

Intersección..- Es el área donde 2 ó más vías terrestres se unen ó se cruzan.

En el área de una intersección, un conductor puede cambiar de ruta, sobre la cual ha venido manejando, a otra diferente trayectoria, ó cruzar la corriente de tránsito que se interpone entre él y su destino.

Cuando un conductor se cambia de la ruta sobre la que ha venido manejando, encontrará necesario salir de la corriente de tránsito para entrar a una diferente trayectoria, ó tendrá que cruzar otras trayectorias.

En cualquier caso que exista divergencia, convergencia ó cruce, existe un conflicto entre los usuarios que intervienen en las maniobras. Esto puede incluir a los usuarios, cuyas trayectorias se unen, cruzan ó separan; ó puede abarcar a los vehículos que se aproximan al área de conflicto.

El área de conflicto abarca la zona de influencia en la cual los usuarios que se aproximan pueden causar trastornos a los demás conductores, debido a las maniobras realizadas en la intersección.

**Intersecciones:**

Existen 2 tipos de intersecciones:

1.- Intersecciones a nivel.- En esta clase de intersecciones, se distinguen las siguientes:

a) Simples.- Donde la importancia del tránsito no amerita algún trabajo especial, más que nivelar el terreno, redondear las esquinas y facilitar la visibilidad.

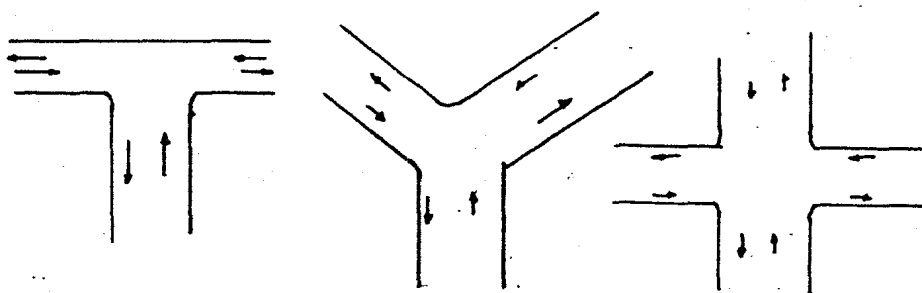
b) Canalizadas.- En éstas, como el volumen de tránsito es muy -

grande, se le trata de canalizar, de manera que al usuario no se le presenten varias decisiones a un tiempo. Debidamente dotados de las señales convenientes.

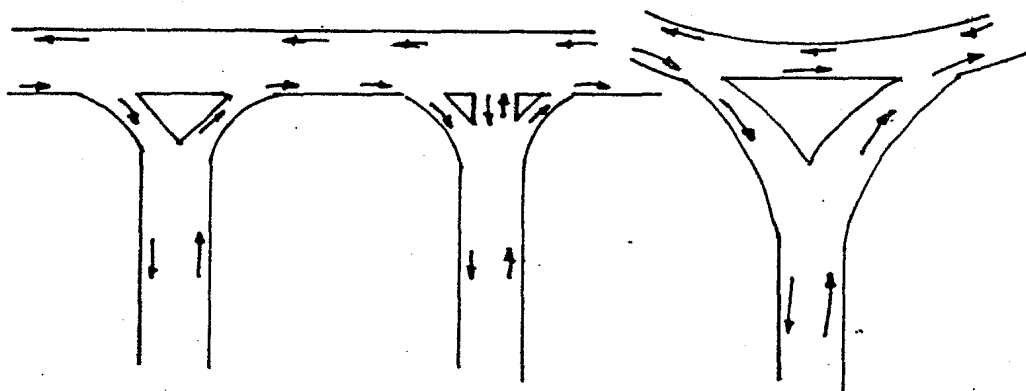
En este tipo de intersección se logran encausar los movimientos en la dirección debida y se separan los conflictos.

2.- Intersecciones a desnivel.- Es decir, a un distinto nivel, para separar las corrientes de tránsito. Esto se hace cuando los volúmenes de tránsito son demasiado altos para que coexistan al mismo nivel, para pasar por la misma intersección a un nivel diferente.

#### INTERSECCIONES A NIVEL



#### INTERSECCIONES SIMPLES

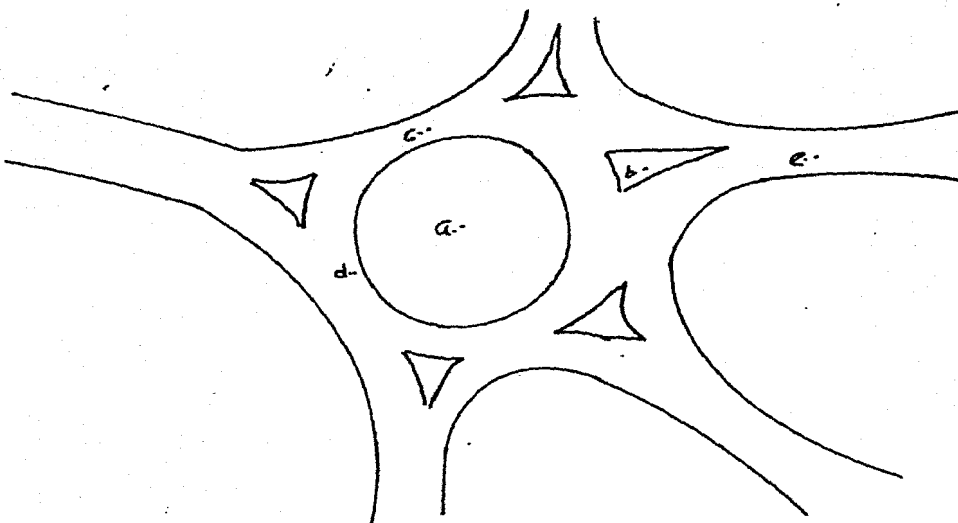


**-Intersecciones Rotatorias.-**

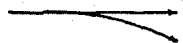
Se llama intersección rotatoria a aquella que opera con circulación continua, en un sentido, alrededor de una isla central. En México se le conoce a este tipo de intersección como "glorieta".

Partes que la componen:

- a) Isla central.- Parte central generalmente con tratamiento de jardín.
- b) Isletas deflectoras.- Son las pequeñas partes que se encuentran en la unión de la intersección con las calles que convergen, y, generalmente, son de forma triangular.
- c) Distancia de entrecruzamiento.- Es la distancia más corta entre dos isletas deflectoras.
- d) Calzada de la intersección.- Es la parte del arroyo de circulación alrededor de la isla central.
- e) Ramas.- Son las calles que convergen en la intersección.



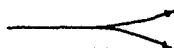
### DIVERGENCIAS



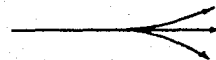
DERECHA



IZQUIERDA

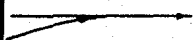


DOBLE



MULTIPLE

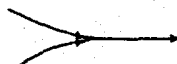
### CONVERGENCIAS



DERECHA



IZQUIERDA

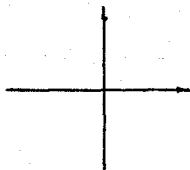


DOBLE

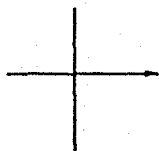


MULTIPLE

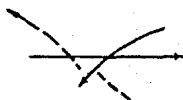
### CRUCES



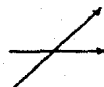
DERECHA



IZQUIERDA



VUELTA IZQ.



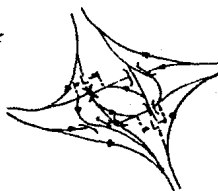
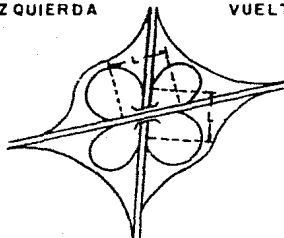
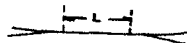
CRUCE OBLICUO



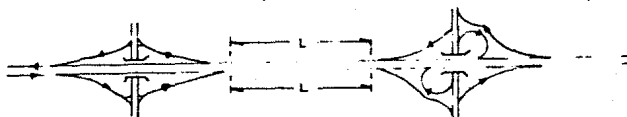
CRUCE OBLICUO OPUESTO

Intersecciones :

TREBOL -



DIAMANTE -





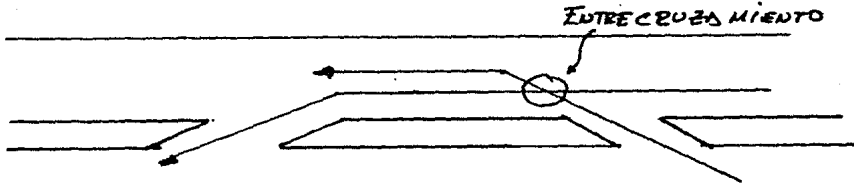
Intersecciones a nivel



Divergencias

Siempre, en un cruce, se trata de lograr el efecto de dia maute.

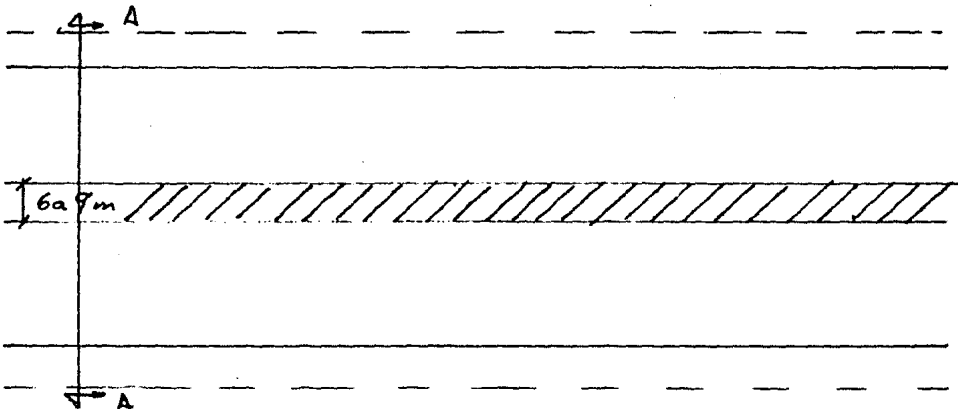
Es preferible hacer un entrecruzamiento en las calles laterales, ya que los volúmenes de circulación son más bajos y las velocidades son menores.



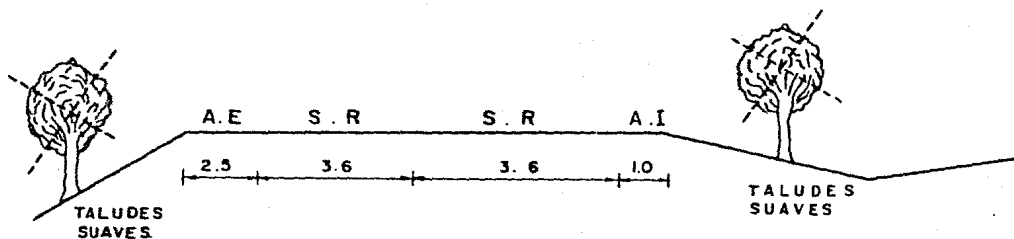
#### Autopistas.-

Se empezaron a proyectar por 1927, y hay varios tipos de ellas.

En las autopistas se trata de disminuir los choques de frente. Para ello, se estudió y se comprobó que la franja separadora central debe tener un mínimo de 6 m., pero lo deseable sería que fuera de 9 m. inclusive en los dos lados de la autopista, por lo que se sacó una sección de Derechos de vía.







En algunas autopistas en terreno montañoso, se ha optado por poner dos coronas; una para cada sentido.

La primera autopista que se inauguró en México fue en 1952.

Hay autopistas para toda clase de vehículos, y hay otras exclusivamente para automóviles.

En las curvas siempre se van a requerir transiciones con espirales.

En las autopistas se ha visto que el índice de accidentes es menor que en las carreteras de 2 carriles.

$I_R^A$  = Índice de accidentes en base al kilometraje recorrido.

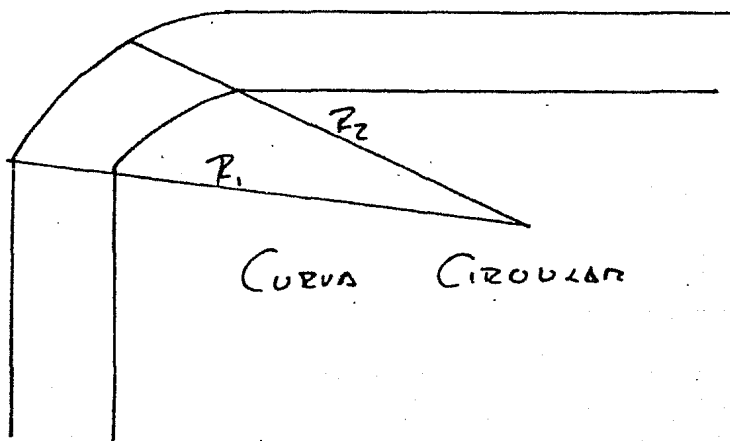
$$I_R^A = \frac{\text{Número de accidentes} \times 1\,000\,000}{\text{Número de vehículos} - \text{km.}}$$

O sea, con mayor volumen, y mayores velocidades, se ha disminuido el número de accidentes de tránsito en las autopistas, comparándolo con el de las carreteras de doble sentido.

Los carriles de aceleración deben tomar en cuenta que se debe alcanzar una velocidad dada.

El carril de aceleración es mayor que el carril de desaceleración.

Las curvas horizontales deben tener curvas en espiral, ó sea, curvas circulares concéntricas. Es decir, las curvas están trazadas con curvas espirales para que se puedan ir tomando de una manera suave, dándole la vuelta al volante poco a poco, y no de un solo golpe, como sería el caso de una curva circular simple.



#### Planificación Vial Urbana

Planificación.- Hacer planes al futuro para construir.

Planificación vial urbana.- Hacer planes al futuro para construir una ciudad.

Se ha utilizado desde 400 años antes de Cristo la cuadrícula

la 6 el tablero de damas.

En la Ciudad de México, fue planificada por Alfonso García-Bravo en base a esa cuadrícula, y a los canales principales que existían en Tenochtitlán.

Todas las colonias que hay en México, han sido diseñadas de esta forma. Pero se ha visto la necesidad de proyectar unas arterias principales que comuniquen diferentes puntos de la Ciudad.

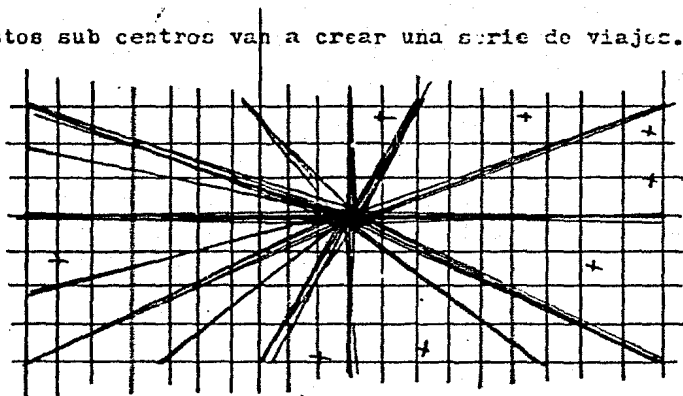
Las primeras avenidas en diagonal fueron creadas por Pierre Lanfant, y las diseñó para el Distrito de Columbia.

En México también hay calles que están sobrepuestas a la cuadrícula en forma diagonal y se intersectaban con los grandes corredores ó avenidas y formaban glorietas.

En todas las grandes ciudades se ha visto el funcionamiento ó el origen y destino de los viajes, y se ha llegado a la conclusión que en las mañanas fluyen todos los automovilistas al centro, y en las tardes, hacia la periferia.

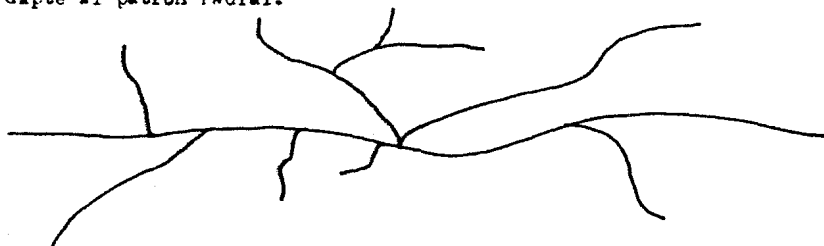
También se ha visto que entre más grande sea la ciudad, creando subcentros, en los cuales se va a observar el mismo tipo de flujo, ó sea, radial (de la periferia al centro y del centro a la periferia).

Estos sub centros van a crear una serie de viajes.

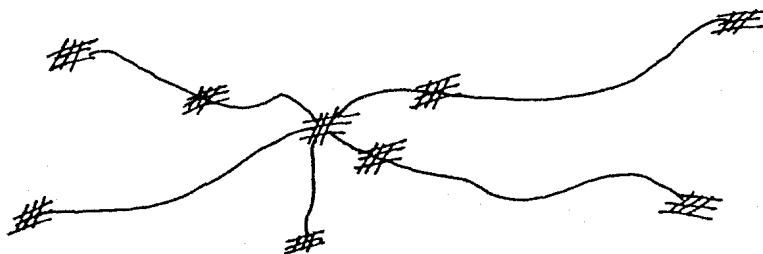


Hay otros factores que generan viajes, como lo son las carreteras.

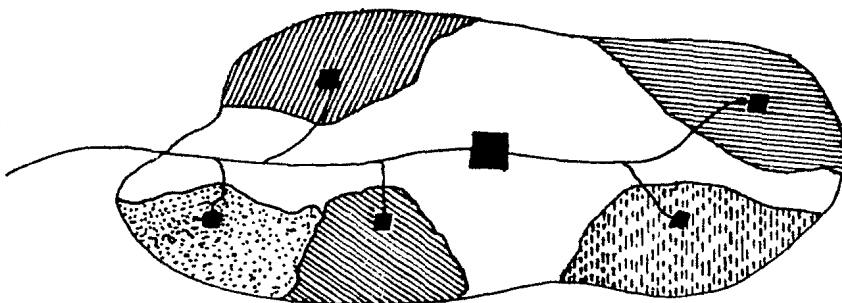
Los urbanistas de todo el mundo, lo que están haciendo para evitar ésto, es adoptar un trazo que en general sea radial, ó se adapte al patrón radial.



Y muchas ciudades ya desde su origen se han adaptado a esta conformación, como es la de dedos.

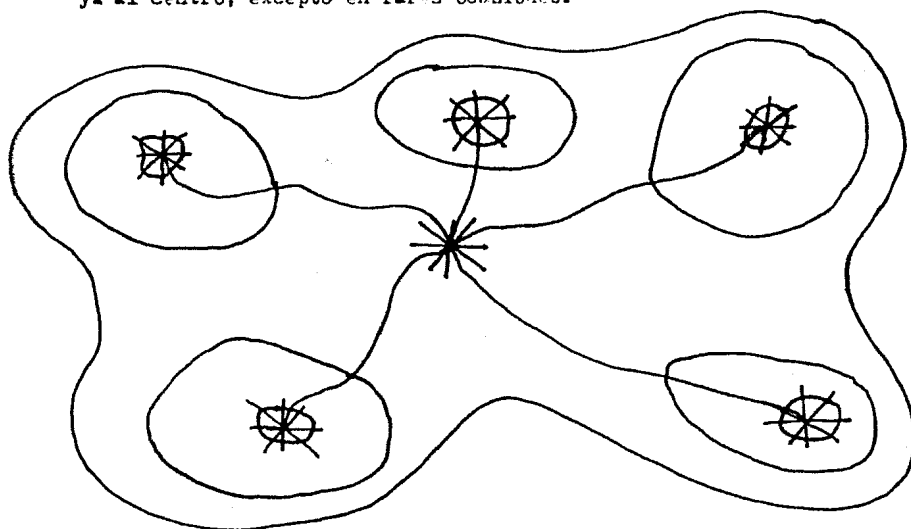


Los urbanistas modernos lo que piensan es que debe desaparecer la existencia de un solo centro, sino que deben existir los subcentros que ayudan a ese centro, que estén comunicados con ese centro, pero que no dependan de él.

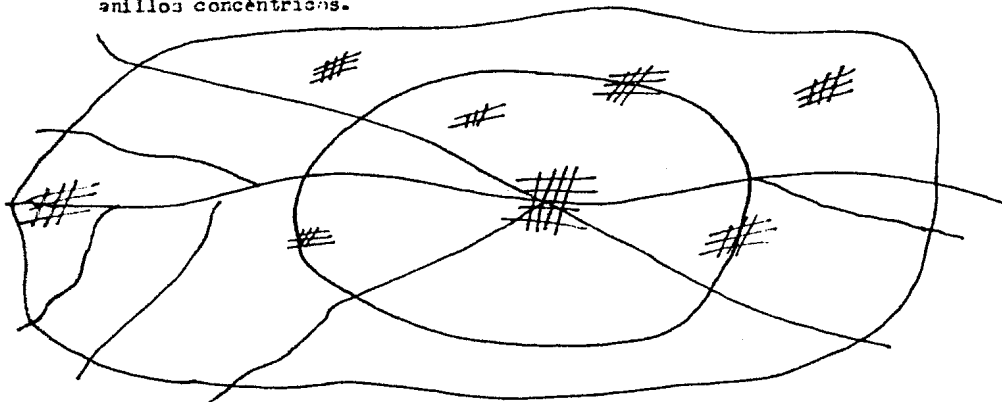


Esto es para crear nuevos polos de atracción, para generar lo que se denomina como movimientos locales, para que con esto, se le reste volumen al centro.

Para que se pueda realizar esto, es necesario crear en los subcentros ó suburbios, todos los satisfactores que el individuo necesita, para que la gente acuda a éstos y no al centro. Así genera el movimiento local ó radial en su suburbio, sin necesidad de que vaya al centro, excepto en raras ocasiones.



Lo que se necesita como complemento de los trazos radiales - para evitar que la gente que va de un lado a otro de la ciudad, y - que no necesita pasar por el centro, pase por éste; son los llamados anillos concéntricos.



Los anillos tienen como finalidad, salvaguardar la parte central de la ciudad, para que la gente que no tiene por qué pasar por el centro, no lo haga. También, para que cuando la gente venga de una carretera, se evite el paso innecesario por éste, y en cambio, pase por otras salidas.

Estos anillos con las cuadrículas, se complementan con una serie de arterias, que se unen una con otra y con los anillos, (tal es el caso de México con los ejes viales, anillo periférico y circuito interior).



Todas estas distribuciones se pueden comparar con la circulación en una planta, como por ejemplo, con la circulación en un edificio, o en alguna planta.

Volumen de Tránsito.-

Es la cantidad de vehículos de motor, que transitan por un camino en determinado tiempo.

Las unidades que se usan son: Vehículos por día, ó bien, vehículos por hora.

La capacidad de un camino es el volumen máximo de trabajo que puede ser considerado eficiente.

Existen diferentes tipos de volúmenes de tránsito. Esto es debido al tipo de camino por el que se transita, ya que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

Se puede estudiar en diferentes formas: por hora, por día, -- por semana, por mes ó por año, y todos éstos van a variar según sea la hora, época del año, etc.

Los volúmenes de tránsito se pueden hacer mediante aforos ó mangueras metálicas, las cuales nos van a indicar el número de vehículos que circuló por ese lugar.

También pueden haber registros gráficos, de presión, de tuboneumático, magnético, de radar, fotoeléctrico, etc.

Para determinar el volumen horario, se hará:

$$V_h = \frac{60 M_e}{T_c} \frac{(R - A)}{T}$$

$V_h$ = Volumen horario

$M_e$ = Número de vehículos encontrados en el tramo.

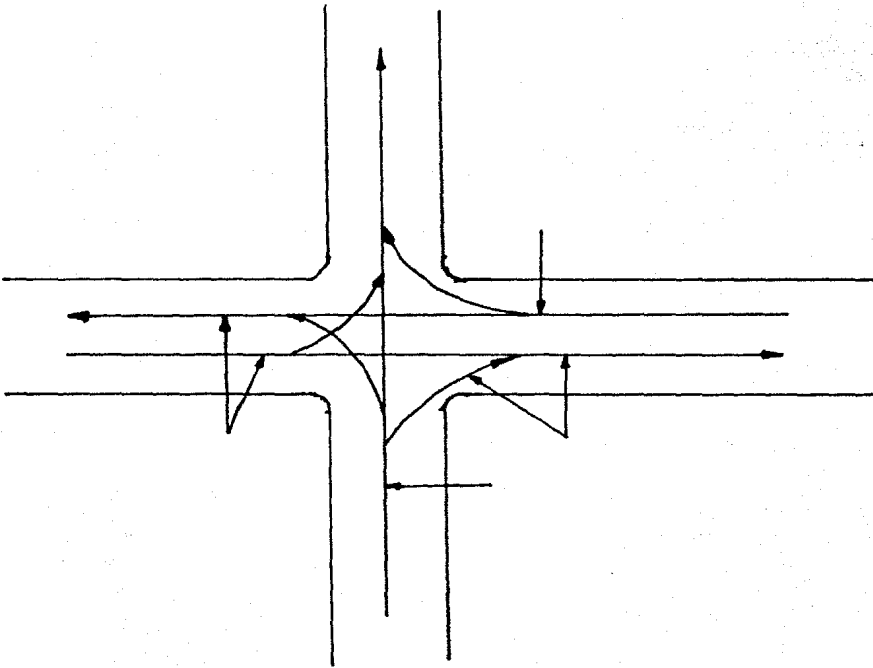
$(R - A)$ = Número de vehículos que rebasan, menos el número de vehículos rebasados, en el mismo sentido en que se viaja.

$T_c$ = Tiempo del viaje en minutos, circulando en sentido contrario al flujo en estudio.

T = Tiempo del viaje en minutos, circulando en el sentido del flujo en estudio.

Esta fórmula se utiliza para medir los volúmenes con el observador, circulando en el mismo tránsito.

Para un cruce, se haría lo siguiente:

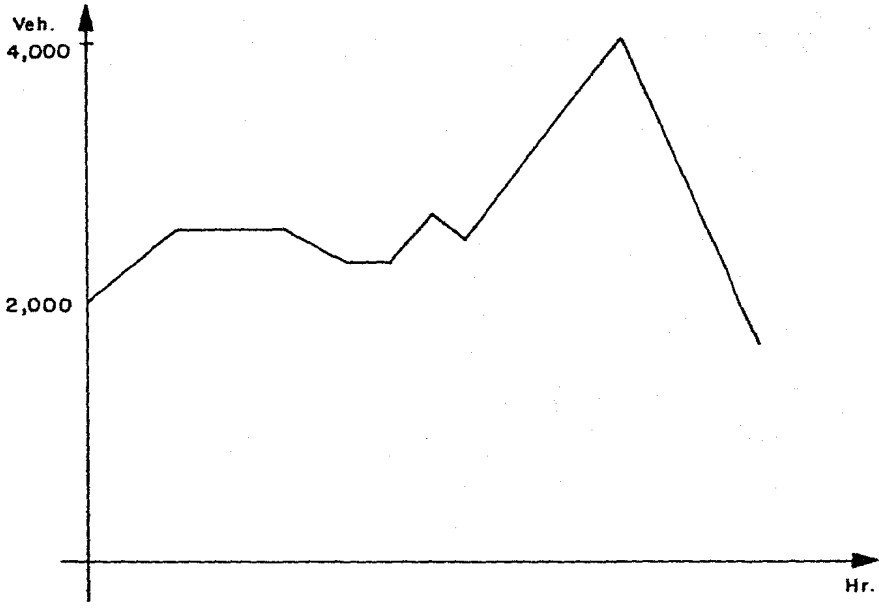
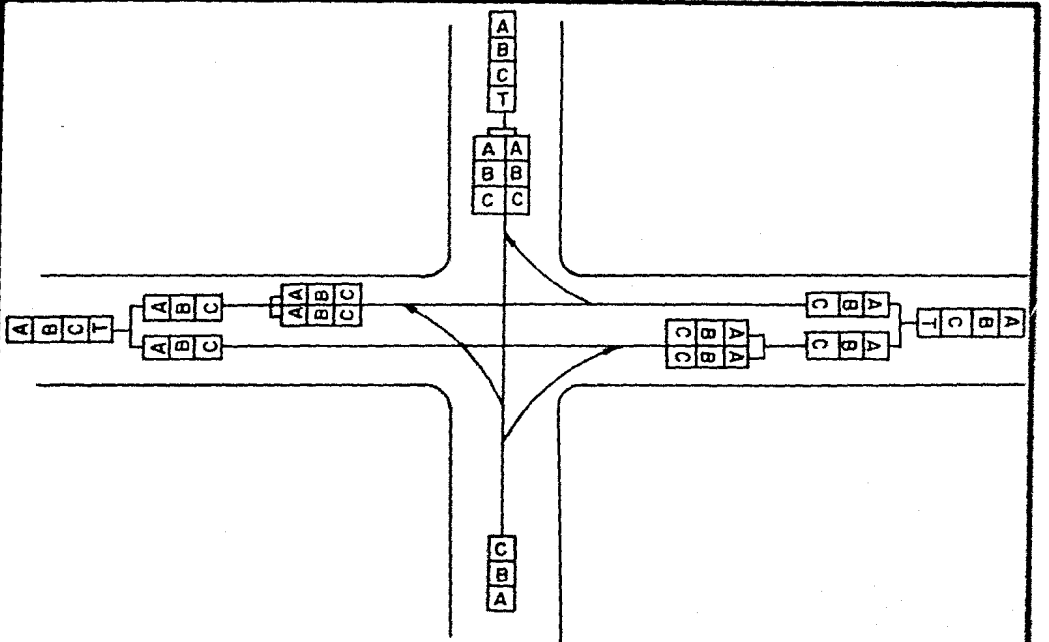


Se llevaría el registro de la siguiente manera:

Este volumen direccional se hace en la hora de máxima demanda.

Aforo .....	16 Horas
Hora .....	7.00 - 8.00





Para determinar el crecimiento del volumen de tránsito, se considera que la composición del tránsito va a ser constante a través del tiempo.

Se debe aplicar la fórmula del interés compuesto, con un interés del 7 % para México.

$$V_p = V_a (i + 1)^n$$

$V_p$  = Volumen proyecto

$V_a$  = Volumen actual

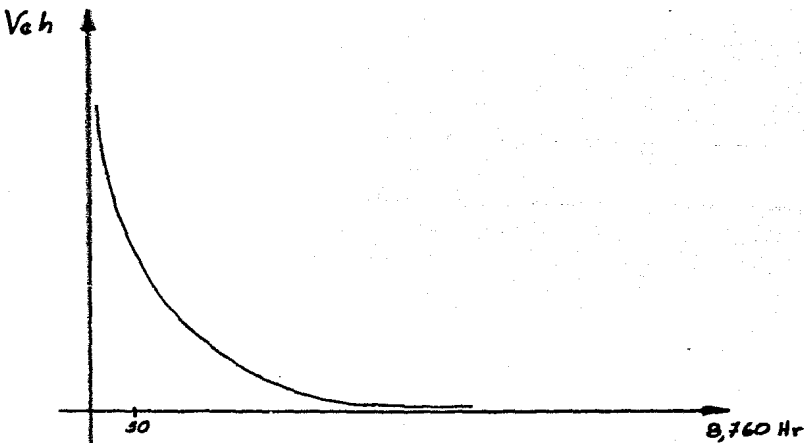
$i$  = Tasa de interés anual

$n$  = Número de años al cual se quiere hacer pronóstico.

Para sacar ó diseñar una calle, se analizan todas las horas del año, que se van ordenando de mayor a menor hora de congestión, y para diseño se usa la hora 30, ó sea, la 30<sup>ava</sup> hora en orden descendente.

$$\text{Horas al año} = 365 \times 24 = 8760$$

Para México se usa la hora 50.



TEPA = Tránsito Promedio Diario Anual.

VELOCIDAD.-

Es la relación que existe entre una distancia y el tiempo que se tarda en recorrerla.

$$V = \frac{d}{t}$$

El hombre vive en un ambiente de cortas distancias; y ha demostrado poder ir cada vez a mayor velocidad. Por ejemplo, todos los vehículos están diseñados para desarrollar una velocidad mayor a la que podemos ir en las calles de las ciudades, porque las velocidades ya superaron el diseño de éstas.

El año antepasado, se logró una velocidad mayor a los 1,300-km/h.

Se ha visto que el 80% de los pasajeros van a lugares cercanos, ó sea, que todos los individuos no viajan a lugares muy lejanos por lo que los viajes son más cortos.

Junto con el deseo de ir más aprisa, se ha visto que las distancias son cortas.

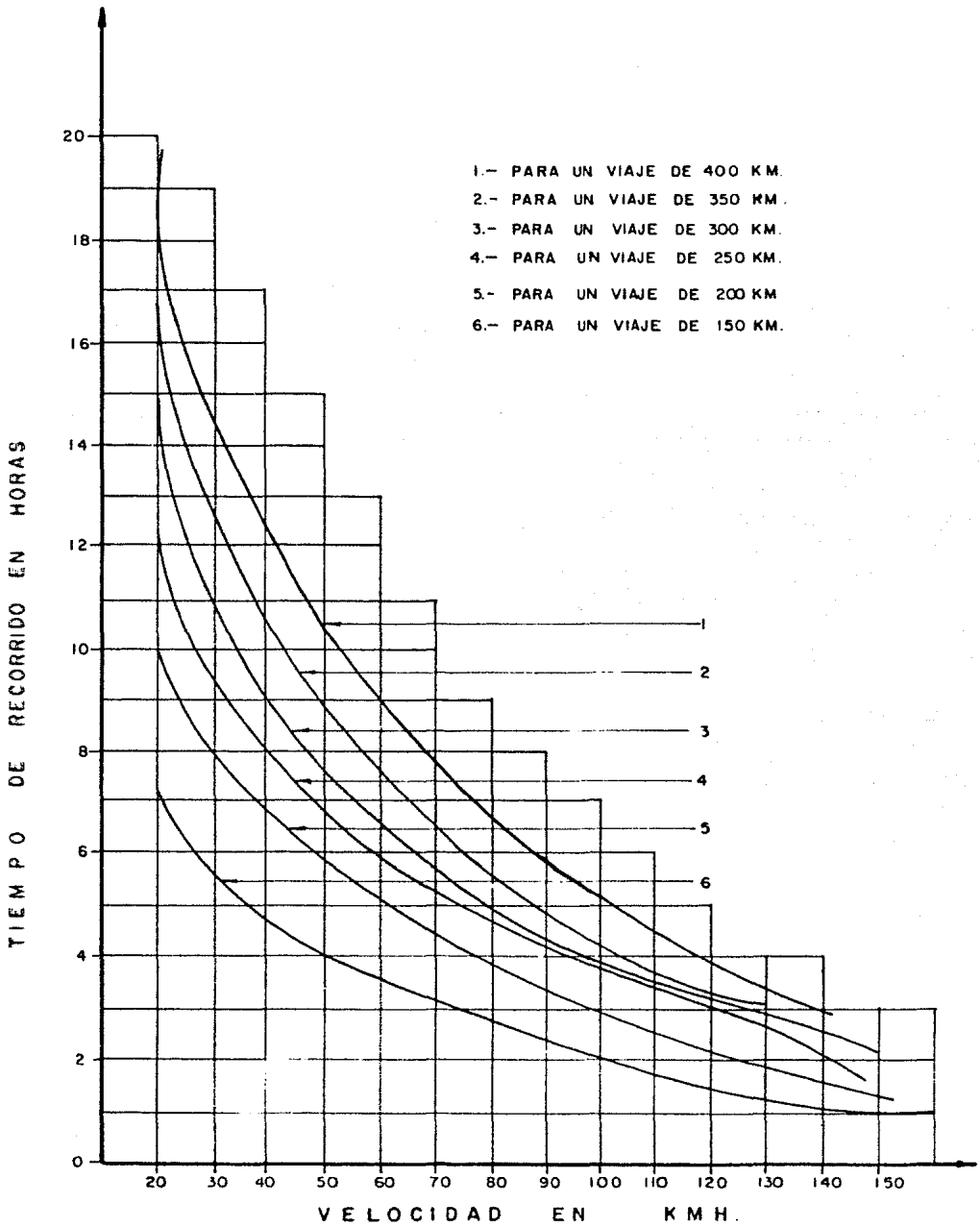
En la Ciudad de México, se ha visto que el promedio de los kilómetros recorridos por los taxistas, es entre 8 y 10 km. por viaje.

El mayor porcentaje de los viajes urbanos está entre 10 y 15-km. en todas las ciudades. Y los viajes foráneos son del orden de 200 km.

Ejem:

## TIEMPOS DE RECORRIDO

V = Vel Km/h	T = Tiempo h	Ahorro de tiempo	total ahorrado	V = Vel km/h	T = tiempo h	ahorro de tiempo	total ahorrado
D = PARA UN VIAJE DE 150 KM.				PARA UN VIAJE DE 300 KM.			
20	7.50	-	-	20	15.00	5.00	-
30	5.00	2.50	2.50	30	10.00	5.00	5.00
40	3.75	1.25	3.75	40	7.50	2.50	7.50
50	3.00	0.75	4.50	50	6.00	1.50	9.00
60	2.50	0.50	5.00	60	5.00	1.00	10.00
70	2.141	0.359	5.359	70	4.28	0.72	10.72
80	1.875	0.266	5.625	80	3.75	0.53	11.25
90	1.666	0.209	5.834	90	3.33	0.42	11.67
100	1.500	0.166	6.000	100	3.00	0.33	12.00
110	1.363	0.137	6.137	110	2.72	0.28	12.28
120	1.233	0.130	6.267	120	2.46	0.26	12.54
130	1.150	0.083	6.350	130	2.30	0.16	12.78
140	1.070	0.080	6.430	140	2.14	0.16	12.86
150	1.000	0.070	6.500				
PARA UN VIAJE DE 200 KM.				PARA UN VIAJE DE 350 KM.			
20	10.00	-	-	20	17.50	-	-
30	6.66	3.34	3.34	30	11.66	5.84	5.84
40	5.00	1.66	5.00	40	8.75	2.91	8.75
50	4.00	1.00	6.00	50	7.00	1.75	10.50
60	3.34	0.66	6.66	60	5.86	1.14	11.64
70	2.86	0.48	7.14	70	5.00	0.86	12.50
80	2.50	0.36	7.50	80	4.37	0.63	13.12
90	2.22	0.28	7.78	90	3.88	0.49	13.62
100	2.00	0.22	8.00	100	3.50	0.38	14.00
110	1.82	0.18	8.18	110	3.18	0.32	14.32
120	1.66	0.16	8.34	120	2.91	0.27	14.59
130	1.54	0.12	8.46	130	2.70	0.21	14.70
140	1.43	0.11	8.57	140	2.50	0.20	14.90
150	1.33	0.10	8.67				
PARA UN VIAJE DE 250 KM.				PARA UN VIAJE DE 400 KM.			
20	12.50	-	-	20	20.00	-	-
30	8.33	4.17	4.17	30	13.33	6.67	6.67
40	6.25	2.08	6.25	40	10.00	3.33	10.00
50	5.00	1.25	7.50	50	8.00	2.00	12.00
60	4.17	0.83	8.33	60	6.68	1.32	13.32
70	3.57	0.60	8.99	70	5.72	0.96	14.28
80	3.12	0.45	9.44	80	5.00	0.72	15.00
90	2.77	0.35	9.79	90	4.44	0.56	15.56
100	2.50	0.27	10.06	100	4.00	0.44	16.00
120	2.06	0.21	10.50	120	3.32	0.32	16.68
130	1.92	0.14	10.64	130	3.08	0.24	16.92
140	1.79	0.13	10.77	140	2.86	0.22	17.34
150	1.66	0.13	10.90				



A mayor distancia, tiene más influencia la velocidad de proyecto.

(Bajas velocidades		0 - 50
medias	"	50 - 100
altas	"	100 - 150)

En velocidades bajas, la velocidad de proyecto y el aumento de velocidad hace grandes ahorros de tiempo. Y a velocidades altas, el aumento de velocidad hace pequeños ahorros de tiempo.

VELOCIDAD MAXIMA SEGUN LA ZONA URBANA Y EL TAMAÑO  
DE LA CIUDAD

Población (núm. de habitantes)	Zona comercial		Zona Residencial		Zona Abierta	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
10,000 a 25,000	24-56	24-56	32-56	32-56	40-96	40-96
25,000 a 50,000	24-40	24-32	32-56	32-48	56-72	56-72
50,000 a 100,000	24-40	24-40	32-48	32-48	48-64	48-64
100,000 ó más	24-48	24-48	32-48	32-48	56-96	48-96

En cuanto a la limitación de la velocidad, los Estados proporcionan información, indicando que existe una reglamentación para una velocidad mínima, con la siguiente previsión:

"Ninguna persona conducirá un vehículo a tan baja velocidad que impida u obstruya el movimiento normal y razonable del tránsito, excepto cuando esa velocidad reducida sea necesaria para evitar un accidente ó cumplir con una ley".

Se obtuvo, a base de encuestas, que el 20% de las p<sup>o</sup>licio

nes utilizan la zonificación de la velocidad, la cual fue efectuada por los ingenieros de tránsito.

#### Velocidad de Punto.-

Casi todos los estudios de velocidad se refieren a la velocidad de los vehículos en determinado punto de un camino ó de una calle. A este tipo de velocidad se le ha denominado de "punto".

En la velocidad de punto influye el usuario, el vehículo, el camino, el volúmen de tránsito, la velocidad permitida, y las condiciones prevalecientes.

#### Velocidad de Recorrido Total.-

Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el principio, hasta el fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

Esta velocidad es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios; por lo tanto, para fines de proyecto, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino, para diferentes volúmenes de tránsito. A esta velocidad también se le conoce como "velocidad de marcha".

#### Velocidad de Crucero.-

Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. También se le denomina "velocidad de operación".

### Velocidad de Proyecto.-

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Esta velocidad está escogida para gobernar y correlacionar las características y proyecto geométrico del camino en su aspecto operacional. Van a influir en esta velocidad, la configuración topográfica del terreno, el tipo de camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra.

### CONGESTIONAMIENTO.-

Como ya se había dicho, la deficiencia del tránsito se mide por dos factores: accidentes, y congestiónamiento.

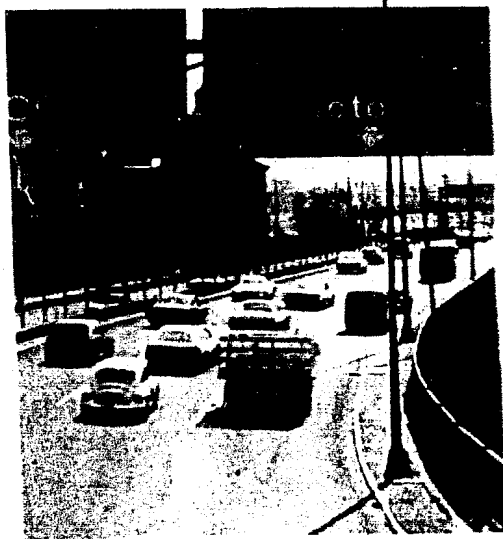
Congestionamiento.- Es un movimiento defectuoso; es saturación; es pérdida de velocidad, ó bien movimiento deficiente en el tránsito.

Se puede medir el congestiónamiento mediante comparación con movimientos en condiciones ideales; lo podemos medir en las unidades de velocidad y retardo.

Para conocer el grado de congestiónamiento de un camino, se investiga el tiempo de recorrido y el tiempo de retardo; además, la velocidad promedio del crucero.

Se dice que el tiempo total de recorrido es el tiempo que nos lleva desde el momento de iniciar la marcha, hasta detener el vehículo. El tiempo de retardo será aquél tiempo invertido durante el recorrido, y en el cual el vehículo no está en movimiento.





Velocidad de proyecto.



Congestionamiento.

## Métodos de Medición.-

Los métodos técnicos para medir la velocidad y el retardo ("congestionamiento"), son tres:

- 1.- Método de observaciones a cierta altura.- Esta medición se hace desde algún edificio ó algún punto alto. Se miden los tiempos de recorrido de los vehículos en la corriente de tránsito sobre un trayecto, cuya longitud se ha medido previamente, y se mide el tiempo de recorrido total y los tiempos de retardo, cada que se hace alto por cualquier cosa.
- 2.- Método de "Flotando en el tránsito".- En este método, el observador forma parte de la corriente de tránsito, mete su vehículo en la ruta previamente fijada, en la cual se tiene un punto inicial y otro punto final, y mide el tiempo que hace.
- 3.- Método de "Mediciones dentro de la corriente".- En este método, el observador también forma parte de la corriente de tránsito, pero no se mide a sí mismo, sino que hace el recorrido varias veces, y cada vez escoge al vehículo ó los vehículos más cercanos a él, y va observando sus tiempos totales y de retardo.

En todos los casos es necesario medir la longitud exacta de esa ruta.

Con ésto, se obtendrán los tiempos de retardo con cierto tramo, los tiempos totales de recorrido en el mismo tramo, y la velocidad promedio de recorrido total.

Las velocidades promedio de cruceo en las ciudades, están entre los 10 y los 20 kilómetros por hora; en las zonas comerciales, lo que significa un desperdicio de potencia, de combustible,

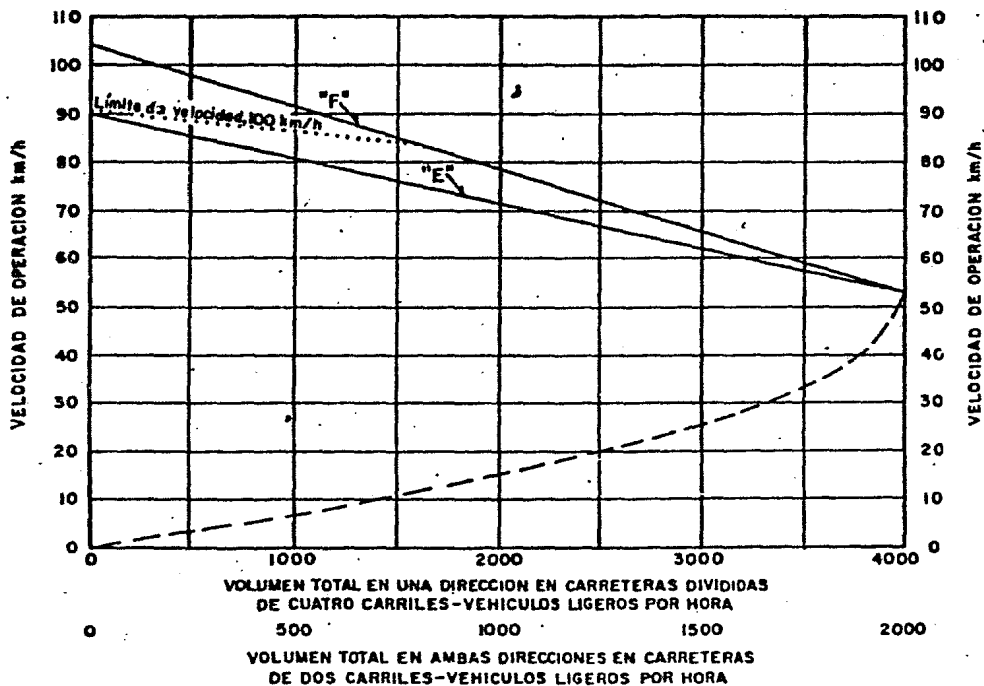
y una pérdida de tiempo muy grande, que se traduce en pérdida económica.

### Demoras:-

Las demoras pueden ocurrir por causa de los dispositivos para el control del tránsito, ó bien, por el control ejercido por un policía de tránsito, y los ocasionados por la misma corriente de tránsito.

La influencia de todas estas demoras puede medirse como una Relación de Demora. Esta relación ha sido determinada por el Comité Nacional de Transporte Urbano de Chicago, como la diferencia entre la relación de movimiento observado, y la relación de movimiento considerada normal para diferentes tipos de vías urbanas. Los valores mínimos para la relación de movimiento normal han sido dados en min/km, como sigue:

- Autopistas de acceso controlado (56 km/h)
- Arterias principales (40 km/h)
- Calles secundarias (32 km/h)



CAPACIDAD VIAL.-

Capacidad.- Es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que razonablemente puede esperarse que pasen por un tramo de un camino, en uno ó en ambos sentidos, bajo las condiciones imperantes del camino y del tránsito.

En la planeación, proyecto y operación de calles y carreteras, la demanda del tránsito, ya sea presente ó futura, es considerada como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que una calle ó carretera presta servicio. Esta demanda es conocida como capacidad.

Para determinar la capacidad, se requiere no sólo de un conocimiento general de las características de la corriente de tránsito, sino también de un conocimiento de los volúmenes, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

Para medir la calidad del flujo, se usa el concepto de "Nivel de Servicio". Es una medida cualitativa del efecto que puede tener en la capacidad, muchos factores tales como, la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de maniobras, la seguridad, los costos de operación, etc.

A cada nivel de servicio, corresponde un "Volumen de Servicio", que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo, que pasará mientras se conserve dicho nivel.

Afectan el nivel de servicio, dos factores que son: los externos y los internos.

Factores:

- a) Externos.- Son las características físicas, tales como: anchura de carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, pendientes, etc.

- b) Internos.- Corresponden a variaciones en la velocidad, el volumen, la composición del tránsito, el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos ó direccionales, etc.

La capacidad de un camino determinado, variará en la medida en que sus características geométricas y de operación difieran de las condiciones ideales. Las condiciones ideales se definen como sigue:

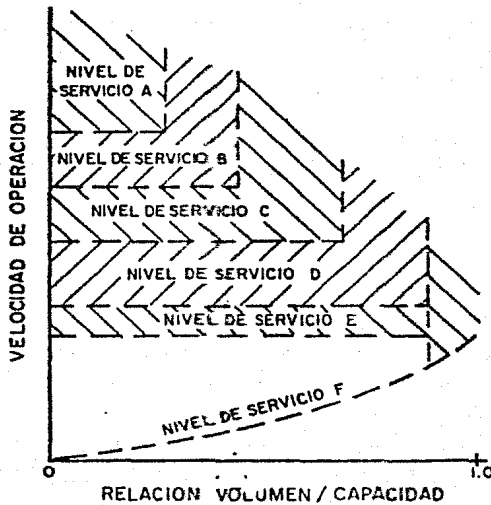
- 1.- Circulación concéntrica, libre de interferencias tanto de vehículos, como de peatones.
- 2.- Únicamente vehículos ligeros en la corriente de tránsito.
- 3.- Carriles de 3.65 m de ancho, con acotamientos adecuados y sin obstáculos laterales en 1.80 m a partir de la orilla de la calzada.
- 4.- Para caminos rurales, alineamiento horizontal y vertical adecuado para velocidades de proyecto de 110 km/h ó mayores y sin restricciones en la distancia de visibilidad de rebase, en caminos de dos carriles.

CAPACIDADES PARA LOS TIPOS DE CARRETERAS CITADAS  
BAJO CONDICIONES IDEALES

TIPO DE CARRETERA	CAPACIDAD (VTH)
Carriles múltiples	2,000 por carril
Dos carriles, dos sentidos	2,000 total en las direcciones
Tres carriles, dos sentidos	4,000 " " "

Nivel de Servicio.- Se usa para medir la calidad del flujo.

Niveles de Servicio.-  
A  
B  
C  
D  
Capacidad del camino -E  
F



Concepto general de los niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO			VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD <sup>a,b</sup> (v/c)
	DESCRIPCION	VELOCIDAD GLOBAL <sup>a</sup> (cm/hora)	FACTOR DE CARGA <sup>c</sup>	
A	FLUJO LIBRE	≥ 50	0.0	≈ 0.70 (0.80)
B	FLUJO ESTABLE	≥ 40	≈ 0.1	≈ 0.80 (0.85)
C	FLUJO ESTABLE	≥ 30	≈ 0.3	≈ 0.85 (0.90)
D	APROXIMANDOSE AL FLUJO INESTABLE	≥ 20	≈ 0.7	≈ 0.90 (0.95)
E <sup>d</sup>	FLUJO INESTABLE	20	≈ 1.0 (0.85) <sup>e</sup>	≈ 1.00
F	FLUJO FORZADO	< 20	No Significativo	No Significativo <sup>a</sup>

Niveles de servicio para calles urbanas y suburbanas.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE > 500 mts (%)	VOLUMEN DE SERVICIO - CAPACIDAD						VOLUMEN DE SERVICIO MÁXIMO BAJO CONDICIONES REALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA PARA DEMANDA DE VEHICULOS NEGROS POR HORAS (ambas direcciones)
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION (Km/h)		VALOR LIMITE* PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 Km/h	VALOR PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA* DE:					
					95 Km/h	80 Km/h	70 Km/h	65 Km/h	55 Km/h	
A	FLUJO LIBRE	VI 95	∞	∞	∞	∞	∞	∞	400	
			100	0.20	∞	∞	∞	∞		
			80	0.18	∞	∞	∞	∞		
			60	0.15	∞	∞	∞	∞		
			40	0.12	∞	∞	∞	∞		
			20	0.08	∞	∞	∞	∞		
0	0.04	∞	∞	∞	∞	∞				
B	FLUJO ESTABLE (Velocidad superior del rango)	VI 80	∞	∞	∞	∞	∞	∞	900	
			100	0.45	0.40	∞	∞	∞		
			80	0.42	0.35	∞	∞	∞		
			60	0.38	0.30	∞	∞	∞		
			40	0.34	0.24	∞	∞	∞		
			20	0.30	0.18	∞	∞	∞		
0	0.24	0.12	∞	∞	∞	∞				
C	FLUJO ESTABLE	VI 65	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1400	
			100	0.70	0.66	0.56	0.51	∞		
			80	0.68	0.61	0.53	0.46	∞		
			60	0.65	0.56	0.47	0.41	∞		
			40	0.62	0.51	0.38	0.32	∞		
			20	0.59	0.45	0.28	0.22	∞		
0	0.54	0.38	0.18	0.12	∞	∞				
D	FLUJO PROXIMO A L INESTABLE	VI 55	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1700	
			100	0.85	0.83	0.75	0.67	0.58		
			80	0.84	0.81	0.72	0.62	0.55		
			60	0.83	0.79	0.69	0.57	0.51		
			40	0.82	0.76	0.66	0.52	0.45		
			20	0.81	0.71	0.61	0.44	0.35		
0	0.80	0.66	0.51	0.30	0.19	∞				
E <sup>c</sup>	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	NO ES APLICABLE <sup>e</sup>	∞					2000	
F	FLUJO FORZADO	< 50 <sup>d</sup>	NO ES APLICABLE <sup>e</sup>	NO SIGNIFICATIVO <sup>f</sup>					MUY VARIABLE (ver tabla de detalles)	

d - La velocidad de operación y la relación v/c son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.

e - Cuando el espacio esté en blanco, la velocidad de operación requerida para este nivel es indeterminada o aún a volúmenes más bajos.

c - Capacidad

d - Aproximadamente

e - No hay rebases

f - La relación volumen de demanda-capacidad puede exceder el valor de 1.00 indicando que hay sobrecarga.

Niveles y volúmenes de servicio máximos para carreteras de dos carriles bajo condiciones de flujo continuo.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c) <sup>a</sup>				VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 10 km/h (TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SENTIDO)																
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION (km/h)	VALOR LIMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 10 km/h.			VALOR APROXIMADO PARA CUALQUIER NUMERO DE CARRILES con velocidad de proyecto ponderada de		4 CARRILES dos para cada sentido	6 CARRILES tres para cada sentido	8 CARRILES cuatro para cada sentido	PARA CADA CARRIL ADICIONAL A CUATRO CARRILES EN UNA DIRECCION												
			4 CARRILES dos para cada sentido	6 CARRILES tres para cada sentido	8 CARRILES cuatro para cada sentido	95 km/h	80 km/h																
			≤ 0.35	≤ 0.40	≤ 0.43	—b	—b																
A	FLUJO LIBRE	≥ 35	≤ 0.35	≤ 0.40	≤ 0.43	—b	—b	1400	2400	3400	1000												
B	FLUJO ESTABLE Vel Superior del 10% <sup>c</sup>	≥ 30	≤ 0.50	≤ 0.58	≤ 0.63	≤ 0.25	—b	2000	3500	5000	1500												
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD) <sup>d</sup>							0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>e</sup>	0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>e</sup>	0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>e</sup>					
C	FLUJO ESTABLE	≥ 30	0.75 FHMD	0.80 FHMD	0.85 FHMD	≤ 0.45 FHMD	—b	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4800	5100	5500	6000	6600	1400	1500	1650	1800
D	FLUJO PROXIMO AL INESTABLE	≥ 45	≤ 0.50 x FHMD		≤ 0.80 x FHMD	≤ 0.45 x FHMD	—b	2800	3000	3300	3600	4150	4500	4900	5400	5800	6300	6700	7200	1400	1500	1650	1800
E	FLUJO INESTABLE	30-35 <sup>g</sup>	≤ 1.00				—b	4000 <sup>h</sup>	6000 <sup>h</sup>	8000 <sup>h</sup>	2000 <sup>h</sup>												
F	FLUJO FORZADO	< 30	NO SIGNIFICATIVO				—b	MUY VARIABLE (desde cero hasta la capacidad)															

- a). - La velocidad de operación y la relación v/c son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.  
b). - La velocidad de operación requerida para este nivel no se alcanza con 6 bajas volúmenes.  
c). - El factor de hora de máxima demanda para autopistas es la relación entre el volumen de una hora completa y el valor más alto del flujo que ocurre durante un intervalo de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.  
d). - Un factor de hora de máxima demanda de un porcentaje se alcanza; los valores en la tabla deben considerarse como los valores máximos del flujo medio que probablemente se obtengan durante un intervalo de máxima demanda de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.  
e). - Aproximadamente.  
f). - Capacidad.

Niveles y volúmenes de servicio máximos para autopistas y vías rápidas bajo condiciones de circulación continua.



NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c)			VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h (Total de vehiculos ligeros por hora, en un sentido)		
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION <sup>a</sup> (Km/h)	VALOR LIMITE <sup>a</sup> PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h	VALOR APROXIMADO PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE		CARRETERA DE 4 CARRILES (2 CARRILES POR SENTIDO)	CARRETERA DE 6 CARRILES (3 CARRILES POR SENTIDO)	CADA CARRIL ADICIONAL
				95 km/h	80 km/h			
A	FLUJO LIBRE	≥ 95	≥ 0.30	— b	— b	1200	1800	600
B	FLUJO ESTABLE (Velocidad superior del rango)	≥ 90	≥ 0.50	≤ 0.20	— b	2000	3000	1000
C	FLUJO ESTABLE	≥ 70	≥ 0.75	≤ 0.50	≤ 0.25	3000	4500	1500
D	APROXIMANDOSE AL FLUJO INESTABLE	≥ 55	≥ 0.90	≤ 0.85	≤ 0.70	3600	5400	1800
E <sup>c</sup>	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	≤ 1.00			4000	6000	2000
F	FLUJO FORZADO	< 50 <sup>d</sup>	NO SIGNIFICATIVO <sup>e</sup>			MUY VARIABLE (Desde cero hasta la capacidad)		

a.- La velocidad de operación y la relación v/c son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.

b.- La velocidad de operación requerida para este nivel no se alcanza aún a bajos volúmenes.

c.- Capacidad.

d.- Aproximadamente.

e.- La relación volumen de demanda-capacidad puede exceder el valor de 1.00 indicando que hay sobrecarga.

Niveles y volúmenes de servicio máximos para carreteras de carriles múltiples bajo condiciones de circulación continua.

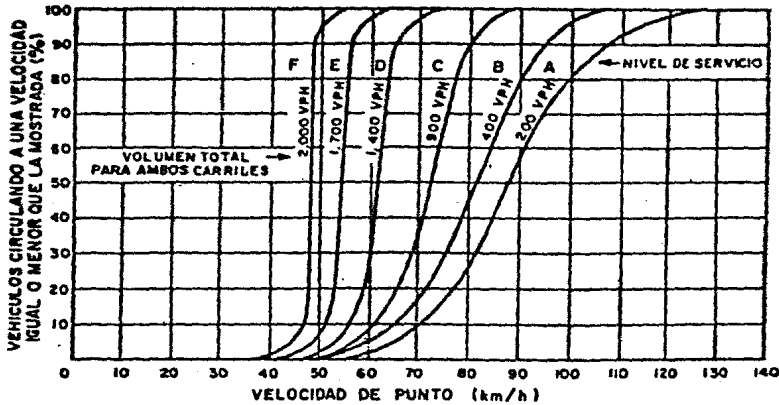


Capacidad es el número máximo de vehículos por unidad de tiempo.

- Nivel de Servicio A.- Condiciones de flujo libre, con bajos volúmenes y altas velocidades.
- Nivel de Servicio B.- Condiciones de flujo estable en las que las velocidades empiezan a ser algo restringidas por las condiciones de tránsito.
- Nivel de Servicio C.- Corresponde aún a un flujo estable, pero las velocidades y las maniobras resultan más controladas por los mayores volúmenes.
- Nivel de Servicio D.- Se acerca al flujo inestable, con velocidades de operación tolerables, pero que pueden ser considerablemente afectadas por los cambios en las condiciones del tránsito.
- Nivel de Servicio E.- Representa una operación a menores velocidades que en el nivel de servicio D, con volúmenes que se acercan a la capacidad del tramo. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de duración momentánea.
- Nivel de Servicio F.- Se refiere a un flujo que opera forzado a bajas velocidades, donde los volúmenes son menores que los correspondientes a la capacidad. Las velocidades se reducen considerablemente y pueden ocurrir paradas cortas ó largas, debido al congestionamiento.

Los factores internos son variables, y deben ser medidos durante el período de mayor flujo, como el "Factor de Hora Máxima" (FHM). El flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está uniformemente distribuido en ese lapso.

Para tomar eso en cuenta, es conveniente determinar la proporción del flujo para un período mínimo, dentro de la hora de máxima demanda. Usualmente se acostumbra un período de 15 min., y, la relación del volumen horario a 4 veces el volumen de 15 min., es llamado el "factor de hora mínima".



Tratándose de intersecciones controladas a semáforos, habrá otro factor que considerar, y que es el "Factor de Carga", que constituye un concepto indispensable al analizar la operación de intersecciones.

El factor de carga es la relación entre el número de fases verdes que son utilizadas en su totalidad por el tránsito, y el número total de fases verdes en un periodo determinado. Se considera que una fase verde está "cargada", si hay vehículos entrando a la intersección durante toda la fase, sin desperdicio de tiempo. Si el nivel de servicio es alto, el factor de carga se aproxima a 0; es decir, hay pocos vehículos en cada fase verde. En cambio, si el nivel de servicio es bajo, el factor de carga se aproxima a 1; es decir, casi todas las fases verdes estarán llenas de vehículos.

Tratándose de carreteras 5 calles, pero en especial de éstas últimas, se consideran otros factores como "Ubicación dentro del Area Metropolitana", "Tamaño del Area Metropolitana", el "Porcentaje de camiones y el Porcentaje de Autobuses".

### ANALISIS DE CAPACIDAD

La capacidad de un camino es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo ó las condiciones del tránsito.- Por esa razón, los análisis de capacidad se realizan cuidando diversas partes de un camino, como un tramo recto; un tramo con curvas; un tramo con pendientes; un tramo de entrecruzamiento; el acceso a una intersección; una rampa de enlace, etc.

De acuerdo a lo anterior, se ha establecido el siguiente criterio, para determinar las relaciones de capacidad y nivel de servicio.

- 1.- El volúmen y la capacidad se expresan en números de vehículos ligeros por hora.
- 2.- El nivel de servicio estrictamente definido, es aplicable a un tramo de camino de gran longitud.
- 3.- El análisis del volúmen de la velocidad de operación ó velocidad global, se hace para cada punto ó subtramo del camino.
- 4.- Los elementos que se usan para medir la capacidad y los niveles de servicio, son variables cuyos valores pueden ser fácilmente obtenidos de los datos disponibles.
- 5.- Para uso práctico, los valores de la capacidad y de las relaciones volúmen-capacidad que definen los niveles de servicio, se establecen para cada uno de los siguientes tipos de caminos:

- a) Autopistas y vías rápidas.
- b) Carreteras de carriles múltiples.
- c) Carreteras de dos y tres carriles.
- d) Arterias urbanas.
- e) Calles del centro de la ciudad.

6.- El elegido para evaluar el nivel de servicio en los diferentes tipos - de caminos es el siguiente:

ELEMENTO	AUTOPISTAS	CARRETERAS DE CARRILES MÚLTIPLES	CARRETERAS DE DOS Y TRES CARRILES	ARTERIAS URBANAS	CALLES DEL CENTRO DE LA CIUDAD
Elementos básicos: Velocidad de operación para el tramo	X	X	X	--	--
Relación Volumen-Capacidad:					
a) Punto más crítico	X	X	X	X	--
b) Coda Sustramo	X	X	X	X	--
c) Tramo Completo	X	X	X	X	--
Velocidad Global	--	--	--	X	X
Elementos asociados:					
a) Velocidad de proyecto ponderada	X	X	X	--	--
b) Número de carriles	X	X	--	--	--
c) Distancia de visibilidad	--	--	X	--	--

El efecto de las pendientes sería mínimo, si únicamente hubiera automóviles. Sin embargo, la presencia de vehículos lentos, especialmente de 6 llantas ó más, reducen la capacidad de un camino. La influencia de estos vehículos se mide estableciendo una relación de "automóviles equivalentes", por cada vehículo pesado. Por ello, se toman en cuenta las velocidades y el porcentaje de pendiente.

El Volúmen de Servicio se calcula con las siguientes fórmulas:

Para carreteras de dos carriles.-  $VS = 2,000 (V/C) N TB$

Para carreteras de cuatro carriles.-  $VS = 2,000 (V/C) N TB$

Siendo: VS= Volúmen de Servicio

N= Número de carriles

#### Análisis de Capacidad de Intersecciones a Nivel.-

Como existen diferentes tipos de intersecciones, se tiene que hacer un análisis por acceso.

En cuanto más vehículos haya en una intersección, bajará la capacidad de esa intersección.

No se hace el mismo análisis para una zona urbana que para una carretera, y aún más, dentro de la zona urbana, no es lo mismo analizar una zona comercial, la zona adyacente, ó los suburbios.

En cada intersección va a tenerse la influencia de la intersección adyacente.

Se dificulta el análisis en intersecciones sin semáforos.

Cuando existen semáforos, es más fácil, ya que se tiene un patrón de llegada de vehículos por pelotones.

En intersecciones controladas por semáforos, se tiene que considerar:

**-Condiciones físicas y operacionales.-**

Anchura del acceso  
 Uno ó dos sentidos de circulación  
 Tipo de estacionamientos

**-Condiciones ambientales.-**

Factor de Carga  
 Factor de hora de máxima demanda  
 Población del área metropolitana

**-Medidas de control.-**

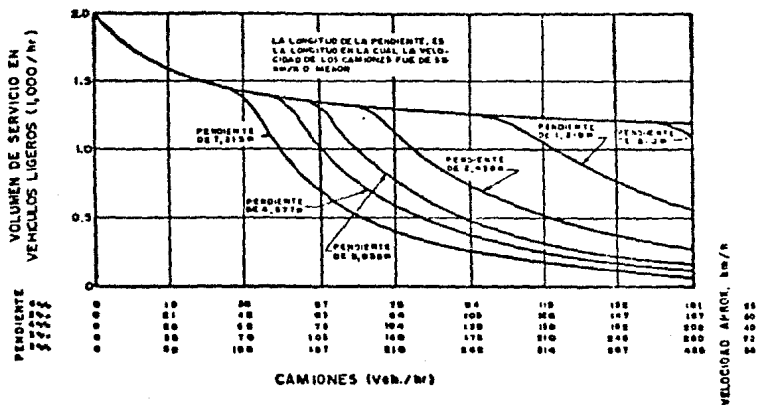
Semáforos  
 Marcar en el pavimento

Se va a sacar el volúmen por hora de luz verde, ó sea que, mientras están pasando vehículos únicamente.

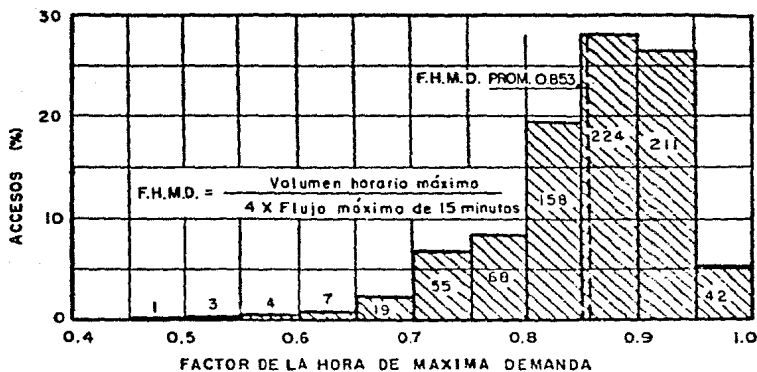
**Factores:**

- 1.- Condición básica.- (Anchura de carriles, uno ó dos sentidos, si se permite el estacionamiento, etc).
- 2.- Demanda.- (Volúmen de vehículos, tamaño de población, porcentaje de vehículos comerciales, ubicación dentro de la ciudad).
- 3.- Movimientos de vueltas.- (Vuelta a la derecha, vuelta a la izquierda).
- 4.- Control.- (Restricciones, prohibiciones, programación de los semáforos).





Volúmenes de servicio equivalentes por camión en función de las pendientes en caminos con dos carriles en un sentido de circulación a nivel de servicio "B"



Factor de la hora de máxima demanda considerando períodos de Flujo máximo de 15 minutos en 792 accesos de intersecciones urbanas.

$$VS = VA \times G/C \times PAM \times PHMD \times UCMYDREVIYQVI$$

VS= Volúmen de Servicio

VA= Volúmen en el Acceso

G/C= verde/acceso

PAM= Población en el área de la metrópoli

PHMD= Factor de hora de Máxima demanda

UC= Ubicación dentro de la ciudad

VD= Factor de vueltas derechas

VI= Factor de vueltas izquierdas

T= Factor de porcentaje de camioneros

B= Factor de porcentaje de autobuses

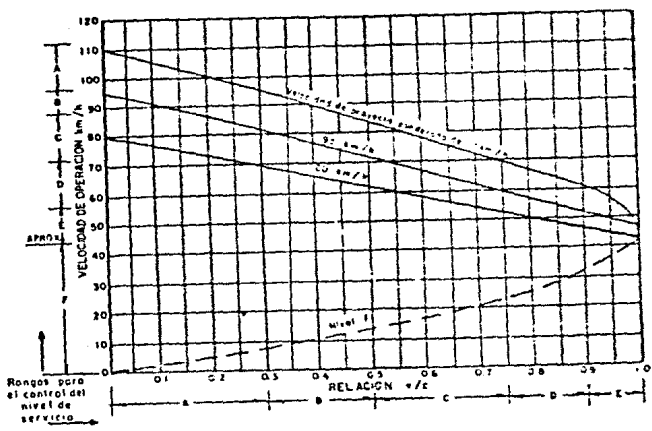
$$FC = D \times PHM \times V/C \times VA \times BT \times VD \times VI \times AL = \text{lo anterior}$$

#### FACTOR DE CARGA

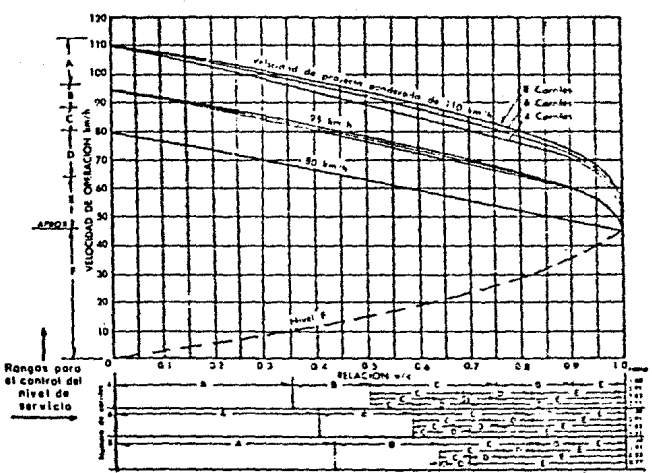
NIVEL DE SERVICIO	CIRCULACION	FACTOR DE CARGA
A	Libre	0.0
B	Estable	0.1
C	Estable	0.3
D	Foco estable	0.7
E (cap)	Inestable	1.0
F	Forzada	No aplicable

#### FACTOR POR UBICACION DENTRO DE LA CIUDAD:

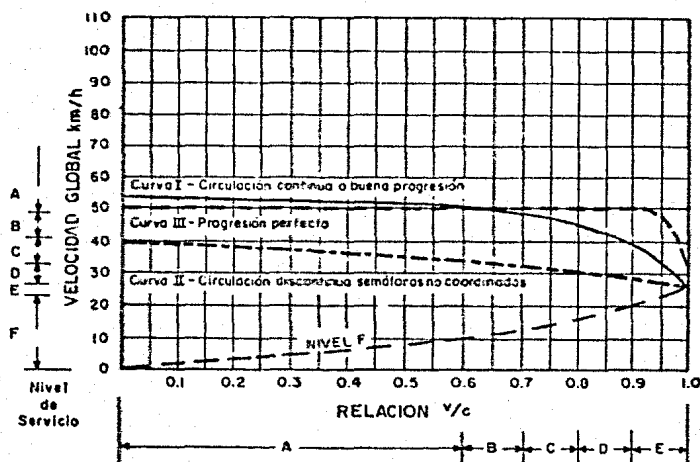
Zona Comercial en el Centro .....	1.0
Zona Circundante al Centro .....	1.10
Zona Comercial Fuera del Centro .....	1.10
Zona Residencial .....	1.20



RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD DE OPERACION Y LA RELACION v/c EN CARRERAS DE CARRILES MULTIPLES BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA.



RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD DE OPERACION Y LA RELACION v/c EN VIAS RAPIDAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA.



RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD GLOBAL Y LA RELACION  $v/c$  EN ARTERIAS URBANAS Y SUBURBANAS.

NIVEL DE SERVICIO	VOLUMEN DE SERVICIO EN LA AUTOPISTA EN UNA DIRECCION <sup>a</sup> (veh)			VOLUMEN DE SERVICIO EN EL PUNTO DE VERIFICACION (v b)		
	4 CARRILES 2 para cada sentido	6 CARRILES 3 para cada sentido	8 CARRILES 4 para cada sentido	CONVERGENCIA <sup>b</sup>	DIVERGENCIA <sup>c</sup>	ENTRECruzamiento <sup>d</sup>
A	1400	2400	3400	1000	1100	800
B	2000	3500	5000	1200	1300	1000
FACTOR DE LA HORAS DE MAXIMA DEMANDA	0.77 0.83 0.91 1.00	0.77 0.83 0.91 1.00	0.77 0.83 0.91 1.00	0.77 0.83 0.91 1.00	0.77 0.83 0.91 1.00	0.77 0.83 0.91 1.00
C	2300 2500 2750 3000	3700 4000 4350 4700	5100 5500 6000 6600	1300 1400 1550 1700	1400 1500 1650 1800	1100 1200 1350 1450
D	2800 3000 3300 3600	4500 4800 5100 5400	5800 6200 6600 7200	1400 1500 1650 1800	1500 1600 1750 1900	1200 1300 1450 1600
E <sup>e</sup>	≥ 4000	≥ 6000	≥ 8000	≥ 2000	≥ 2000	≥ 2000
F	←-----→					

a.—Para usarse en verificaciones del volumen de servicio en la autopista entre enlaces sucesivos.

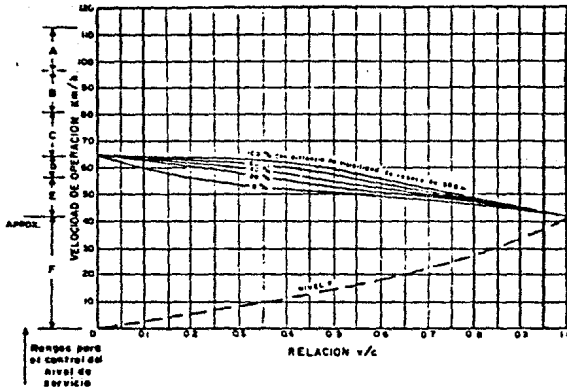
b.—Representa el volumen de servicio constituido por la suma del volumen calculado para el carril número 1, más el volumen en el enlace de acceso.

c.—Representa el volumen de servicio en el carril número 1, inmediatamente antes de un enlace de salida, incluye vehículos de peso y vehículos con probabilidad de usar el enlace de salida.

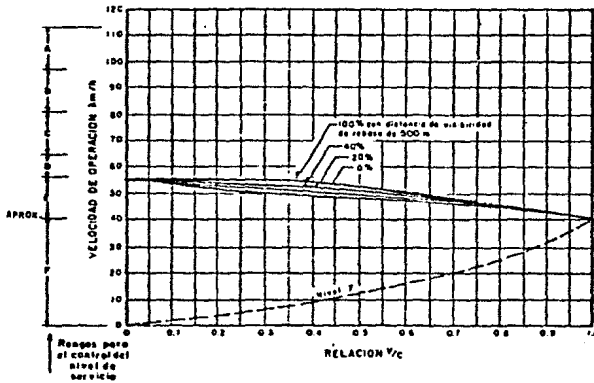
d.—Representa el volumen de servicio en puntos espaciados a cada 150 m entre enlaces de entrada y salida.

e.—Capacidad.

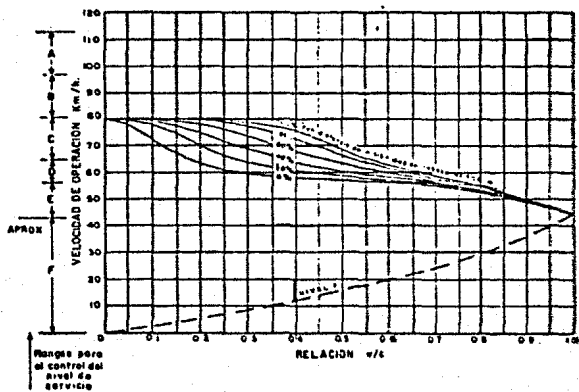
VOLUMENES DE SERVICIO Y CAPACIDAD EN LOS EXTREMOS DE LOS EXTREMOS DE LOS ENLACES.



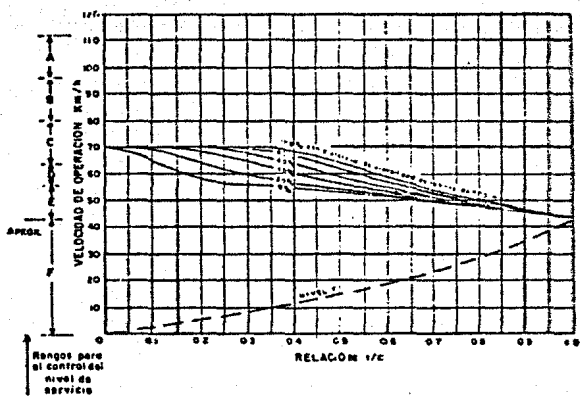
RELACIONES ENTRE LA VELOCIDAD DE OPERACION Y LA RELACION v/c, PARA AMBOS SENTIDOS DE CIRCULACION EN CARRERAS DE 2 CARRILES CON VELOCIDADES DE PROYECTO PONDERADA DE 65 Km/H, BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA.



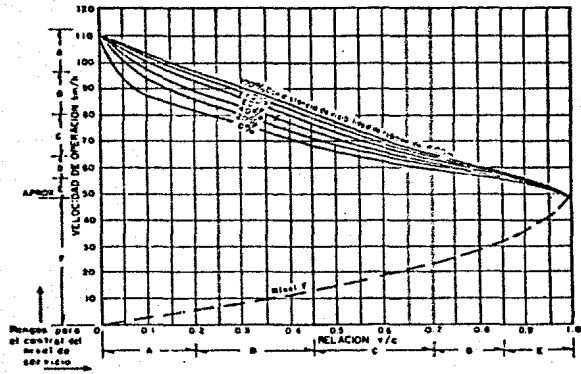
55 Km/H



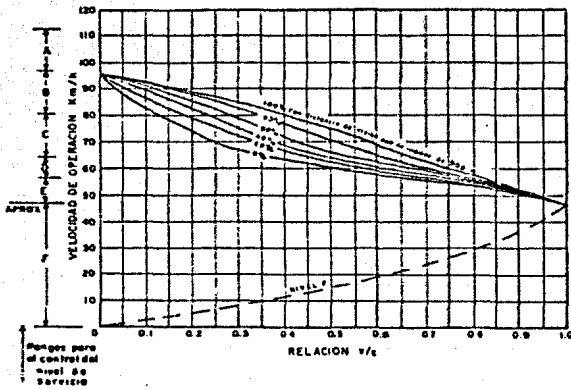
80 Km/H



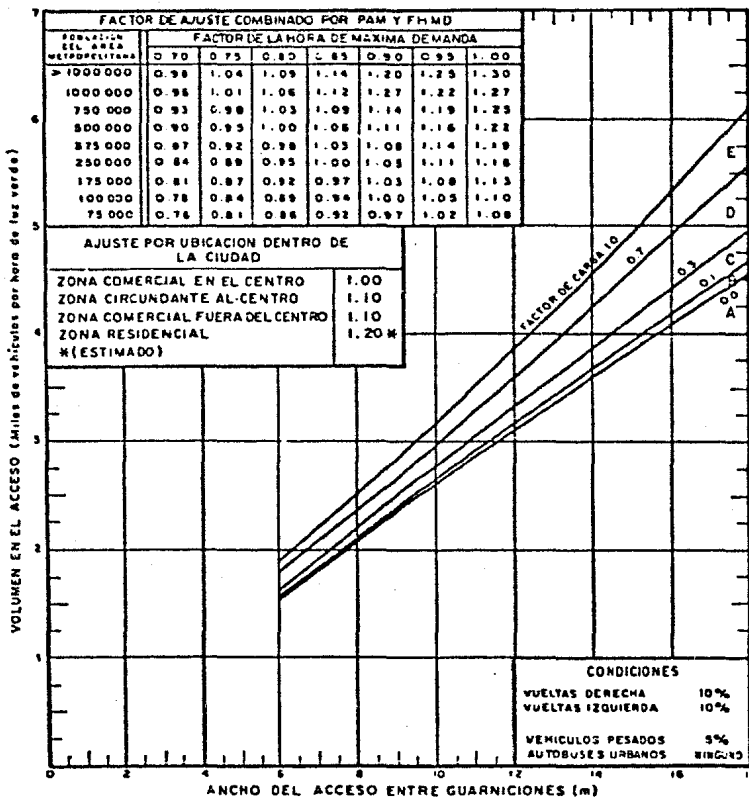
70 Km/H



110 Km/H

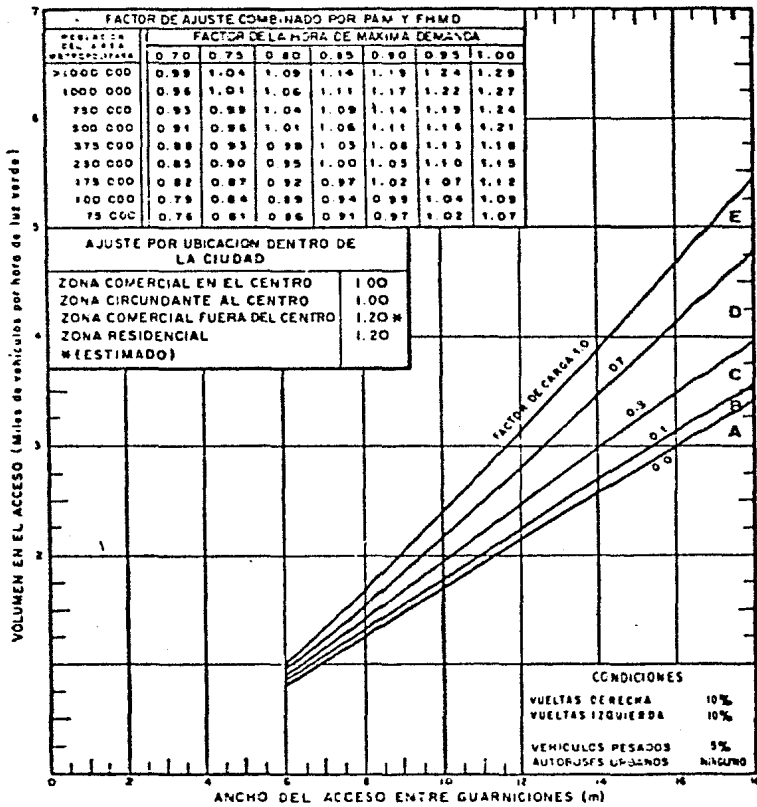


95 Km/H

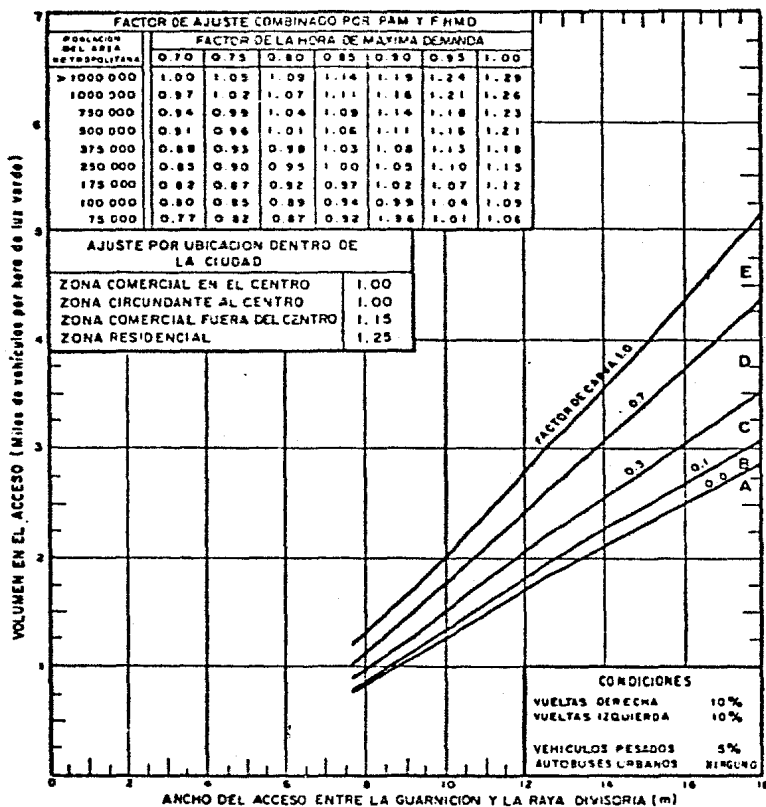


VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE PARA CANALES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO.

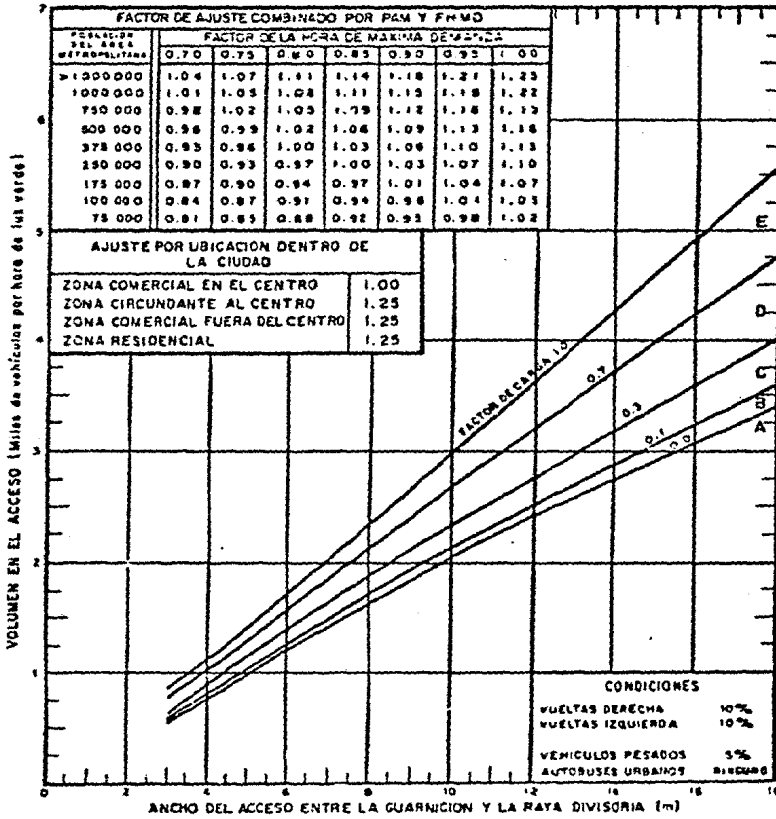




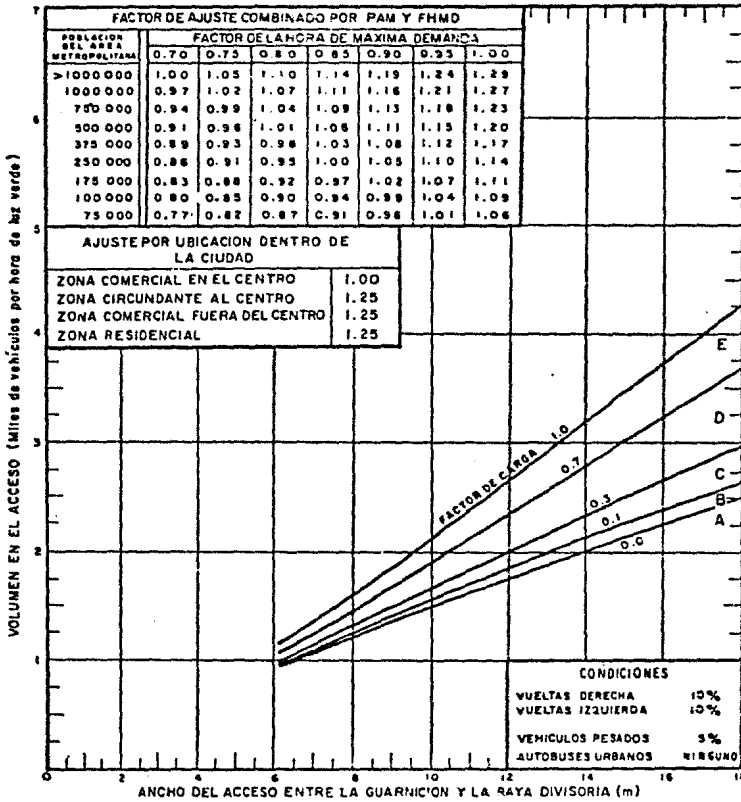
VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE PARA CANALES DE UN SENTIDO DE CIRCULACION CON ESTACIONAMIENTO EN UN LADO.



Volumen de servicio para el acceso a una intersección urbana en vehículos por hora de luz verde para canales de un sentido de circulación son estacionamiento en ambos lados.



VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE PARA CALLES DE 2 SENTIDOS DE CIRCULACION SIN ESTACIONAMIENTO.



VOLUMEN DE SERVICIO PARA EL ACCESO A UNA INTERSECCION URBANA, EN VEHICULOS POR HORA DE LUZ VERDE PARA CALLES DE 2 -- SENTIDOS DE CIRCULACION CON ESTACIONAMIENTO.

PENDIENTE (%)	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTES (Para todas las Porcentajes de Camiones)								
		PESO POTENCIA = 90 kg/HP			PESO POTENCIA = 120 kg/HP			PESO POTENCIA = 180 kg/HP		
		NIVEL DE SERVICIO A 10	NIVEL DE SERVICIO B 15	NIVEL DE SERVICIO C 20	NIVEL DE SERVICIO A 10	NIVEL DE SERVICIO B 15	NIVEL DE SERVICIO C 20	NIVEL DE SERVICIO A 10	NIVEL DE SERVICIO B 15	NIVEL DE SERVICIO C 20
0 - 1	10000	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 - 2	10000	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	0 400							6	4	2
	0 800							6	5	2
	1 200							8	7	2
	1 600							8	8	4
	2 400							9	9	6
	3 200							10	10	7
	4 600							11	11	8
	6 400							11	11	8
3	0 400	4	2	2	5	4	2	7	7	2
	0 800	4	2	2	6	5	2	11	11	8
	1 200	4	2	2	7	6	2	14	14	13
	1 600	5	3	2	8	7	3	16	16	15
	2 400	5	3	2	9	8	4	17	21	21
	3 200	5	3	2	10	9	5	18	22	22
	4 600	5	3	2	10	9	5	19	24	24
	6 400	5	3	2	10	9	5	19	24	24
4	0 400	6	4	2	7	6	2	11	11	8
	0 800	7	6	2	10	10	7	15	22	22
	1 200	7	7	2	12	12	10	22	28	29
	1 600	7	7	2	13	13	12	24	31	34
	2 400	8	9	3	14	14	14	25	34	37
	3 200	8	8	4	15	15	15	26	35	39
	4 600	8	8	5	16	16	16	27	36	40
	6 400	8	8	5	16	16	16	27	36	40
5	0 400	7	7	2	10	10	7	16	19	19
	0 800	10	10	7	15	17	17	25	35	39
	1 200	11	11	9	17	20	20	30	41	46
	1 600	12	12	10	19	23	23	32	45	50
	2 400	13	13	11	21	25	25	34	47	54
	3 200	13	13	12	20	26	26	34	47	54
	4 600	14	14	12	23	28	27	35	48	55
	6 400	14	14	12	23	28	27	35	48	55
6	0 400	10	10	7	15	17	15	24	31	34
	0 800	14	14	13	21	27	29	34	47	54
	1 200	15	16	15	23	30	32	39	54	64
	1 600	16	17	17	24	32	34	41	59	67
	2 400	17	18	18	25	34	36	44	60	72
	3 200	17	19	19	26	35	37	45	61	73
	4 600	18	20	21	26	35	39	46	62	74
	6 400	18	21	22	26	35	39	46	62	74
7	0 400	14	14	14	20	25	27	31	44	49
	0 800	18	23	23	27	38	42	44	61	74
	1 200	19	25	26	29	40	45	47	65	79
	1 600	20	26	27	30	42	47	49	68	83
	2 400	21	27	28	31	43	48	51	70	86
	3 200	22	28	29	32	44	49	51	71	87
	4 600	22	28	30	32	45	50	52	71	84
	6 400	22	24	30	32	45	50	52	72	88
8	0 400	18	22	22	25	34	37	41	58	67
	0 800	22	29	31	33	45	51	52	72	88
	1 200	24	32	34	35	49	55	57	77	97
	1 600	25	33	35	36	50	57	59	80	100
	2 400	25	34	36	37	51	59	61	84	104
	3 200	26	35	37	38	52	61	63	84	105
	4 600	26	35	38	38	52	60	62	85	106
	6 400	26	35	38	38	52	60	62	85	106

VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTES POR CAMION, PARA SUBTRAMOS O PENDIENTES ESPECIFICAS DE CARRETERAS DE 2 CARRILES.

EQUIVALENTE	NIVEL DE SERVICIO	EQUIVALENTE, PARA:		
		TERRENO PLANO	TERRENO EN LOMERIO	TERRENO MONTAÑOSO
E <sub>T</sub> PARA CAMIONES	A	3	4	7
	B y C	2.5	5	10
	D y E	2	5	12
E <sub>B</sub> PARA AUTOBUSES <sup>a</sup>	Todos los Niveles	2	4	6

a.- Hacer consideraciones por separado no es requisito en la mayoría de los problemas; aplíquese únicamente cuando el volumen de autobuses sea significativo.

Vehículos ligeros equivalentes por camión y por autobús en tramos largos de carreteras de 2 carriles.

PENDIENTE <sup>a</sup> (%)	EQUIVALENCIA EN VEHICULOS LIGEROS, <sup>b</sup> E <sub>B</sub>		
	Niveles de servicio A y B	Nivel de servicio C	Niveles de servicio D y E (capacidad)
0-4	2	2	2
5 <sup>c</sup>	4	3	2
6 <sup>c</sup>	7	6	4
7 <sup>c</sup>	12	12	10

a.- Todas las longitudes

b.- Para todos los porcentajes de autobuses

c.- Solo cuando la longitud de las pendientes, sea mayor de 800 m

Vehículos ligeros equivalentes por autobús en subtramos o pendientes específicas de carreteras de 2 carriles.

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTACULO (m)	FACTORES DE AJUSTE <sup>a</sup> $W_L$ Y $W_C$ POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES															
	OBSTACULO EN UN SOLO LADO <sup>b</sup>								OBSTACULO EN AMBOS LADOS <sup>b</sup>							
	CARRILES EN METROS															
	3.65		3.35		3.05		2.75		3.65		3.35		3.05		2.75	
	NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL	
B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.96	0.97	0.83	0.85	0.74	0.79	0.68	0.74	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70	0.81	0.85	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0.00	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66	0.70	0.76	0.60	0.67	0.54	0.62	0.49	0.58

a.- Factores de ajuste,  $W_C$  para el nivel "E" (Capacidad) y  $W_L$  para nivel "B", interpolarse para otros niveles.

b.- Incluye el efecto del tránsito en sentido contrario

c.- Capacidad

Efecto combinado del ancho de carril y la distancia a obstáculos sobre la capacidad y los volúmenes de servicio en carreteras de 2 carriles bajo condiciones de circulación continua.

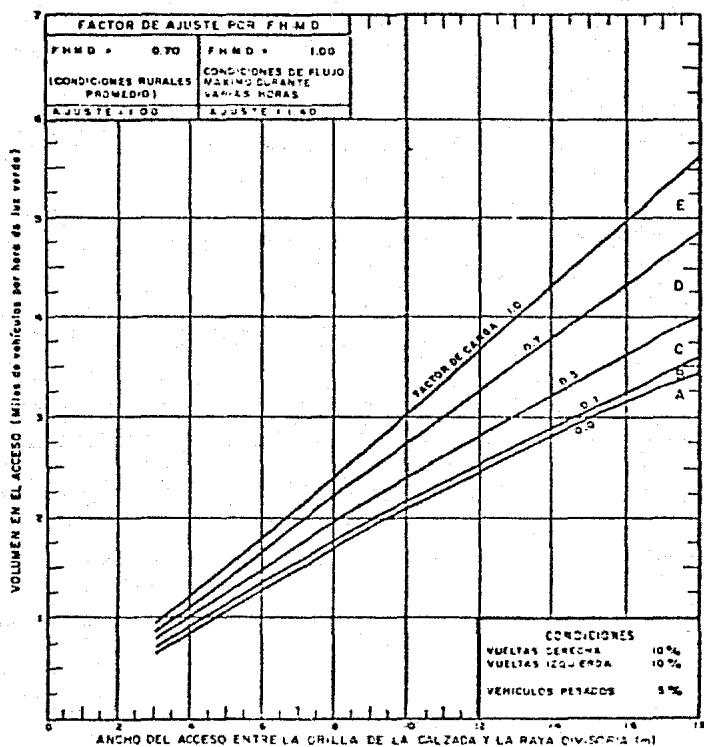
DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTACULO (m)	FACTOR DE AJUSTE <sup>a</sup> $W$ POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES							
	Obstáculos en el lado derecho (Considerando que circula tránsito en sentido contrario del lado izquierdo)				Obstáculos en ambos lados de un sentido de circulación <sup>b</sup>			
	CARRILES EN METROS				CARRILES EN METROS			
	3.65	3.35	3.05	2.75	3.65	3.35	3.05	2.75
Carretera no dividida de 4 carriles.								
1.80	1.00	0.95	0.89	0.77	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
1.20	0.98	0.94	0.88	0.76	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
0.60	0.95	0.92	0.86	0.75	0.94	0.91	0.86	N.A.
0.00	0.88	0.85	0.80	0.70	0.81	0.79	0.74	0.66
Carretera no dividida de 6 y 8 carriles								
1.80	1.00	0.95	0.89	0.77	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
1.20	0.99	0.94	0.88	0.76	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
0.60	0.97	0.93	0.86	0.75	0.96	0.92	0.85	N.A.
0.00	0.94	0.90	0.83	0.72	0.91	0.87	0.81	0.70

a.- Los mismos valores de ajuste para la capacidad y niveles de servicio.

b.- Su uso es apropiado sólo cuando el camino no dividido este separado temporalmente en dos calzadas, por obstáculos tales como barreras centrales, elementos estructurales de puentes a desnivel, más cercanos de lo que estaría el tránsito opuesto.

c.- N.A.: no aplicable; véase el ajuste para obstáculos en el lado derecho

Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio en carreteras de carriles múltiples con circulación continua.



Volumen de servicio para el acceso a una intersección rural en vehículos por hora de luz verde para caminos de 2 sentidos de circulación sin estacionamiento.





PENDIENTE (%)	LONGITUD DE LA PENDIENTE (KM)	EQUIVALENCIA EN VEHICULOS LIGEROS, E <sub>f</sub>									
		Niveles de servicio entre AyC para:					Niveles de servicio Dy E para:				
		3% CAMIONES	5% CAMIONES	10% CAMIONES	15% CAMIONES	20% CAMIONES	3% CAMIONES	5% CAMIONES	10% CAMIONES	15% CAMIONES	20% CAMIONES
0-1	TODAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	0.4-0.8	5	4	4	3	3	5	4	4	3	3
	1.2-1.6	7	5	5	4	4	7	5	5	4	4
	2.4-3.2	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6
	4.8-6.4	7	7	8	8	8	7	7	8	8	8
3	0.4	10	8	5	4	3	10	8	5	4	3
	0.8	10	8	5	4	4	10	8	5	4	4
	1.2	10	8	6	5	5	10	8	5	4	5
	1.6	10	8	6	5	6	10	8	6	5	6
	2.4	10	9	7	7	7	10	8	7	7	7
	3.2	10	9	8	8	8	10	9	8	8	8
	4.8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	6.4	10	10	11	11	11	10	10	11	11	11
4	0.4	12	9	5	4	3	13	9	5	4	3
	0.8	12	9	5	5	5	13	9	5	5	5
	1.2	12	9	7	7	7	13	9	7	7	7
	1.6	12	10	8	8	8	13	10	8	8	8
	2.4	12	11	10	10	10	13	11	10	10	10
	3.2	12	11	11	11	11	13	12	11	11	11
	4.8	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14
	6.4	12	13	15	15	14	13	14	16	16	15
5	0.4	13	10	6	4	3	14	10	6	4	3
	0.8	13	11	7	7	7	14	11	7	7	7
	1.2	13	11	9	8	8	14	11	9	8	8
	1.6	13	12	10	10	10	14	13	10	10	10
	2.4	13	13	12	12	12	14	14	13	13	13
	3.2	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15
	4.8	13	15	16	16	15	14	17	17	17	17
	6.4	15	17	19	19	17	16	19	22	21	19
6	0.4	14	10	6	4	3	15	10	6	4	3
	0.8	14	11	8	8	8	15	11	8	8	8
	1.2	14	12	10	10	10	15	12	10	10	10
	1.6	14	13	12	12	11	15	14	13	13	11
	2.4	14	14	14	14	13	15	16	15	15	14
	3.2	14	15	16	16	15	15	18	18	18	16
	4.8	14	16	18	18	17	15	20	20	20	19
	6.4	19	19	20	20	20	20	23	23	23	23

Equivalencias de vehículos ligeros por camión, para sub-tramos o pendientes específicas de autopistas, vías rápidas y carreteras de carriles múltiples

NIVEL DE SERVICIO	EQUIVALENTE, PARA:			
	TERRENO PLANO	TERRENO EN LOMERIO	TERRENO MONTAÑOSO	
A	Muy variable; a este nivel uno ó más camiones tienen prácticamente la misma influencia sobre el volumen de servicio. Para el análisis, úsense las equivalencias indicadas para los niveles B hasta E.			
B hasta E	ET Para camiones	2	4	8
	EB Para autobuses *	1.6	3	5

\*- En la mayoría de los análisis no se consideran por separado; aplíquese únicamente cuando el volumen de autobuses sea importante.

Vehículos ligeros equivalentes por camión y por autobús para tramos largos de autopistas, vías rápidas y carreteras de carriles múltiples.

Distancia desde la orilla del carril al obstáculo (en m)	Factor de ajuste, W, por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales							
	Obstáculos a un lado de un sentido de circulación				Obstáculos a ambos lados de un sentido de circulación			
	Carriles en metros				Carriles en metros			
	3.65	3.35	3.05	2.75	3.65	3.35	3.05	2.75
Carretera dividida de 4 carriles								
1.80	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
1.20	0.99	0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
0.60	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0.00	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
Carretera dividida de 6 y 8 carriles								
1.80	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
1.20	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
0.60	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
0.00	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

Efecto combinado del ancho de carril y de la distancia a obstáculos laterales sobre la capacidad y los volúmenes de servicio en autopistas y vías rápidas con circulación continua.

CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE	CAMIONES Y AUTOBUSES FORANEOS %	FACTOR DE AJUSTE
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

Factores de ajuste por camiones y autobuses foraneos.

Nivel de servicio	Vehículos por hora de luz verde (un carril)	Vehículos pesados (%)
A, B, C,	800	5
D	1000	5
E (capacidad)	1200	5

Volúmenes de servicio de un carril especial para dar vuelta.

VUELTAS %	FACTOR DE AJUSTE <sup>a</sup>					
	SIN ESTACIONAMIENTO			CON ESTACIONAMIENTO		
	ANCHO DEL ACCESO ≤ 4.50m	ANCHO DEL ACCESO 500 a 1050m	ANCHO DEL ACCESO ≥ 1100m	ANCHO DEL ACCESO ≤ 6.00m	ANCHO DEL ACCESO 6.50 a 12.00m	ANCHO DEL ACCESO ≥ 1250m
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	0.99	0.99	0.995	0.98	0.99	0.995
12	0.96	0.98	0.990	0.96	0.93	0.990
13	0.94	0.97	0.985	0.94	0.97	0.985
14	0.92	0.96	0.990	0.92	0.96	0.990
15	0.90	0.95	0.995	0.90	0.95	0.975
16	0.89	0.94	0.970	0.89	0.94	0.970
17	0.89	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	0.89	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
30 ó más	0.80	0.85	0.900	0.80	0.85	0.900

a) Sin carriles especiales para vueltas o indicaciones especiales del semáforo

Factores de ajuste por vueltas izquierdas en calles de dos sentidos.

VUELTAS <sup>b</sup> %	FACTOR DE AJUSTE <sup>a</sup>					
	SIN ESTACIONAMIENTO <sup>c</sup>			CON ESTACIONAMIENTO <sup>d</sup>		
	ANCHO DEL ACCESO ≤ 4.50m	ANCHO DEL ACCESO 500 a 7.50m	ANCHO DEL ACCESO 800 a 10.50m	ANCHO DEL ACCESO ≤ 6.00 m	ANCHO DEL ACCESO 6.50 a 9.00m	ANCHO DEL ACCESO 9.50 a 12.00m
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 ó más	0.85	0.900	1.000	0.85	0.900	1.000

a) Sin carriles especiales para vueltas o indicaciones especiales del semáforo.

b) Considerarse las vueltas a la derecha y a la izquierda separadamente. No se sumen.

c) No es necesario el ajuste para anchos del acceso mayores de 10.50 m

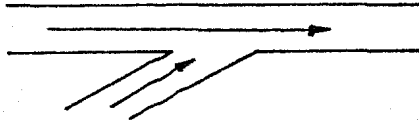
d) No es necesario el ajuste para anchos del acceso mayores de 12.00 m

Factores de ajuste por vueltas a la derecha en calles de 2 sentidos, vueltas a la derecha en calles de un sentido y vueltas a la izquierda en calles de un sentido.

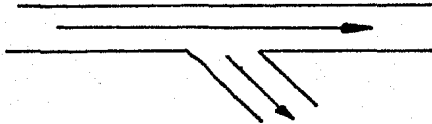
Intersecciones a Nivel.-

## TRAMOS DE ENTRECruzamiento

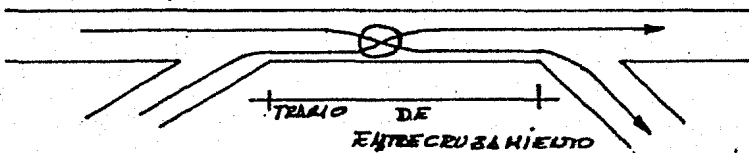
Si de una corriente de tránsito entra a otra corriente, se le llama convergencia.



Si, por el contrario, de una corriente sale el vehículo, se le llama divergencia.

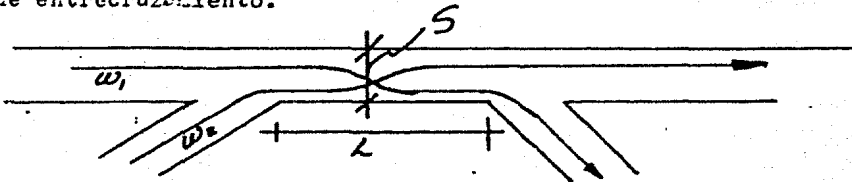


Al cruce de estas dos corrientes que en general se mueven en la misma dirección, se le llama entrecruzamiento.

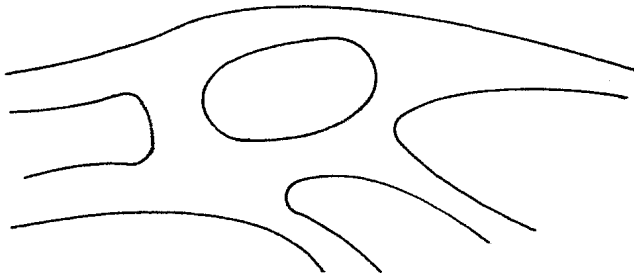


En las autoristas, el entrecruzamiento es mejor tratar de lograrlo en las calles laterales.

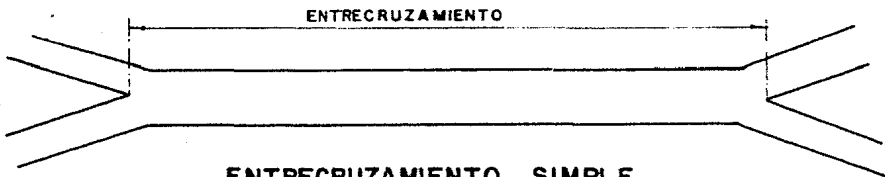
En algunos casos, la capacidad del carril, la van a dar los tramos de entrecruzamiento. Para ello es necesario calcular este tramo de entrecruzamiento.



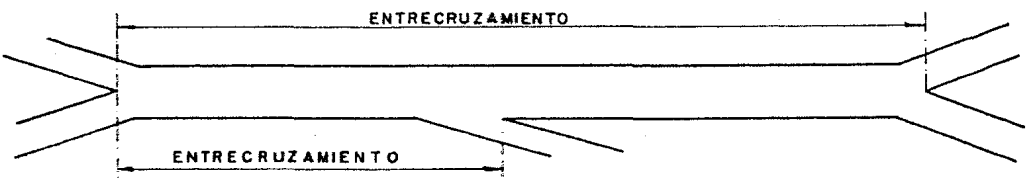
No sólo ocurre en los tramos rectos, sino también en las glorietas.



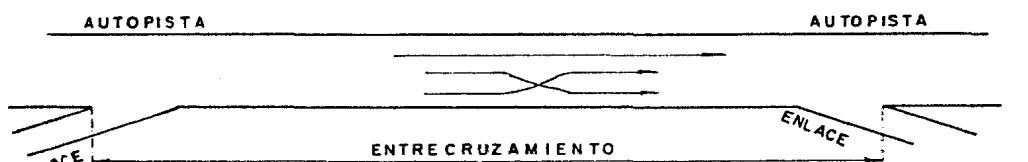
### TIPOS DE ENTRECRUZAMIENTOS



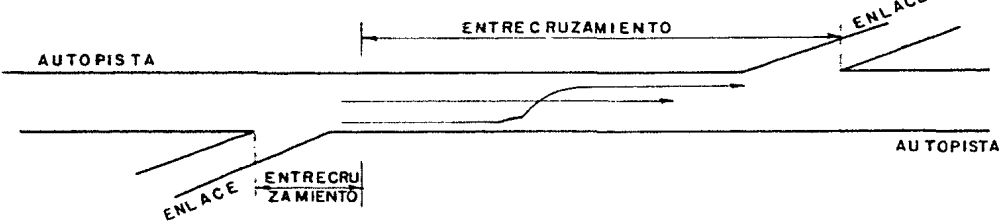
ENTRECRUZAMIENTO SIMPLE



ENTRECRUZAMIENTO MULTIPLE

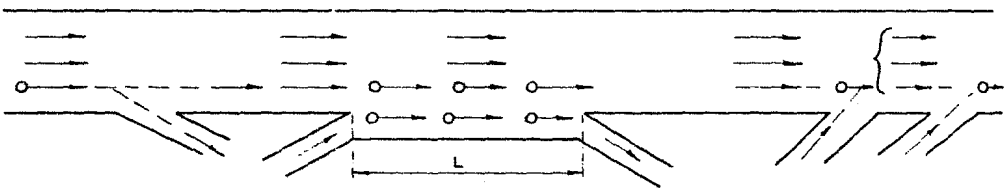


ENTRECRUZAMIENTO LADO



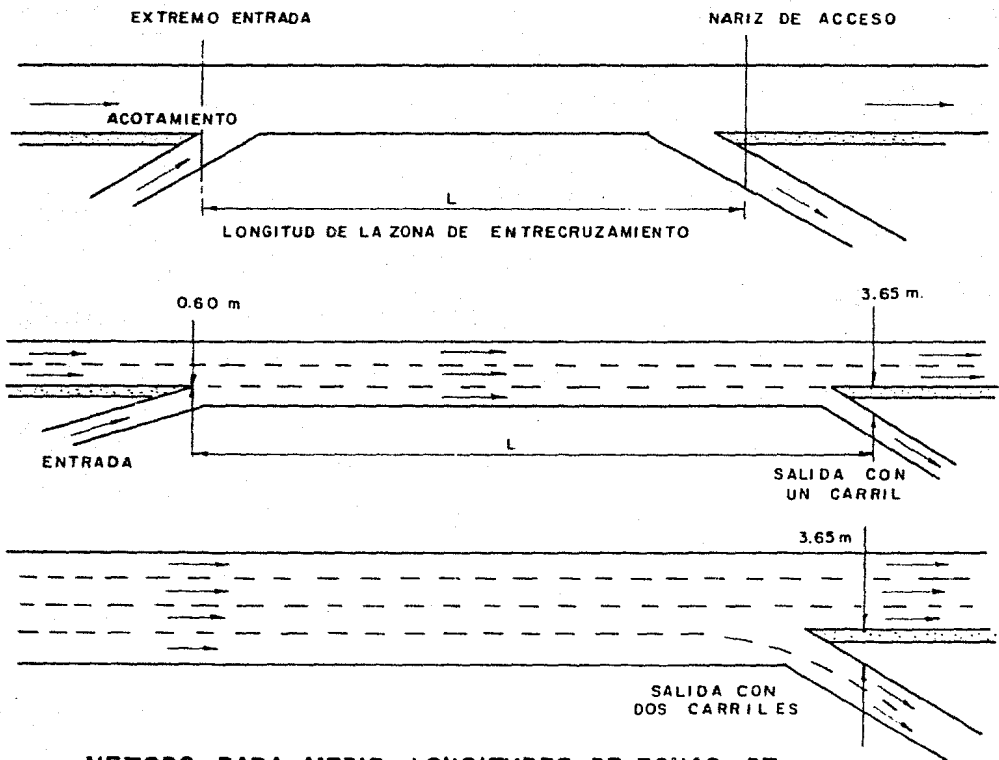
ENTRECRUZAMIENTO EN DOS LADOS



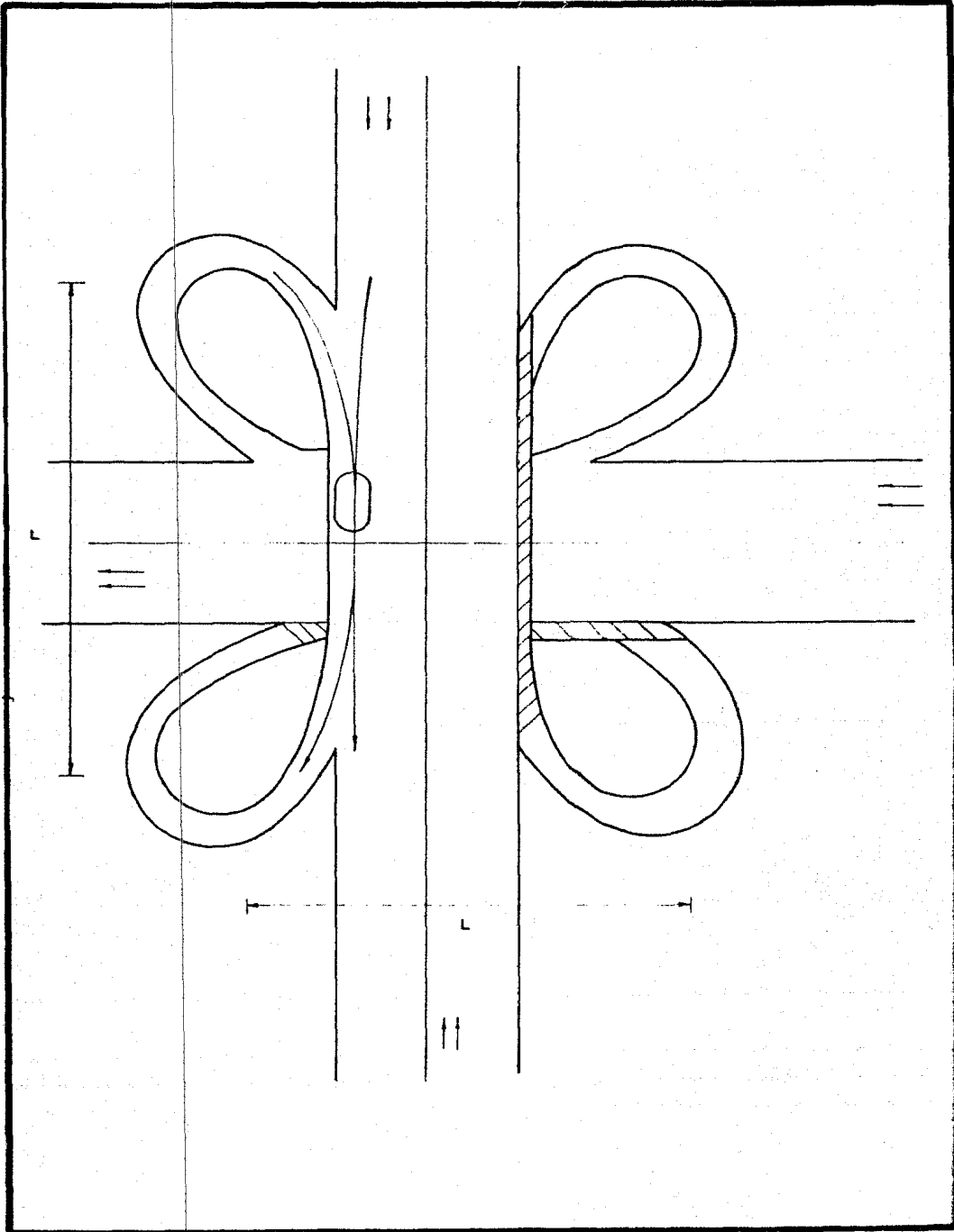


○ = PUNTO DE VERIFICACION DEL VOLUMEN  
L = LONGITUD EN LA QUE SE DEBERA VERIFICAR EL ENTRECRUZAMIENTO

**PUNTOS CRITICOS DE VERIFICACION.**



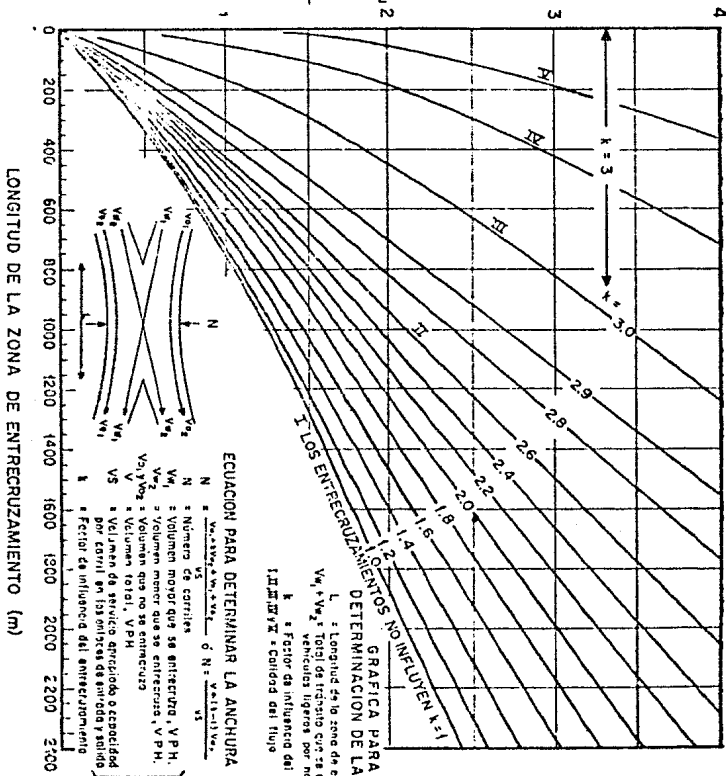
**METODO PARA MEDIR LONGITUDES DE ZONAS DE ENTRECRUZAMIENTO**



Los factores que influyen en el entrecruzamiento son volúmen y velocidad.

TOTAL DE TRANSITO QUE SE ENTRECROZA (miles de vehículos ligeros/hora)

$$Vw_1 + Vw_2$$



GRAFICA PARA LA DETERMINACION DE LA LONGITUD DE LA ZONA DE ENTRECruzAMIENTO

L = Longitud de la zona de entrecruzamiento (en metros)

$Vw_1, Vw_2$  = Volúmenes de vehículos ligeros (por hora)

k = Factor de influencia del entrecruzamiento (dependiente de la configuración del tipo)

ECUACION PARA DETERMINAR LA ANCHURA

$$N = \frac{Vw_1 + Vw_2}{V_s} \cdot k$$

N = Número de carriles

$Vw_1, Vw_2$  = Volúmenes motor que se entrecruza, V.P.H.

$Vs, V_{s2}$  = Volúmenes menor que se entrecruza, V.P.H.

V = Volúmen total, V.P.H.

$V_s$  = Velocidad de servicio ofrecida o capacidad por carril en las secciones de entrada y salida

k = Factor de influencia del entrecruzamiento

Tamaño mínimo en vehículos por hora

LONGITUD DE LA ZONA DE ENTRECruzAMIENTO (m)

$$S = N = \frac{W_1 + KW_2 + V_2 + V_1}{VS}$$

Ejemplo:  $V_1 = 1200$  Veh/h  $VS = 800$  Veh/h  
 $V_2 = 90$  Veh/h  $FACTOR = 3 = k$   
 $W_1 = 306$  Veh/h  
 $W_2 = 200$  Veh/h

$$N = \frac{306 + 3 \times 200 + 1200 + 90}{800} = \frac{2100 + 906}{800} = \frac{3006}{800}$$

= 2.75  $\approx$  3 carriles

#### RAMPAS.-

Una rampa es un tramo de camino que permite la conexión de una carretera con otra que la cruza. Este término incluye todas las disposiciones y tamaños de enlaces que conectan dos rampas de una intersección a desnivel.

La eficiencia del movimiento vehicular a lo largo de una autopista, puede estar directamente afectada por las rampas que conectan con ella.

Los proyectos que permiten satisfacer las necesidades de los volúmenes de tránsito, dependen en gran parte de la posibilidad de determinar la capacidad de la rampa y sus condiciones. En la mayoría de los casos, el volumen admisible depende de las condiciones de la rampa en sus puntos terminales de entrada y salida.

Los proyectos que tienen curvas cerradas adyacentes a la autopista; distancia reducida de visibilidad; insuficiente longitud para movimientos convergentes, divergentes ó de cambios de -

velocidades; el trazo para la trayectoria de los vehículos, etc. deben ser cuidados, porque tienden a producir una operación errática. El proyecto detallado de los extremos de una rampa, debe proporcionar trayectorias fáciles y naturales con suficiente distancia de visibilidad y buen alineamiento.

La capacidad de una rampa será el menor de los tres valores siguientes:

- 1.- La capacidad de la conexión de la rampa con la autopista.
- 2.- La capacidad de la misma rampa.
- 3.- La capacidad de la conexión de la rampa con el sistema vial adyacente.

Por lo general, prevalecerán rampas de entrada ó de salida de un solo carril. Para vez habrá necesidad de una rampa completa de dos carriles.

Lo esencial en la determinación de los volúmenes de servicio y la capacidad de la rampa está en la habilidad para estimar el volumen del carril exterior en la zona de convergencia, a la vez de conocer los volúmenes de la autopista y de la rampa, así como la distancia a las rampas cercanas y los volúmenes de éstas.

En el caso de las rampas de salida, es esencial la determinación del volumen del carril exterior, corriente arriba de la salida, para determinar el volumen de servicio y la capacidad.

Los problemas con las rampas de salida, pueden dividirse en 3 categorías:

- 1.- Evitar la sobrecarga del volumen del carril exterior de la autopista inmediatamente antes de la salida.

- 2.- Prever un proyecto eficiente de la rampa de salida, incluyendo su carril de desaceleración.
- 3.- Prever un proyecto con capacidad adecuada para la conexión de la rampa con las calles adyacentes.

Es esencial para el proyecto, que se prevea la distancia adecuada para la desaceleración de los vehículos, al salir del carril exterior de la autopista.

Con respecto a los criterios de nivel de servicio en estas áreas, el Manual de Capacidad especifica lo siguiente: En los puntos de convergencia ó divergencia sobre la autopista, el nivel de servicio A representa movimiento libre. El tránsito que entra y sale no tiene efecto apreciable en el tránsito que sigue de frente. A este nivel de condiciones ideales, el movimiento total convergente no excede los 1,000 Vph. En el caso de autopistas de 4 carriles, los carriles uno y dos combinados, no exceden el volumen total de 1,400 Vph; a una velocidad cercana a los 100 Km/h.

A nivel de servicio B, se encontrarán ligeros conflictos en las rampas de entrada, pero no habrá problemas en la salida. Bajo condiciones ideales, el movimiento convergente no excederá los 1,200 Vph. Para una autopista de 4 carriles, los carriles uno y dos combinados no llevarán más de 2,000 Vph, a velocidades de 90 Km/h. En rampas de salida, se tendrá un límite de 1,300 Vph para el volumen de servicio.

El nivel de servicio C está en el límite de flujo libre; a este nivel ya debe tomarse en cuenta la variación de vehículos dentro de la hora de máxima demanda. El volumen total convergente varía de 1,300 a 1,500 Vph, bajo condiciones ideales, dependiendo de la hora de máxima utilización con flujos máximos de 5 min., equivalentes a 1,700 Vph.

En la autopista de 4 carriles, los carriles uno y dos combinados, llevarán un máximo de 2,300 a 2,750 Vph. a velocidades de 80 Km/h. El movimiento divergente, alcanza un límite superior de 1,400 a 1,650 Vph, dependiendo del factor de hora máxima.

El nivel D representa condiciones de incipiente congestión. La rampa podrá admitir volúmenes mayores que los correspondientes al nivel C, siempre y cuando el volumen total de la autopista no exceda los volúmenes correspondientes al nivel D.

Los volúmenes horarios que resultan, según varía el factor de hora máxima, van de 1,400 a 1,650 Vph., para convergencias, y, de 1,500 a 1,750 Vph. para divergencias.

La capacidad ó nivel de servicio F, se ha establecido aproximadamente a los 2,000 Vph, usualmente dentro del rango de velocidades de los 30 a los 50 Km/h.

A nivel de servicio F, prácticamente se llega a la operación con paradas intermitentes sobre las rampas y la autopista. Los volúmenes de convergencia y divergencia pueden ser de cualquier valor, hasta los 2,000 Vph.

Tipos de rampas:

- a) Diagonales.- Casi siempre de un sentido y usualmente tienen movimientos de vuelta.
- b) Semidirectas.- Se pueden emplear para vueltas derecha.
- c) Directas.- Permiten a los conductores efectuar las vueltas con un movimiento directo.
- d) Cruzadas.- Permiten la vuelta izquierda sin cruces, con el tránsito en sentido contrario.
- e) Direccional.- La distancia de recorrido es menor que para cualquier otro tipo de rampa.

## ACCIDENTES

Es uno de los síntomas del efecto negativo del problema del tránsito. Este síntoma es de orden vital, y por eso, de gran importancia, ya que significa grandes bajas entre la población, - por los muertos, heridos, amén de la pérdida económica.

Según una estadística del Servicio Médico Forense del D.D.F. cada año mueren un poco más de 2,500 personas por accidentes de tránsito en el D.F.

### ESTUDIO DE ACCIDENTES

En este estudio se encontrarán fundamentalmente 3 cosas:

1.- Causa aparente.- En caso de un accidente, el primero que toma conocimiento es un representante de la ley (agente de tránsito). Este tiene por obligación reportarlo, intervenir y tomar nota del accidente. Los datos que éste obtiene, datos físicos de los vehículos, de las personas, etc. Todo ésto es turnado a juez para decidir quien es el culpable.

Es conveniente que todos los informes sobre accidentes de tránsito sean concentrados en una oficina central, en donde los interesados puedan tener fácil acceso a los mismos.

2.- Falta operacional.- Una vez analizado lo anterior, se determina la causa real. Esto nos permitirá saber si la falla de la operación del tránsito se debió al camino, al vehículo ó al usuario.

Para ello, se estudiarán las condiciones del lugar, las limitaciones físicas y mentales del usuario y su comportamiento en el movimiento vehicular, las condiciones del camino y del vehículo y demás hechos útiles para valorar la causa del accidente.



7.- Magnitud del problema.- Para analizar, la magnitud del problema, se puede medir en: saldos, muertos, ó pérdidas económicas relacionadas con el número de vehículos.

Índice de muertes en base al número de vehículos.-

$$I_{IV} = \frac{\text{Número de muertos} \times 10,000}{\text{Número de vehículos}}$$

Índice de muertes en base al número de habitantes.-

$$I_{IP} = \frac{\text{Número de muertos} \times 100,000}{\text{Número de habitantes}}$$

Índice de muertes en base al kilometraje ó recorrido general de.-

$$I_{IK} = \frac{\text{Número de muertes} \times 1,000,000}{\text{Número de veh-km/}}$$

Ejemplo:

En la Ciudad de México en 1978

$$I_{IV} = \frac{2500 \times 10,000}{1,423,000} = 17.56 \quad 18 \text{ muertos}/10000 \text{ veh.}$$

$$I_{IP} = \frac{2500 \times 100,000}{9,000,000} = 27.7 \quad 28 \text{ muertos}/100000 \text{ hab.}$$

Para la carretera Mex-Guernavaca

$$I_{IK} = \frac{22 \times 1,000,000}{50,000 \times 365 \times 82} = \frac{22 \times 1,000,000}{50,000 \times 365 \times 82} =$$

$$= 0.015 \text{ muertes}/1,000,000 \text{ Veh - Km.}$$

Este último se usa sobre todo en las carreteras, ya que no se puede conocer el número de vehículos registrados, ni se le puede adjudicar los habitantes de las poblaciones adyacentes.

#### CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

De los estudios anteriores se pueden encontrar fallas reales que nos dicen la causa del accidente, la cual muchas veces es el camino.

La principal causa del accidente es el exceso de velocidad. El exceso de velocidad es superar las condiciones imperantes del camino, no únicamente velocidades altas.

Por ejemplo, la velocidad adecuada en zona urbana casi nunca podrá ser velocidad excesiva en una carretera, pero sí, al contrario la velocidad en una carretera, sí será excesiva para una zona urbana.

La causa que le sigue es la invasión de circulación contraria ó invasión de la sección del camino, donde los vehículos viajan en dirección opuesta.

Después, le sigue ó le sigue, la imprudencia para manejar. Esto es muy aleatorio, ya que se abarcan muchos actos.

#### CAUSAS DE ACCIDENTES EN LOS D.R.U.U.

Exceso de velocidad .....	46.8 %
Invasión de circulación contraria .....	19.2 %
Imprudencia para manejar .....	12.4 %
Otras causas .....	21.6 %

## CAUSAS DE ACCIDENTES EN CAMINOS FEDERALES DE VEH.

Exceso de velocidad .....	26 %
Imprudencia del conductor .....	18 %
Invasión de circulación opuesta .....	12 %
Desperfecto del Vehículo .....	11 %
Imprudencia de Peatones .....	8 %
Dormirse manejando .....	7 %
Por estacionarse sin protección .....	4 %
Estado alcohólico .....	4 %
Falla del camino .....	2 %
Deslumbramiento .....	2 %
Otras Causas .....	6 %

Con ésto, se puede demostrar que las estadísticas van a cambiar mucho de una carretera a una ciudad.

Se nota que las fallas del camino son pocas, al igual que - defectos de los vehículos.

Lo que se ve es que el principal causante de estos accidentes es el conductor.

## ACTOS DE LOS PEATONES CUANDO OCURRIÓ EL ACCIDENTE

Cruzaban fuera de la zona de peatones .....	37 %
Caminaban sobre el pavimento .....	11.6%
Atropellados por salir detrás de un vehículo estacionado ...	9.4%
Cruzaban una intersección sin semáforo .....	9.6%
Cruzaban una intersección con semáforo, pero contra la señal de alto .....	7.1%



Curzaban fuera de la zona de peatones.

Salían de atrás de un vehículo estacionado.



En los últimos años se ha incrementado mucho el número de -  
accidentes, por el estado de embriaguez de los conductores.

ESTADISTICA EN MEXICO  
: PARA 1979

6,700 Muertes  
74,150 Lesionados  
\$ 426,000,000 de daños materiales directos

INDICES COMPARATIVOS DE MORTALIDAD MEXICO - EE.UU.

Año	Nº de muertos por cada 10,000 vehículos - de motor	
	México	Estados Unidos
1945	43.4	9.2
1950	46.9	7.2
1955	64.9	6.2
1957	39.3	5.8
1960	34.0	5.2
1961	36.0	5.0
1962	33.0	5.1
1963	30.0	5.2

## ACCIDENTES DE TRANSITO EN CARRETERAS FEDERALES EN 1970

CAUSA	No. DE ACCIDENTES	
CAUSA APARENTE		TIPOS DE ACCIDENTES
Exceso de velocidad	8,236	Choques 8,084
Circulación prohibida	3,033	Sanjas del camino 7,400
Fallas mecánicas	1,933	Volcaduras 5,040
Impericia del conductor	1,492	Atropellamientos 1,704
Imprudencia de la victima	1,213	Alcances 1,394
Dormirse manejando	872	Otros 692
Ebriedad	864	
Ganado en el camino	794	S U M A 24,314
Agente climático	769	S A L D O
No parar en entronque	658	Total de accidentes 24,314
Rebasar indebidamente	656	Total de muertos 2,598
Mal estacionado, sin luces	358	Total de heridos 14,656
Condiciones del camino	317	N O T A :
Otras causas diversas	2,029	La suma no concuerda - con el número de accidentes, en virtud de que puede haber clasi- ficación combinada de algunos
PERDIDA ECONOMICA DIRECTA		\$176,624,259

## TIPOS DE ACCIDENTES

- Colisión entre vehículos
  - De frente
  - De alcance
  - De lado
- Colisión entre vehículos con objetos fijos
- Colisión entre vehículos y peatones
- Volcaduras

## DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRANSITO EN EL D.F.

Años	1975	1976	1977	1978
En el lugar del Accidente	944	1,051	1,048	1,005
Durante el Traslado	41	26	43	27
En el hospital	1,393	1,431	1,515	1,515
Totales	2,378	2,508	2,606	2,547

La cifra de 1978 significa saldos promedios de 212 muertes mensuales, y 7 diarias.

Si se considera, además, el número de lesionados, los daños materiales y las pérdidas por gastos médicos; de hospital; por ausencias de trabajo; así como toda la secuencia de dolor y problemas burocráticos, es fácil concluir que se trata ya de un problema vital para la ciudad.

## DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRANSITO POR TIPO DE USUARIO EN EL D.F.

USUARIO	1978	%
Pestones	1,869	73.4
Pasajeros	333	13.1
Conductores	240	9.3
Motociclistas	33	1.3
Ciclistas	41	1.7
Se ignora	31	1.2
Totales	2,547	100.0

Los resultados de las estadísticas citadas, indican que casi 3/4 partes de los muertos eran pestones, y que 1/4 parte de -

los decesos corresponden a niños y jóvenes hasta de 12 años de edad.

También, se debe destacar que los automóviles, aunque constituyen el 86 % del total de vehículos; causaron el 24.2 % de las muertes. En cambio, los autobuses solamente representan el 1 % de los vehículos, pero causaron el 13.2 % de las muertes. Este último dato, es otro indicio de la alta peligrosidad del sistema de autobuses del servicio público de la ciudad.

#### ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES

El manejo de la estadística es fundamental en el análisis de los accidentes.

Una de las mejores maneras para llevar este tipo de análisis, es manejar los accidentes por su ubicación; esto principalmente a través de un año.

También, se deben separar los accidentes por las personas que intervienen en el accidente, principalmente el conductor, ó bien, la empresa de transporte a la que pertenece el vehículo. Esto será sumamente útil para el control de los conductores y de la empresa.

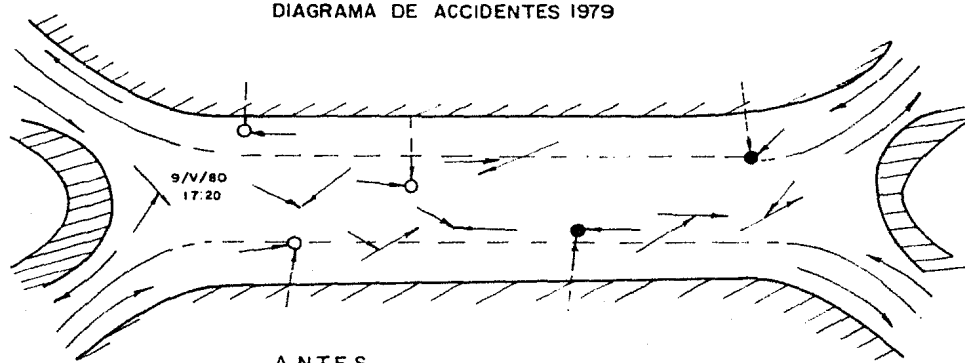
Aparte de eso, existen métodos para que las autoridades de tránsito puedan llevar un control gráfico de los accidentes.

Además de eso, la variación de frecuencia de los accidentes, a través del año, nos permite conocer las épocas en que debemos enfatizar la labor, principalmente educativa y de vigilancia.

El análisis de estos accidentes, conociendo los tipos y causas que los provocan, permitirá a las autoridades efectuar una "labor preventiva".



## DIAGRAMA DE ACCIDENTES 1979



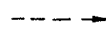
ANTES

COLISION

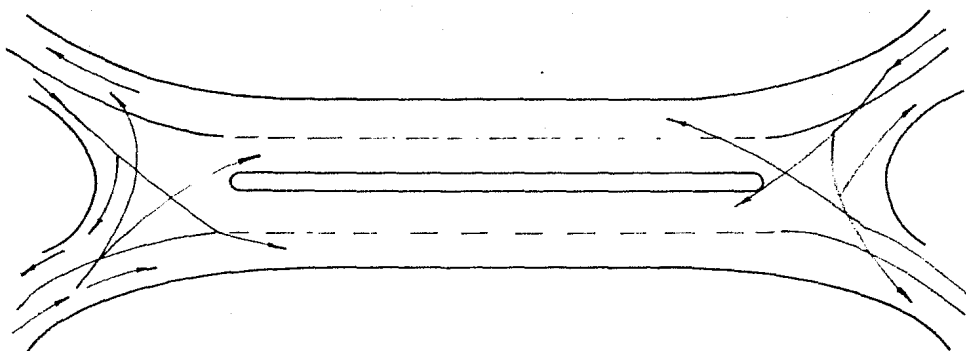
PEATON

MUERTO

HERIDO

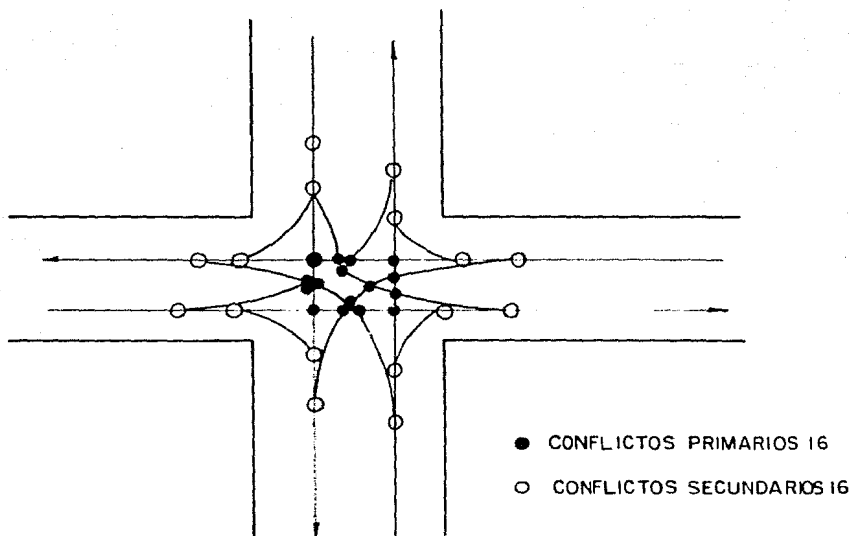


## MODIFICACION GEOMETRICA CON ISLETA

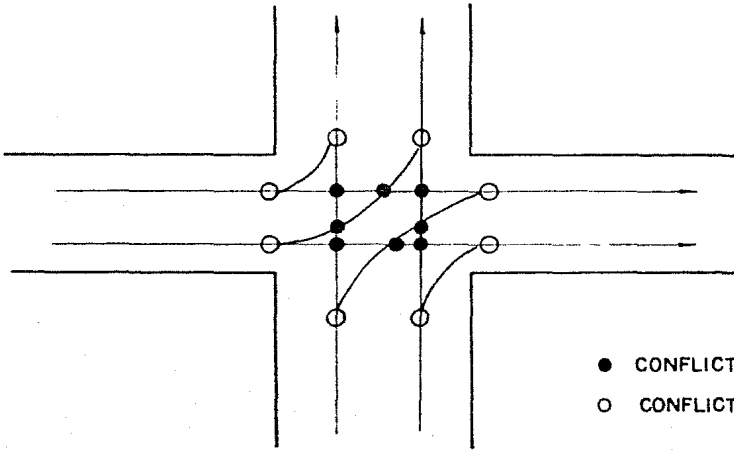


## DIAGRAMA DE ACCIDENTES 1980

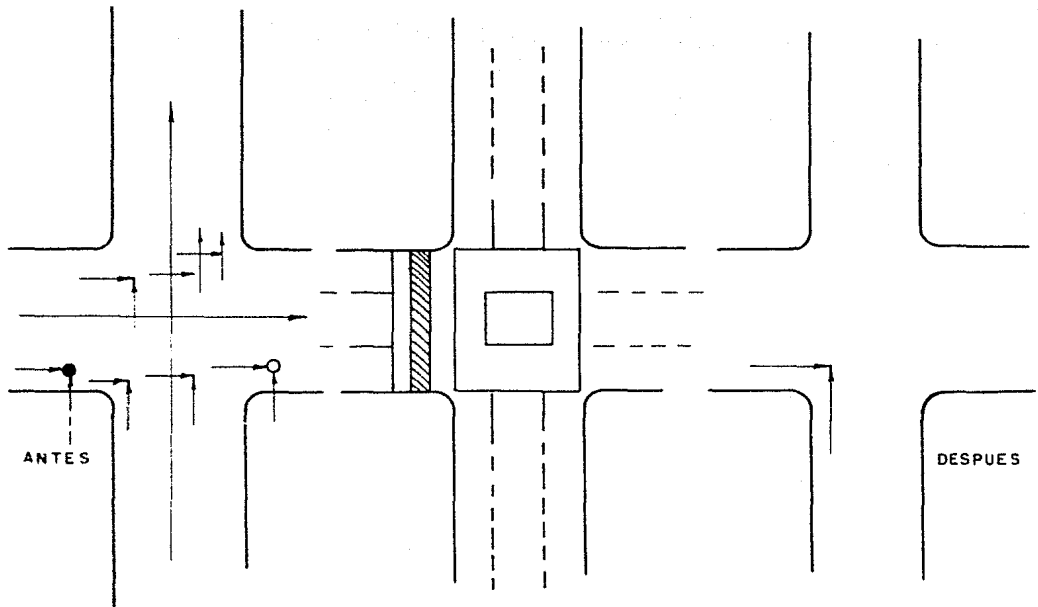
Conflictos en un cruceo normal de 2 sentidos de cada calle.



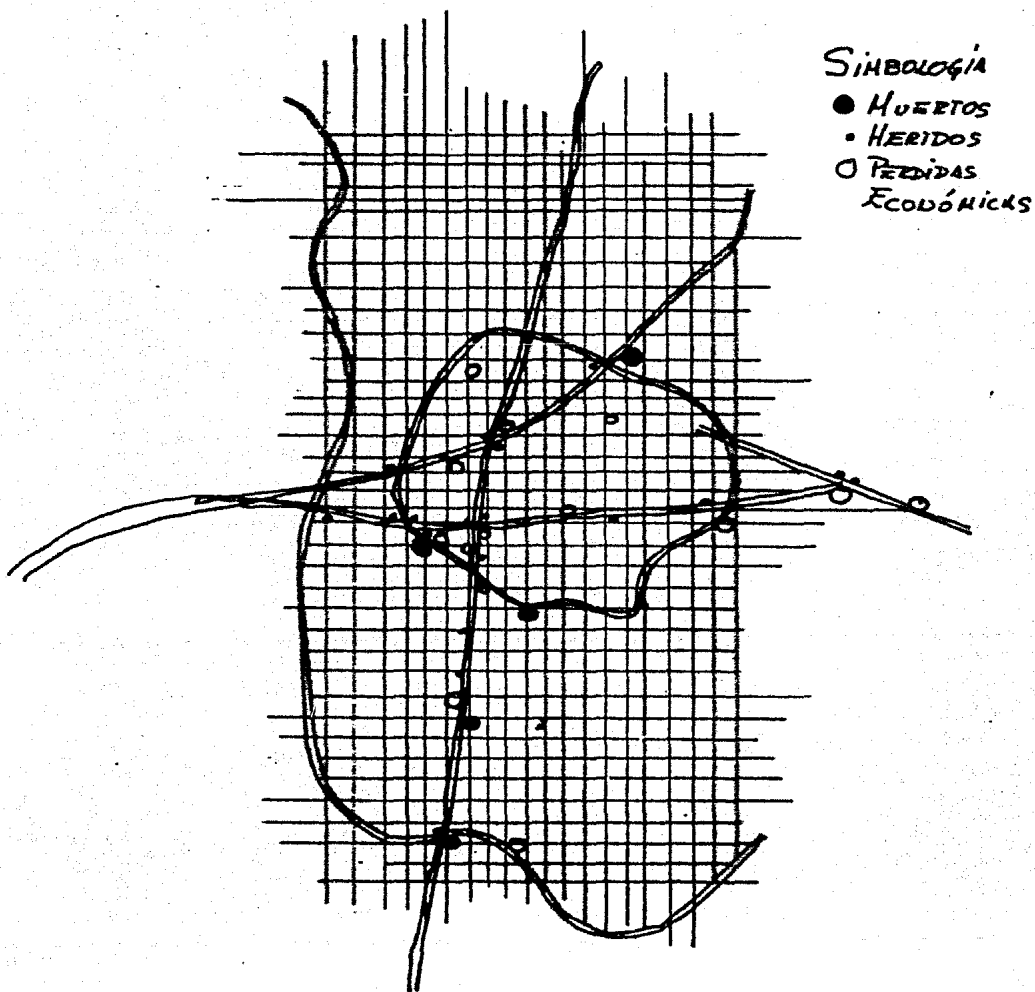
Para un cruce de 1 solo sentido



- CONFLICTOS PRIMARIOS 8
- CONFLICTOS SECUNDARIOS 8



## MAPA DE FRECUENCIA



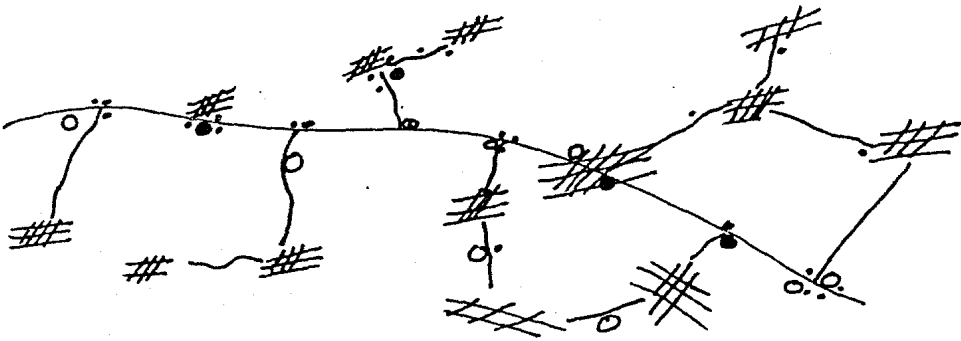
Con ésto, se puede ayudar a la ingeniería de tránsito, viendo cuáles son los cruces y las zonas de mayor acumulación de accidentes para poderlas canalizar y reducir los conflictos.

En las carreteras nacionales, el correcto análisis de la estadística de accidentes es de incalculable valor.

De la estadística de accidentes en las carreteras controladas por la Policía Federal de Caminos, se deduce cuáles son las rutas que merecen mayor atención, las causas de accidentes que deben contrarrestarse y la magnitud del problema.

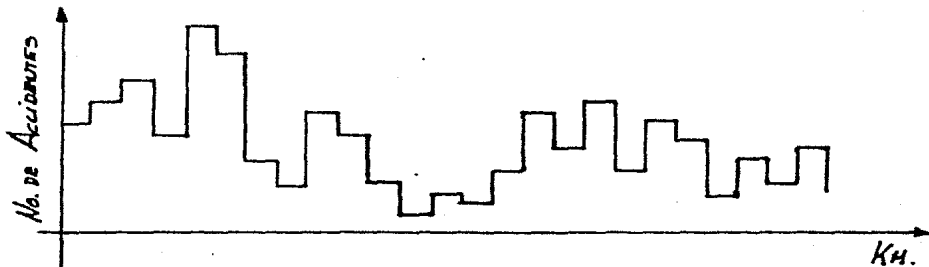
Este tipo de análisis se debe de hacer cada año, lo mismo en una red de carreteras, que en un medio urbano.

En la red de carreteras, se tendrá:



Primero, se deben de hacer estudios para señalamientos e iluminación; y ya después, se pasa a hacer el ordenamiento, ya que lo mejor es dejar muy bien iluminados y señalados los cruces peligrosos para reducir el número de accidentes.

Otro tipo de análisis es la gráfica acumulativa del número de accidentes.



ATRIBUIBLES AL	1969			1970		
	NUMERO	CONCEPTO %	TOTAL %	NUMERO	CONCEPTO %	TOTAL %
Pasajero o peaton						
Imprudencia	1,177	94.5		1,123	92.6	
Descuido	62	5.0		61	5.0	
Intención	7	.5	5.3	29	2.4	5.2
Conductor						
Exceso de velocidad	7,879	44.3		8,236	45.2	
Circulación prohibida	2,937	16.5		3,033	16.7	
Dormitar	1,010	5.7		872	4.8	
Impericia	1,437	8.1		1,492	8.2	
Rebasar indebidamente	618	3.5		656	3.6	
Estado de ebriedad	824	4.6		864	4.7	
No parar en entronque	511	2.9		658	3.6	
Mal estacionado, sin luces.	372	2.1		358	2.0	
Deslumbramiento	101	.5		84	.5	
Exceso de dimensiones	21	.1		12	.1	
Drogadicto	4	-		10	.1	
Sobrecupo o sobrecarga	48	.3		60	.3	
Otras	2,035	11.4	76.7	1,863	10.2	78.1
Camino						
Irrupción del ganado	810	71.0		794	71.5	
Desperfectos del camino	103	9.0		101	9.1	
Falta de señales	31	2.7		39	3.5	
Otras	197	17.3	4.9	177	15.9	4.8
Agente Natural						
Lluvia	739	79.6		602	78.3	
Neblina	104	11.2		80	10.4	
Nieve o granizo	10	1.1		3	.4	
Otras	75	8.1	4.0	84	10.9	3.3
Falla del vehículo						
Llantas	861	41.0		828	41.5	
Frenos	437	20.8		410	20.6	
Dirección	282	13.4		215	10.8	
Suspensión	28	1.3		47	2.4	
Luces	138	6.6		105	5.3	
Ejes	58	2.7		63	3.2	
Transmisión	31	1.5		33	1.6	
Motor	16	.8		19	.9	
Otras	251	11.9	9.1	273	13.7	8.6

En terreno montañoso, para evitar los accidentes, se ha creado lo que se llama el tercer carril, que es en la parte ascendente dos carriles, y en la parte descendente, un solo carril. Este es un estudio de ordenación, el cual da muy buenos resultados, ya que baja el número de accidentes.

ASESINATOS .....	7,120
HERIDOS HOSPITALIZADOS POR DELITO GRAVE .....	92,600
PERDIDA ECONOMICA (TODA CLASE DE ROBO)	
	2,035 770 Dls
TOTAL DE DELITOS .....	2,159 080
MUERTES POR ACCIDENTES DE TRANSITO ...	38,300
HERIDOS HOSPITALIZADOS POR ACCIDENTES DE TRANSITO .....	3,350 000
PERDIDA ECONOMICA POR ACCIDENTES DE TRANSITO .....	3,500 000 Dls
TOTAL DE ACCIDENTES DE TRANSITO (VEHICULOS DE MOTOR) .....	3,500 000



PROGRAMA PREVENTIVO DE SEGURIDAD VIAL.

#### 1.- INSPECCION VEHICULAR EN FORMA PERIODICA Y REGULAR.-

Los vehículos deberán de ser inspeccionados en un período limitado de un año. Tomándose en cuenta para esta inspección, el uso y la condición del mismo.

Se deberán fijar normas mínimas; y que estos vehículos tengan que cumplir, y si no lo hacen, éstos deberán ser re-

tirados de la circulación para no poner en peligro y riesgo la seguridad de ese vehículo, y la de los demás.

## 2.- SEGURIDAD DEL MOTOCICLISTA .-

Para todo aquél que quiera ser conductor, ó tener derecho a conducir una motocicleta, se le hará un examen especial, según el tipo de motocicleta que debe usar.

Y por norma, todo aquél que circule en una motocicleta, deberá usar "casco y lentes" protectores.

## 3.- EDUCACION DEL USUARIO.-

Se elaborará un programa, en el cual se deba educar al conductor, al futuro conductor, y al peatón, para que así, éste se comporte ante el tránsito de vehículos.

Este programa deberá ser impartido en todas las escuelas del país, como un programa de "educación vial", y deberá abarcar un cierto espacio dentro de los libros de texto que imparte la Secretaría de Educación Pública.

## 4.- SERVICIOS MEDICOS DE EMERGENCIA.-

Se debe tener una red de comunicación que permita estar informado de todos los accidentes acontecidos en el menor lapso posible.

También, deberá constar con personal capacitado para poder llevar a cabo los "primeros auxilios", por lo menos, en el sitio del accidente y su tratamiento durante el traslado.

Se deberán tener el número de unidades necesarias para po -



der cubrir las necesidades del lugar. Y estas unidades deberán tener el equipo necesario para cubrir los accidentes.

#### 5.- LIMPIEZA Y CONTROL DE RESIDUOS DE ACCIDENTES.-

Se deberá permitir, principalmente en las vías urbanas, rápidas y en las zonas en que el accidente pueda presentar peligro, que el personal y el equipo encargado se encargue del rescate y del movimiento de los residuos del accidente.

Señalar y desviar rápidamente a todo el demás tránsito, del accidente ocurrido.

Tratar de volver todo a la normalidad en cuanto al tránsito, de vehículos, lo más rápido que sea posible.

#### 6.- VIGILANCIA DE LOS SITIOS DEFECTADOS COMO PELIGROSOS PARA EL TRANSITO.-

Deberá existir un programa, con formas de vigilancia, en las zonas ó lugares donde se ha visto que hay con frecuencia, ó tiende a haber accidentes.

#### 7.- REGISTRO DE VEHICULOS Y LICENCIAS OTORGADAS.-

Se deberá contar con la información suficiente que permita identificar perfectamente al propietario del vehículo y las características de éste. Para las licencias, deberá existir la misma información que permita plenamente la identificación del conductor. Así como las violaciones al reglamento, y su participación en accidentes.

#### 8.- REGISTROS DE LOS DATOS DE TRANSITO E IDENTIFICACION DE LOS SITIOS DE MAYOR FRECUENCIA DE ACCIDENTES Y SUS CARACTERISTICAS RELEVANTES.-

Se deberá tener un procedimiento adecuado, en el cual se in

diquen las características del accidente, así como las causas - aparentes y las determinales, en base a un análisis parcial. Debe incluir la cuantificación estimada del monto de las pérdidas:

Dichos análisis deberán incluir lo siguiente:

- Datos que permitan hacer un inventario durante un cierto periodo.
- Datos para poder llegar a detectar sitios con mayor ocurrencia de accidentes.
- Datos que conduzcan a la detección de fallas técnicas, - tanto de diseño, como de características de operación.

#### 9.- EVALUACION DEL EFECTO DEL ALCOHOL SOBRE LA SEGURIDAD EN CALLES Y CARRETERAS.-

Se elaborará un programa para la determinación del contenido de alcohol en la sangre de todo aquél que se vea involucrado, tanto como sujeto activo, como pasivo, en un incidente de tránsito.

#### 10.- REGLAMENTACION Y SU APLICACION LEGAL.-

Se deberá unificar en todo el país, la reglamentación de tránsito.

Esta reglamentación estará adecuada a la condición actual del conductor nacional, sin dejar de considerar la experiencia internacional.

#### 11.- SERVICIOS POLICIACOS EN RELACION CON LA OPERACION DE TRÁNSITO.-

Se capacitará y actualizará a todo el personal de la policía que se relaciona con la vigilancia del tránsito de vehículos y de peatones.

Para la aplicación de ésta, se deberá hacer la evaluación de cada policía de tránsito, enfocados a conocer los avances de dicha norma.

## 12.- DISEÑO, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE CALLES, AVENIDAS Y CARRETERAS.-

En todas las construcciones ó reconstrucciones de calles, avenidas y carreteras, se deberán observar todas las normas de diseño, que representan seguridad de operación del tránsito, como: distancia de visibilidad, curvaturas, etc.

La iluminación deberá cumplir con las condiciones de visibilidad en todos los puntos del camino, y que se evite el deslumbramiento.

En caso de reparación ó modificación, se deberá informar perfectamente al conductor, la situación y la desviación, para que la operación del tránsito se realice en condiciones ya previstas.

## 13.- DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO Y PROTECCION DEL PEATON,-

Se deberá tener un sistema de información, por medio del cual se puedan ver tanto las necesidades, como las deficiencias de los dispositivos de control de tránsito. Esto incluirá un programa de instalación, mantenimiento ó mejora de semáforos y señales de tránsito.

La instalación y el diseño de semáforos y señales, se deberá uniformar en todo el país.

## 14.- EXIGENCIA DE LA "INGENIERIA DE TRANSITO".-

Se deberá tratar de incluir la materia en la carrera de In-

geniería Civil, en todas las instituciones del país.

Se deberán incluir cursos a nivel maestría.

#### 15.- CREACION DE OFICINAS O DEPARTAMENTOS DE INGENIERIA DE TRAN- SITO.-

Se deberán crear estas oficinas ó departamentos de Ingeniería en las principales ciudades del país.

Se tratará de fomentar la participación de los ingenieros, mediante eventos técnicos, a nivel tanto internacional, como nacional.

#### Origen y Destino.-

Todos los traslados en una red urbana ó vial, tienen un origen y destino.

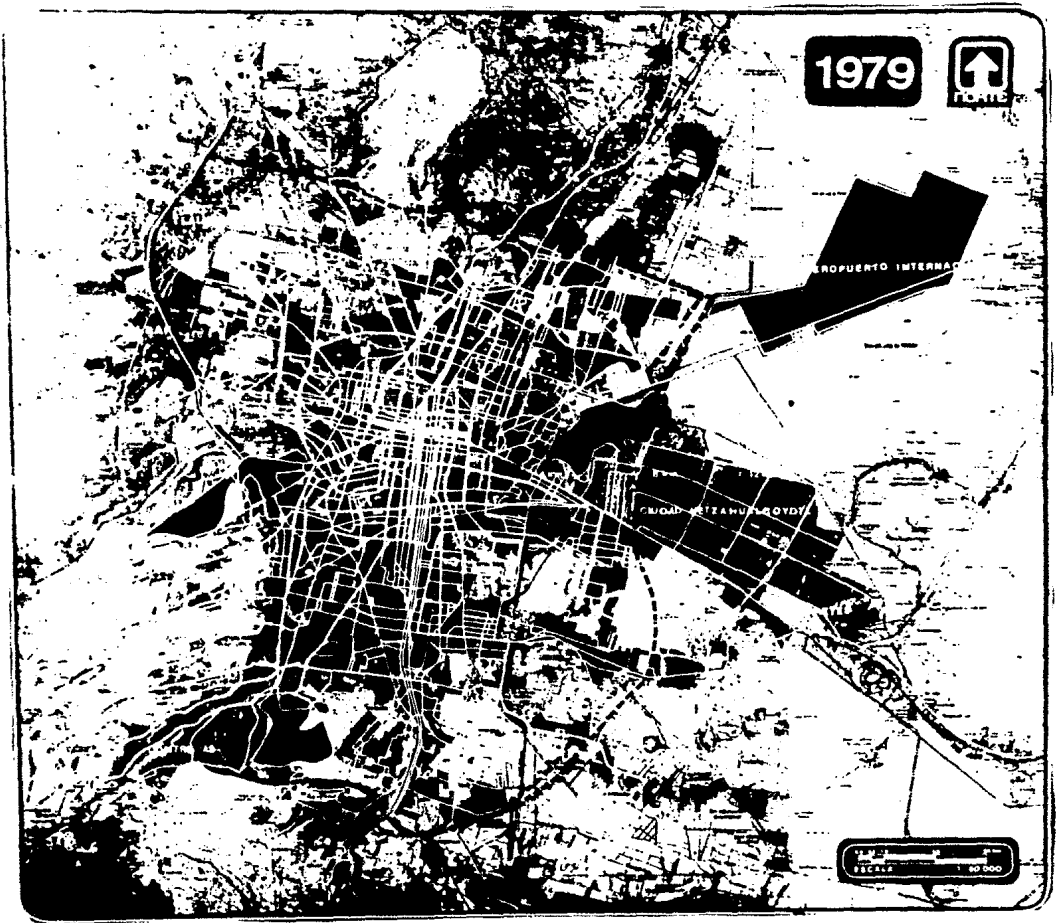
En estos estudios hay varias escalas:

- Una red de caminos
- Una zona
- Una ciudad
- Una carretera
- Un cruce, etc.

Hay diferentes tipos de estudios:

En la República Mexicana, el primer estudio se hizo en 1951 en Monterrey, y fue hecho preguntándole directamente al usuario.

Estos estudios se utilizan principalmente para la planeación.



Todos los traslados en una red Urbana o  
Vial tienen un origen y destino.

De los últimos estudios realizados en México, se hicieron -  
en Reynosa.

#### PRIMERA ENCUESTA DE CONDUCTORES.-

Es un interrogatorio directo al usuario, preguntándole bá -  
sicamente el origen último, y el destino inmediato. Esto se hace  
principalmente, con el conductor cuando transita en un camino.

2.- Existe otro método que es el de la tarjeta postal; se usa -  
cuando hay muchos puntos en el camino.

Consiste en dársele una tarjeta previamente impresa, donde -  
se les pide indiquen de dónde vienen, a dónde van, y si van a ha -  
cer paradas que las indique. Esta tarjeta trae ya un timbre pos -  
tal para que una vez que la haya llenado, la deposite en cual -  
quier buzón.

El defecto, es que la gente no la toma en cuenta, únicamen -  
te el 30 % responde a esta encuesta, y no se sabe si esto es sig -  
nificativo ó no.

#### IDENTIFICACION DE FLACAS.-

Para la zona urbana, se utiliza un estudio especial, por -  
ejemplo para una glorieta.

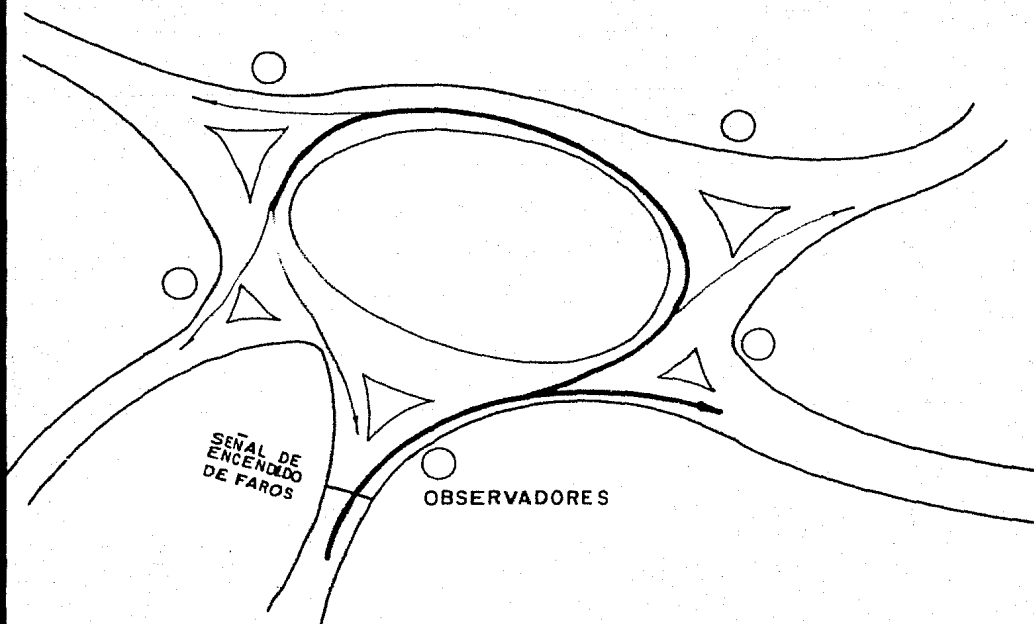
Se han utilizado 2 métodos:

1.- El del encendido de los faros; en el cual, en un acceso, (só -  
lo uno), se le indica al conductor que encienda sus faros.

Esto se hace en un tiempo determinado en cada acceso.

- 2.- Se va tomando nota de las 3 últimas cifras de las placas, en cada acceso y en cada salida.

#### MAPA DE VOLUMEN



Estas encuestas se deben hacer dentro de las 2 horas de máxima demanda.

- 4.- Existe otro método, que es la encuesta domiciliaria. Esto se hace en zona urbana, donde no se puede llegar a todos los medios de transporte, como vehículos particulares, autobuses, tranvías, etc para poder conocer su origen y destino.

MAPA DE LINEAS DE DEMANDA DE MOVIMIENTO

Se unifican zonas de características semejantes, y se clasifican con un número.



De cada una de esas zonas, se elabora un movimiento general, y cuando una de esas zonas, se hace la conexión a la siguiente.

Se ha visto que en algunos puntos de los movimientos, tienen relaciones con las viejas zonas.

También se notan los movimientos hacia la periferia, pero en algunos casos, se hace la conexión a la zona.



Esta es la mejor forma de determinar bases de planeación para una red vial y sistemas de transportes y comunicación.

Como resultado de ésto, se tiene una matriz de origen y destino, para representar los movimientos.

Pueden ser 2 matrices:

viajes - persona o

viajes - vehículos (cuando se cuente la distribución modal, medio, o modo de transporte).

(Se vieron los casos de Monterrey y Acapulco).

MATRIZ ORIGEN Y DESTINO

	1	2	3	4	5	6	.....
1	-	a	x	y	z		
2	a'	-	x'	y'	z'		
3	a''	x'	-	y''	z''		
4	a'''	x'''	z'	-			
5	a''''	x''''	z''	-			
6	a	x''''	z''''	-			
.							
.							
.							
.							

INFORME DE ORIGEN Y DESTINO

VEHICULOS ORIGINADOS EN MEXICO Y DISTRIBUIDOS ENTRE MEXICO Y  
ACAPULCO.-

Salen de México .....	100 %
Entre México y Cuernavaca .....	9.5 %
A Cuernavaca .....	59.1 %
Más allá de Cuernavaca .....	31.4 %

VEHICULOS ORIGINADOS ENTRE ACAPULCO Y MEXICO CON DESTINO  
A ESTA

De Más allá de Cuernavaca .....	32.4 %
De Cuernavaca .....	62.6 %
Entre Cuernavaca y México .....	5.0 %
A México .....	100.0 %

### TRANSPORTE PÚBLICO

En las ciudades de los países más adelantados, el automóvil particular lleva el mayor volumen de traslado diario. Pero entre más grande sea la Ciudad, la gente usa más el transporte público; ésto es debido a que como hay millones de gente, y toda la gente quiere hacer el viaje ideal, ó sea, de la puerta de su casa a la puerta de donde va. Toda la gente usa el automóvil, y se dificulta mucho el transporte, por eso, se utiliza más el transporte público.

Entre más gente use el transporte público, se ahorra el consumo de combustible, y se agiliza la circulación.

#### PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO.-

En forma particular, el Plan de Desarrollo Urbano fija como meta para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2000, una población de 23 millones 400 mil habitantes, de los cuales 14.3 residirán en D.F. Si bien ésto representa una reducción significativa en el actual ritmo de crecimiento demográfico, en números absolutos constituye un aumento de población considerable que impone la necesidad de construir, entre hoy y el final de siglo, otra Ciudad de México.

Ante esta panorámica, el futuro crecimiento deberá ser planeado y regulado, por tal razón, la organización territorial se apoyará en tres áreas bien definidas que corresponden a: las superficies susceptibles de desarrollo urbano, las zonas de amortiguamiento y aquéllas que deben preservarse. La estructura urbana del Distrito Federal se logrará mediante la concentración de actividades en nueve centros urbanos y la intercomunicación con éstos en los sistemas de transporte. Esta es la manera más razonable para lograr el ordenamiento de su desarrollo, ya que se optimiza lo que se tiene y se logra una mejor movilidad en la ciudad.

Entre más grande es la ciudad  
es más solicitado el Transporte  
Público.

En México uno de los medios  
de transporte público que -  
mueve más gente, es el de -  
los llamados "Peseros"



Entre el transporte público hay:

Tren urbano ó metro (subterráneo, superficial ó elevado)

tranvía

trolebús

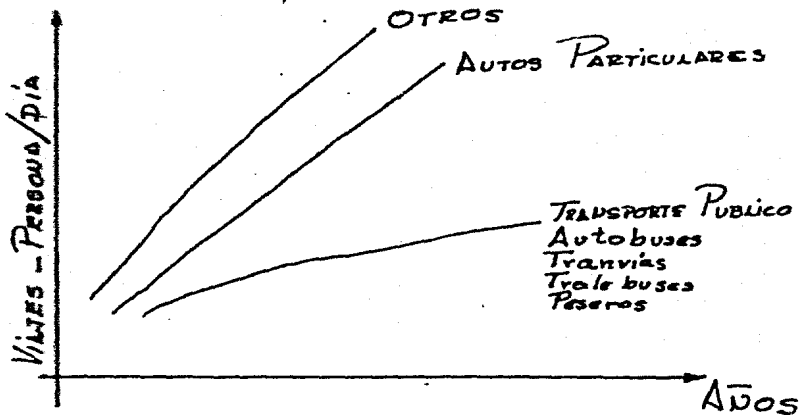
Taxis colectivos ( peseros )

DISTRIBUCION DEL TRANSPORTE POR UNO DE LOS MEDIOS EN  
MEXICO

(EXCLUYENDO AUTOMOVILES)

Año	Ferrocarril	Autobús de con- cesión Federal.	Avión.
1940	50.5	49.7	0.2
1945	41.8	57.9	0.4
1950	22.0	77.3	0.7
1955	15.6	85.5	0.9
1959	12.7	81.2	1.1

La distribución modal nos ha indicado que entre 1940 se desarro-  
lle el país, económicamente, se va a desarrollar más el uso del  
automóvil particular.



# DISTRIBUCION MODAL 1979

TOTAL DE VEHICULOS  
1'989,887

VIAJES · PERSONA · DIA  
18,400,000

VEHICULOS COLECTIVOS  
46.617

7,800 AUTOBUSES

50.8%

37,500 TAXIS

13.0%

882 METRO

11.4%

400 TROLEBUSES  
35 TRANVIAS

3.3%

VEHICULOS PARTICULARES  
1'943.270

AUTOMOVILES

19.2%

OTROS

2.3%

79  
%

97%

21%



DISTRIBUCION DEL TRANSPORTE FORANEO DE PASAJEROS EN  
LOS EE.UU. (excluyendo automóviles)

Año	Ferrocarril	Autobús Foráneo	Líneas aéreas	Transporte por agua
1929	74.9	21.1	--	4.0
1930	70.9	24.9	0.2	3.9
1931	67.1	28.7	0.4	4.2
1932	62.5	32.0	0.5	4.2
1933	60.9	32.5	1.0	5.6
1934	62.3	31.8	1.0	4.9
1935	61.3	32.3	1.3	5.1
1936	62.3	31.5	1.4	4.8
1937	64.2	30.7	1.2	3.9
1938	64.7	28.4	1.7	5.2
1939	62.6	30.4	2.2	4.9
1940	62.5	30.6	2.0	5.9
1941	61.2	31.4	3.2	4.3
1942	67.1	29.5	1.2	2.5
1943	73.1	22.8	1.4	1.7
1944	74.3	22.0	1.9	1.8
1945	73.8	22.7	2.8	1.7
1946	67.2	29.2	6.2	2.4
1947	59.7	33.5	2.3	2.5
1948	52.0	35.6	9.1	2.5
1949	42.9	37.4	11.5	2.2
1950	36.2	37.4	14.4	2.0
1951	35.7	35.2	17.1	2.0
1952	44.5	33.5	19.9	2.1
1953	41.7	32.7	23.7	2.3
1954	36.5	32.4	28.0	2.0
1955	27.5	35.5	33.7	3.5
1956	17.3	33.2	56.6	3.0
1959	7.8	17.0	73.0	2.6

# SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE DE SUPERFICIE

1

ES PRECISO IMPLANTAR UN SISTEMA CONGRUENTE DE TRANSPORTE COLECTIVO DE SUPERFICIE, ORIENTADO POR UNA CLARA POLITICA SOCIAL, QUE GARANTICE LA DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO Y QUE PERMITA LA MOVILIDAD AGIL, EFICIENTE Y SUFICIENTE QUE LA CIUDAD REQUIERE.

2

EL CONCEPTO RETICULAR DE LOS EJES VIALES, INTEGRADOS AL ANILLO PERIFERICO Y CIRCUITO INTERIOR, PERMITE ESTRUCTURAR UNA RED BASICA DE TRANSPORTE COLECTIVO DE SUPERFICIE, QUE ATENDERA LA MAYOR PARTE DE LOS TRASLADOS A GRANDES DISTANCIAS.

3

SE ESTRUCTURARA UNA RED ARTICULADA QUE PERMITA UNA COBERTURA RACIONAL PARA LOGRAR ACCESIBILIDAD A TODA LA CIUDAD.

4

EL SISTEMA INTEGRAL ASI FORMADO SE COMPLEMENTA CON RUTAS DE AUTOBUSES EXPRESOS, MICROBUSES Y TRANSPORTE ESCOLAR, QUE SATISFAGAN ADECUADAMENTE TODAS LAS VARIANTES DE LA DEMANDA





Uno de los sistemas que se ha sostenido más tiempo en el transporte urbano, es el metro (transporte metropolitano).

El primero fue el de Londres. Se ha desarrollado muy lentamente por su alto costo. Los sistemas más completos de metro los tienen Londres y París. Después Rusia y Tokio.

El sistema de transporte ha ayudado a resolver los congestionamientos y el problema de los viajes-personas tan grande que hay.

En México, el sistema de transportes colectivos ha logrado mover actualmente a 20 millones de personas diariamente.

#### TREN METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.-

En 1979, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) contaba con 14 millones de personas asentadas en una superficie urbanizada de 1,000 Km<sup>2</sup>, dentro de la cual el Distrito Federal ocupaba un área urbana de 540 Km<sup>2</sup> con 9 millones de habitantes.- En él circulaban 1 millón 990 mil vehículos, incluyendo los que provenían de los municipios conurbados y se generaban diariamente 18 millones 400 mil viajes.

Los medios con que disponía la ciudad para movilizar tal cantidad de viajes eran: los autobuses, que participaban con el 50.8 % del total, los taxis con el 13 %, los automóviles con el 19.2 %, el metro con el 11.4 %, los trolebuses y tranvías con el 3.3 %, y otros vehículos, que incluían bicicletas y motocicletas, participaban con el 2.3 %.

Conviene observar que, de los casi 2 millones de vehículos, solamente el 3 % eran de transporte colectivo y movían el 79 % de los viajes, en cambio el 97 % del resto de los vehículos, con puestos básicamente por automóviles particulares, sólo atendían al 21 % de los viajes. Se puede decir que aquí radicaba el origen del problema de la vialidad y el tránsito, por lo que gran

parte de la solución consistía en invertir dicha situación, con el fin de incrementar el número y la eficiencia de los vehículos colectivos, y construir una alternativa viable para los que se transportaban en automóviles.

Las observaciones sobre el comportamiento de los flujos vehiculares demostraban que la superficie inscrita en el Circuito Interior era la de mayor movilidad y que la vialidad principal estaba saturada debido a la falta de continuidad y a la irregularidad de su trazo, por lo que se dificultaba también la circulación de los vehículos colectivos. Asimismo se advertía que el Centro de la Ciudad seguiría siendo el punto de mayor concurrencia. Ello debido a la deformidad del crecimiento, a la concentración de los servicios, de las actividades comerciales y de las administrativas, además porque no siendo el centro el destino de los usuarios, éstos se veían obligados a cruzar el mismo para trasladarse a otros puntos de la ciudad. La falta de vialidad es una de las consecuencias de que siga sobrecargado.

En lo que se refiere a los sistemas de transporte, las rutas de autobuses seguían siendo el soporte básico del transporte de superficie, ya que atendían la mitad del total de viajes que se generaban. No obstante el servicio era insuficiente, debido al apretujamiento de los pasajeros, casi a todas horas, y a que únicamente 5,600 autobuses urbanos estaban en operación de los 7,800 concesionados, es decir el 70%; sin embargo, el 30% restante no funcionaba por fallas mecánicas y obsolescencia. El servicio era además ineficiente por la irregularidad de los intervalos de paso entre un autobús y el siguiente y por la tortuosidad de los 574 recorridos existentes.

Ante de los autobuses, los pasajeros del Distrito Federal utilizaban el Metro. En 1976 estaban en operación 65 tramos con 2 líneas, mismas que conformaban una red de 41.5 Km. de longitud y que transportaban 1 millón 300 mil pasajeros diariamente. Desde que inició su operación, el número de pasajeros transportados se incrementó con una tasa promedio de 11% anual.



En 1976 estaban en operación  
65 trenes con 3 líneas con -  
41.5kmg. de longitud.



Transportaban un millón 300 mil  
pasajeros diariamente.

El Metro vino a constituir la incipiente columna vertebral del transporte que tanto estaba haciendo falta a la ciudad, debido a su rapidez, regularidad y capacidad del servicio, y por supuesto la accesibilidad de su tarifa. Sin embargo, es bien conocido que a pesar de su alta eficiencia, el Metro no puede resolver el total de viajes que se dan en la urbe y se requiere de su integración con los otros medios.

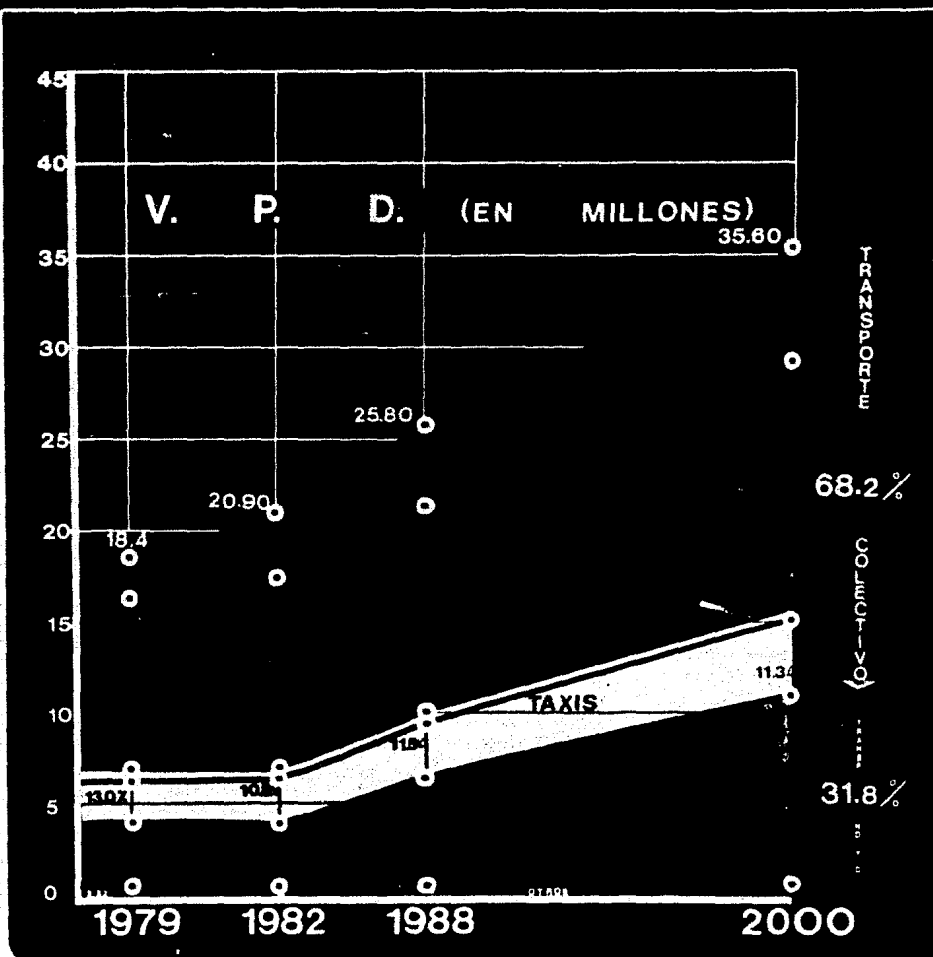
Además de los autobuses y el Metro, la ciudad contaba con 400 trolebuses y tranvías que funcionaban en una red de 320 Km y transportaban 598 mil pasajeros diariamente.

Finalmente, los taxis completaban el panorama de vehiculoc- de transporte colectivo que daban servicio a los habitantes. Existían 37 mil 500 unidades que movían poco más de 2 millones de pasajeros al día. Operaban 100 rutas de "peseros", cuyo origen se debía a la insuficiencia del transporte colectivo. Aparecía una ruta ahí donde no había algún servicio de autobuses o trolebuses, ó donde existiendo el transporte masivo, éste era in suficiente para atender la demanda de pasaje.

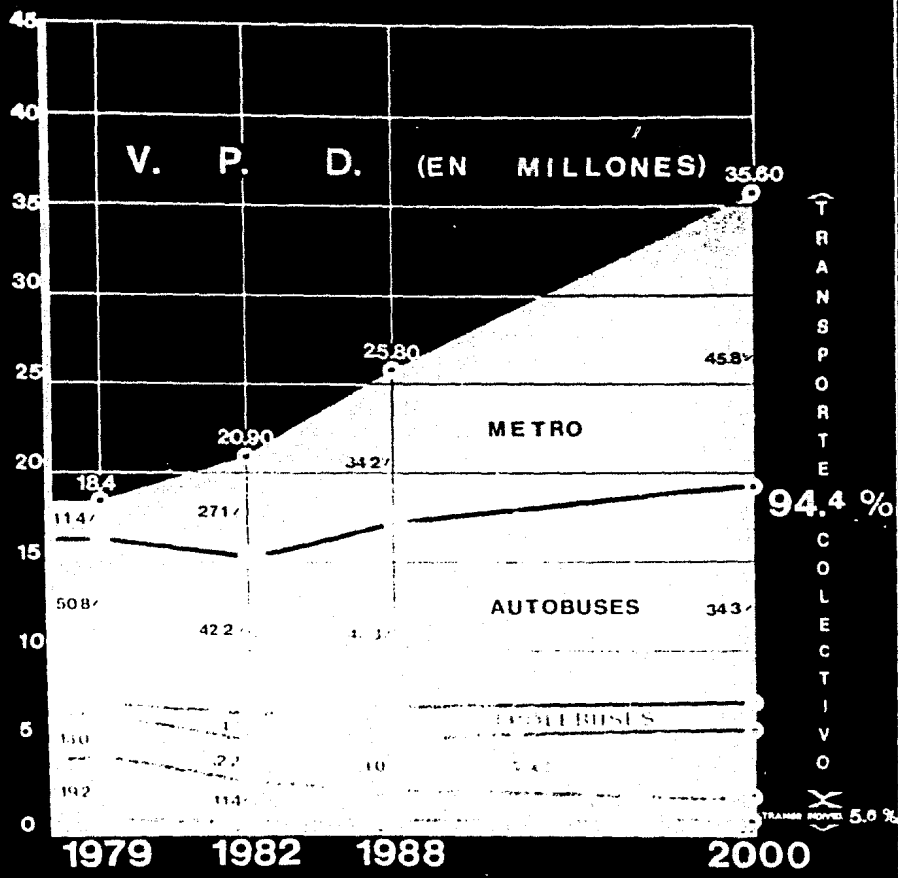
Al panorama mencionado se agregaban los problemas que ocasionaban los automóviles, cuyo crecimiento acelerado, alrededor del 11 % anual, ó sea, más del triple de la tasa anual de crecimiento demográfico, agudizaba las situaciones de congestionamiento, consumían el 35 % (+) de la producción nacional de gasolina solamente en la Z.M.C.M. y ocupaban el 70 % de la vialidad para circular y estacionarse y únicamente transportaban 1.8 personas por viaje, mientras que los autobuses podían transportar 50 ó 60 pasajeros. Además, está comprobado que en la ciudad de México, los principales causantes de contaminación no son las fuentes fi jas, sino las móviles y de éstas la gran mayoría son automóviles particulares.

La vialidad principal estaba constituida por una serie de obras inconclusas: al Anillo Periférico le faltaba terminar el -

# DISTRIBUCION MODAL HISTORICA



# DISTRIBUCION MODAL INDUCIDA



60 %; al Circuito Interior el 74 % y a los ejes viales el 75 %.- Las calles secundarias también se caracterizaban por una falta de continuidad. Todo ello dificultaba la circulación vehicular y propiciaba frecuentes congestionamientos de tránsito.

A la ya de por sí escasa vialidad, había que restarle la superficie que ocupaban los vehículos estacionados en la vía pública. Se habían hecho observaciones que mostraban una ocupación de más del 33 % del área de rodamiento por automóviles estacionados, incluso en arterias tan importantes como Inurgentes, Paseo de la Reforma y Amores, llegando en algunos casos a más del 50 % por el estacionamiento en doble y triple fila.

Las perspectivas que se tenían, en el supuesto de que las condiciones continuaran nos señalaban que el problema se agudizaría para el final de siglo, en tal forma que los automóviles aumentarían su participación en el total de viajes del 19.2 % al 29.5 %, el Metro apenas se elevaría del 11.4 % al 17.7 %; los autobuses reducirían su participación de 59.8 % a sólo 38 % y los trolebuses bajarían del 3.3 % al 1.6 %. Es decir, se llegaría a un estado crítico de la circulación, debido principalmente al aumento del uso del transporte individual.

Para el año 2000, habría 11.5 millones de vehículos a los que solamente les correspondería una vialidad de 20 m<sup>2</sup> por vehículo. Es decir, a todas luces se tenía un panorama desalentador que significaría la paralización de la vida de la ciudad.

La ciudad, concebida como morada del hombre, había resultado la casa del automóvil, debido al uso irracional de los medios de transporte, a la mala distribución de los servicios y del equipamiento, y por que se había alentado el uso excesivo del transporte individual en lugar del transporte colectivo.

Ante dicha perspectiva, el gobierno de la ciudad se impuso la tarea de dotar a la población de vialidad y de transportes su



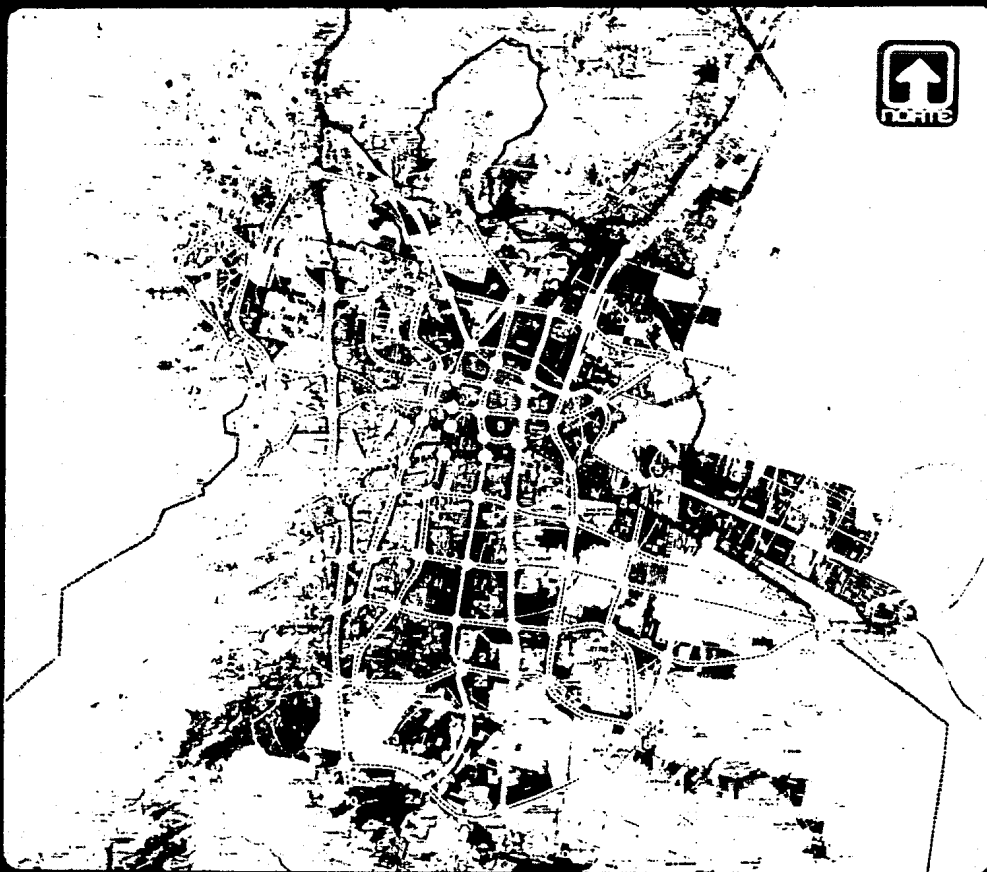
LOS PESEROS AUMENTARIAN -  
SU PARTICIPACION AL 29.5%



Los autobuses reducirían su parti-  
cipación a solo el 38%



# PLAN MAESTRO DEL METRO



**LONG. DE LA RED 385.48 KM.**

**Nº DE TRENES 791**

**MOV. DE PASAJEROS**

**OFERTA 23.61 MILLA.**

## SIMBOLOGIA

LINEA A ESTEREOCOPADA  
 LINEA A BIELINEAL  
 LINEA SUBTERRANEA  
 ESTACION DE TRANSFERENCIA  
 ESTACION DE PASAJEROS  
 TRANSFERENCIA  
 ESTACION DE PASAJEROS  
 ESTACION DE PASAJEROS  
 ESTACION DE PASAJEROS



**PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE**



ficientes y eficientes para que los nuevos habitantes, junto con los actuales, tengan una ciudad digna, ya que no es posible aceptar que se pierda el brillo que en el pasado deslumbró a los visitantes e hizo merecer a nuestra metrópoli calificativos como: "La Gran Tenochtitlan", "La Ciudad de los Palacios", y "La Región más transparente del aire".

#### PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE.-

Para cumplir con dicho compromiso, la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano elaboró el Plan Rector de Vialidad y Transporte, cuyo objetivo principal consiste en la implantación de un sistema integral y coordinado de transportación, orientado por una clara política social que garantice la prestación de un servicio eficiente de transporte. Para tal efecto considera la reducción del uso del automóvil, haciendo deseable y posible el uso del transporte colectivo y desalentando el del primero.

El Plan Rector, mediante los planes de Metro, de transporte de superficie, de vialidad y de estacionamientos, está llevando a cabo las acciones que se requieren para satisfacer gradualmente las necesidades de movilidad urbana.

#### 1.- PLAN DE METRO.-

En 1978 se actualizó el Plan Maestro del Metro, que prevé la dotación a los habitantes de la ciudad al año 2000 de una red con 379 Km de longitud en la que operarían 207 trenes en 21 líneas y tendría una capacidad de transportación de 24 millones de pasajeros por día.

# CRITERIOS BASICOS PARA LA CONCEPCION DEL PLAN MAESTRO DEL METRO

## A SOCIO-DEMOGRAFICO

LAS LINEAS SE LOCALIZARAN EN LAS ZONAS DE MAYOR DENSIDAD DEMOGRAFICA Y SERVIRAN DE MANERA PREFERENTE A LOS ESTRATOS DE INGRESOS BAJOS ESTABLECIENDOSE EN AQUELLOS CORREDORES DE TRANSITO MASIVO DE PASAJEROS EN DONDE LA DEMANDA SEA MAYOR A 10,000 PASAJEROS POR HORA.

## B DE MOVILIDAD

DEBERAN PERMITIR EL MAYOR NUMERO DE INTERCONEXIONES Y OPCIONES DE RECORRIDOS, CONECTANDO LOS PUNTOS DE ORIGEN-DESTINO, Y OFRECIENDO UNA ALTERNATIVA AL USO DEL AUTOMOVIL EN AREAS CONGESTIONADAS.

LA LOCALIZACION DE ESTACIONES TERMINALES, SE HARA DE MANERA QUE FACILITE EL CAMBIO DE MEDIOS, CON LA CUAL SE EVITARA LA PENETRACION: AUTOBUSES SUBURBANOS Y FORANEOS AL CENTRO DE LA CIUDAD.

LA RED DEL METRO DEBERA CONSTITUIR LA "COLUMNA VERTEBRAL" DEL SISTEMA DE TRANSPORTACION COLECTIVA Y EN TORNO A ELLA HABRAN DE REESTRUCTURARSE LOS OTROS MEDIOS.

## C DE ESTRUCTURACION URBANA

LAS LINEAS  
MAESTRAS  
DEBERAN

CONECTAR LAS ZONAS DE MAYOR ACTIVIDAD Y DE  
DEMANDA POR EL "PLAN DE

TENER EN  
Cuenta

EL DISEÑO DE LAS CALLES Y EL ENTORNO URBANO.  
SUPERFICIAL O ELEVADA.

EL PLAN  
DEBERA

CONSIDERAR LA ESTRUCTURA ACTUAL Y FUTURA DE LA  
CIUDAD Y LA UBICACION DE LINEAS QUE OPTIMICE



## Segunda Etapa del Metro

La 2a. Etapa actualmente en construcción, comprende 44.6 km de longitud, de los cuales 10.7 han sido terminados y puestos en operación, correspondientes a la línea 3 en sus dos extremos: de Tlatelolco a Indios Verdes en el extremo norte y de Hospital General a la Estación Zapata en el extremo sur.

El resto de la ampliación y las nuevas líneas se trabajan a ritmo acelerado, comprendiendo la línea 4 elevada en dirección norte-sur de Martín Carrera a Santa Anita; la línea 5 en dirección oriente-norponiente de Pantitlán al Instituto Mexicano del Petróleo; la línea 6 en dirección oriente-poniente, del Instituto Mexicano del Petróleo al Rosario.

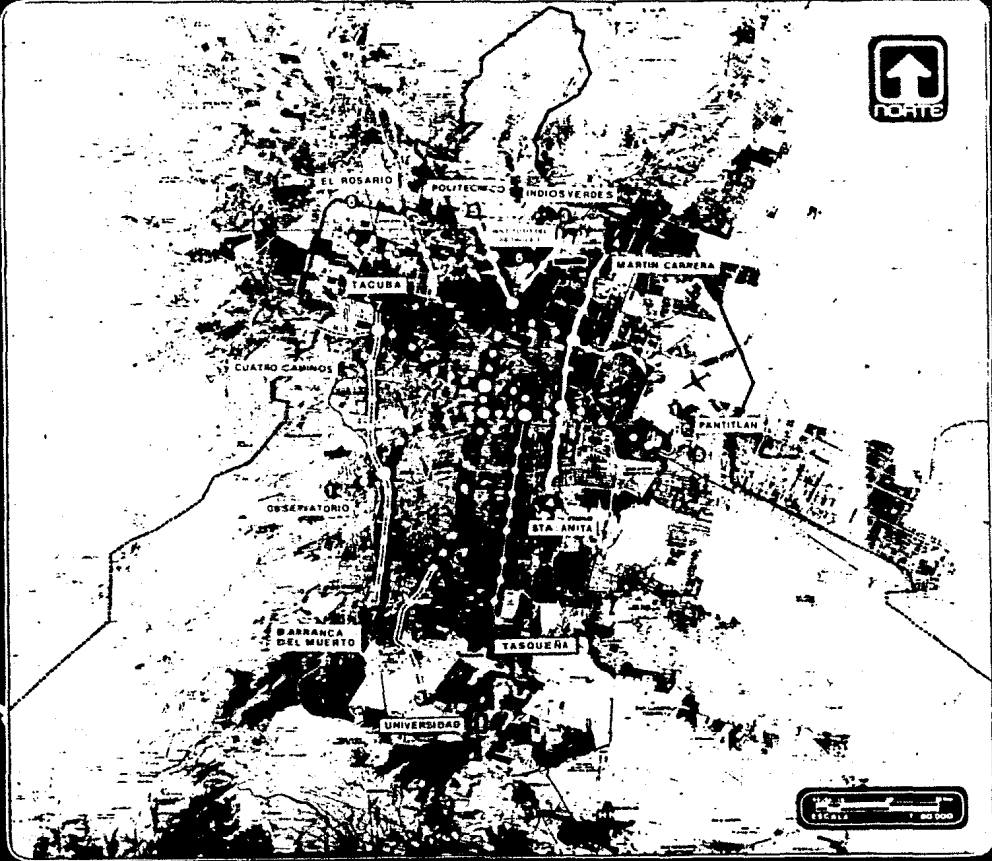
La línea 4 deberá ser puesta en operación en Agosto de 1981, en su primera etapa hasta Candelaria y en Diciembre de este mismo año hasta su terminal en Santa Anita conjuntamente con el tramo oriente de la línea 5, de Pantitlán a Consulado y el resto de esta línea 5 y la línea 6 se pondrán en servicio para Agosto de 1982.

## Tercera Etapa

Ahora bien, no obstante la magnitud de las obras emprendidas, la actual administración tomó la importante decisión de autorizar la construcción de 25.38 km en una 3a. Etapa. Lo anterior significa un extraordinario esfuerzo, tanto para los proyectistas y constructores como para las propias autoridades, con el fin de mejorar lo antes posible las condiciones del transporte.

Las obras corresponden a las ampliaciones de las líneas 1 y 2, de Zaragoza a Pantitlán y de Tacuba a Cuatro Caminos; la extensión al sur de la línea 1, de Zapata a Ciudad Universitaria y de la línea 5, del Instituto Mexicano del Petróleo a la estación

# METRO TERCERA ETAPA



### CARACTERÍSTICAS

LÍNEAS	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA	SUMA
1	16.99		1.90	18.89
2	18.82		3.36	22.18
3	5.71	10.75	6.51	22.97
4		10.74		10.74
5		14.81	.98	15.79
6		8.32		8.32
7			12.63	12.63
<b>SUMA</b>	<b>41.52</b>	<b>44.62</b>	<b>25.38</b>	<b>111.52</b>

### SIMBOLOGIA

- LINEA NUEVA (SIN ESTACIONES)
- LINEA NUEVA (CON ESTACIONES)
- ESTACIONES
- PRIMERA ETAPA
- SEGUNDA ETAPA
- TERCERA ETAPA



## PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



Politécnico, así como la construcción de la línea 7, desde Tacuba hasta Barranca del Puerto.

De esta tercera etapa, la línea 3 sur deberá ser puesta en operación en mayo de 1982; la línea 7 que es totalmente en túnel a profundidad promedio de 25 m, deberá ser puesta en operación a fines de junio de dicho año conjuntamente con la ampliación de la línea 2, dos meses después la línea 1, ó sea antes de que termine la presente administración.

Es particularmente importante señalar que la línea 7, que como antes se mencionó será construida en túnel profundo, deberá abrirse al público en un plazo de sólo 18 meses, contados a partir de la fecha en que las autoridades tomaron la decisión de construirla.

Actualmente se ha visto la conveniencia de aumentar los alcances del Plan Maestro del Metro, y construir sistemáticamente 15 km por año para conformar una red de 444 km que estará acorde con las expectativas de desarrollo de la ciudad, especialmente de la zona poniente.

## 2.- PLAN DE VIALIDAD

Ahora bien, es conocido el hecho de que el Metro no puede resolver la totalidad de los viajes, por lo que requiere de una integración con los otros medios. Asimismo, para que el transporte de superficie sea eficaz deberá contar con una adecuada y suficiente infraestructura vial.

Dicha red vial deberá facilitar básicamente la circulación de los medios colectivos y sus características deberán ser la continuidad y la regularidad de su trazo.



Como se ha detectado en el diagnóstico, la estructura vial de la ciudad no está terminada, por esta razón el Plan establece la conclusión del Anillo Periférico y del Circuito Interior, así como la construcción de 34 vías preferenciales, 17 de oriente a poniente y 17 de norte a sur, con una longitud total de 533 km.

A la fecha se han realizado 233 km de ejes viales y obras puntuales como el puente del eje 5 Norte sobre Panteco, que darán la continuidad deseada en estas vías preferenciales. De forma paralela a las obras de Metro la vialidad coincidente se ha remodelado de acuerdo a las necesidades del Plan. Dentro de este tipo de obras se puede mencionar la vía rápida de Insurgentes - Norte, el eje 1 poniente, así como el arco nororiental del Circuito Interior, actualmente en construcción.

De manera complementaria, la optimización del sistema vial se logrará una vez que funcionen los 927 cruces semaforizados, que serán manejados por una computadora central y 927 computadoras de cruces. El sistema de control así instalado, permitirá la retroalimentación y el ajuste automático de los programas de acuerdo con las condiciones de tránsito.

### 3.- PLAN DE TRANSPORTE DE SUPERFICIE

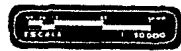
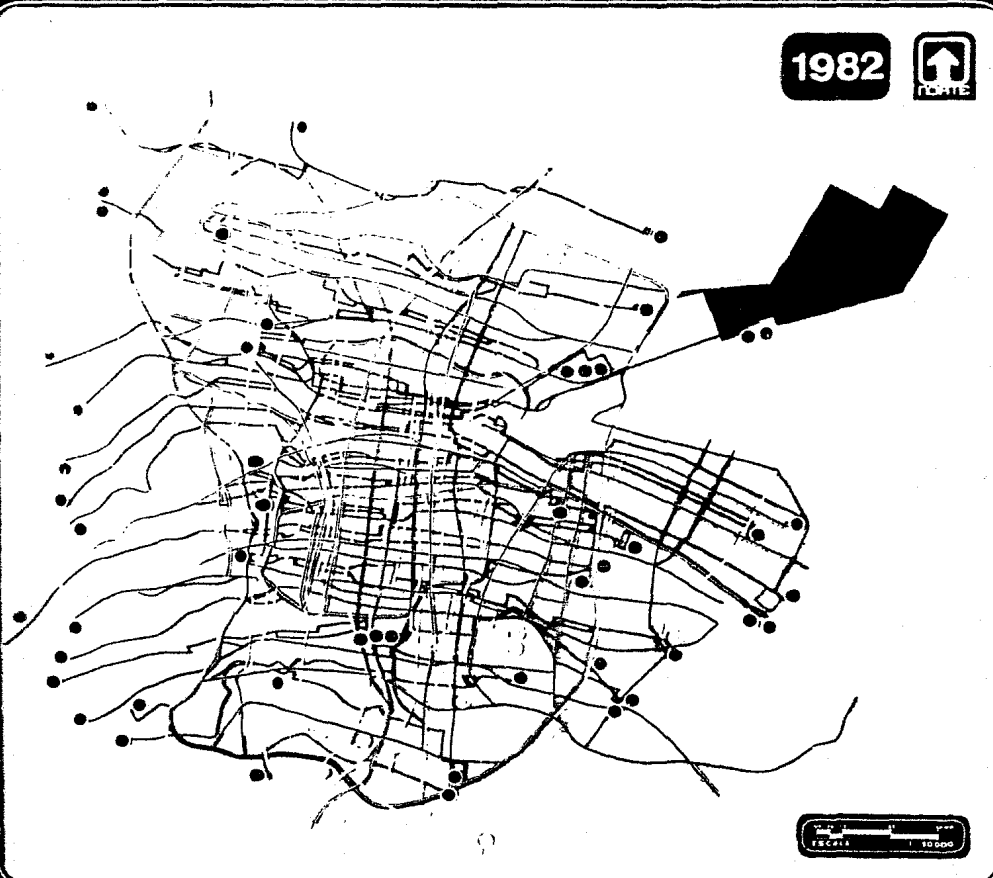
Las acciones básicas del Plan de Transporte de Superficie consisten en la implantación de una estructura de transportación colectiva de gran regularidad, capacidad y comodidad, que funcione en una red ortogonal de calles principales.

Las 534 rutas de autobuses que anteriormente circulaban en la ciudad están en proceso de integración en sólo 76 rutas directas, con recorridos a lo largo de la ciudad, de norte a sur y de oriente a poniente, que permitirán comunicar prácticamente cualquier punto de la ciudad con un mínimo de transbordos. A la fecha están en servicio 60 de ellas, así como 12 rutas de trolebuses y tranvías.



# SISTEMA DE AUTOBUSES (RACIONALIZACION DE 534 RUTAS A 76)

1982



**CONCEPTO:**

**1980 1981 1982**

**NUMERO DE UNIDADES 6200 7740 8000**

**SIMBOLOGIA**

- RUTA NTE - SUR
- RUTA OTE - PTE
- AUTOBUSES EN EJES VIALES
- EJES VIALES



**PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE**



Conviene señalar que la preocupación por atender debidamente las demandas de transporte de la población, ha motivado al Departamento del Distrito Federal para emprender una activa participación en el sistema de autobuses a través de la ruta 100, que es municipal, ampliando su capacidad de transportación diaria de 200 mil pasajeros con 190 autobuses que tenía en 1980, a cerca de 1 millón con 900 unidades en 1981. Si se toman en cuenta los viajes que se realizan en el Metro, autobuses y trolebuses, la participación estatal en el transporte masivo pasó del 24.2 % en 1979 al 33 % en 1981 y se estima llegar al 45 % en 1982.

La Alianza de Camioneros de México que son los concesionarios del servicio del transporte urbano, se ha comprometido a reestructurar los recorridos, adaptar equipos anticontaminantes, adquirir nuevas unidades, capacitar a su personal y construir las instalaciones, terminales, talleres y circuitos necesarios para mejorar sustancialmente el servicio, así como proteger a los usuarios del transporte urbano mediante el seguro de viajero y daños a terceros.

Al finalizar la presente administración el sistema ofrecerá un servicio con 9300 autobuses y transportará más de 10 millones de pasajeros diariamente. Los trolebuses y tranvías llegarán a 725 unidades y moverán 800 mil viajes por día.

El Plan de Transporte incluye también para 1982 la operación de vehículos colectivos de capacidad intermedia (microbuses) en zonas de baja densidad de pasaje; rutas escolares que cubrirán las necesidades de transporte de los centros educativos de nivel medio superior y rutas expreso, con un mínimo de paradas, que comunicarán las principales zonas generadoras de viajes con autobuses que utilizarán inclusive las vías preferenciales.

Para aliviar la situación vial, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes conjuntamente con el Departamento del Distrito Federal han puesto en operación, cuatro terminales periféricas de autobuses foráneos, con el fin de que éstos no penetren en las zonas más congestionadas. De la misma manera los autobuses

# PRINCIPALES EFECTOS DE NO CONTINUAR CON EL PLAN RECTOR DE VIALIDAD

	<p>EL COMPORTAMIENTO DE LA CIUDAD COMO ORGANISMO DINAMICO Y EN CONTINUO EVOLUCION REQUIERE PARA SU EXISTENCIA DEL DESARROLLO DE SU RED VIAL. LA NECESIDAD DE MOVIMIENTO DE LA POBLACION Y EL TRASLADO DE LOS BIENES DE CONSUMO A NIVELES OPTIMOS, LOS GARANTIZA LA CONSTRUCCION DEL PLAN RECTOR DE VIALIDAD.</p>	
	<p>ENTRE LOS MAS IMPORTANTES EFECTOS DE NO CONTINUAR LA CONSTRUCCION DE LA RED VIAL ESTAN LOS SIGUIENTES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● LONGESTIONAMIENTO ACTUAL DE LAS VIAS CON AUMENTO EN LA CONTAMINACION AMBIENTAL Y EN EL CONSUMO DE ENERGETICOS.</li> <li>● ETAPAS DE SATURACION DE LA RED VIAL HASTA LLEGAR A LA PARALIZACION. (EL INCREMENTO VEHICULAR ANUAL ES DEL 11.0 %).</li> <li>● REDUCCION DE LAS VELOCIDADES PROMEDIO DE RECORRIDO.</li> <li>● AUMENTO EN LOS TIEMPOS DE RECORRIDO Y EN LAS DEMORAS.</li> <li>● AUMENTO DEL NUMERO DE CRUCEROS SATURADOS.</li> </ul>	
	<p>● DESEQUILIBRIO EN LA DISTRIBUCION DE LOS VIAJES-PERSONA-DIA, QUE UTILIZAN LA RED VIAL.</p> <p>CONSECUENCIAS COMO CONSECUENCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● AUMENTO DEL ACCESO DE LA POBLACION A LOS SERVICIOS DE TRANSPORTES.</li> <li>● AUMENTO EN EL TIPO DE TRANSPORTE UTILIZADO.</li> <li>● AUMENTO EN LA VELOCIDAD DE LA PEREGRINACION.</li> <li>● AUMENTO EN EL COSTO DE OPERACIONES.</li> </ul>	



DGP  
DGOPT

PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



suburbanos, están siendo limitados en sus recorridos, a efecto de concentrarlos en centros de intercambio modal constituidos generalmente por las terminales de Metro que cuentan además de la propia estación de este sistema, con paraderos para suburbanos y urbanos, taxis colectivos y estacionamientos para automóviles particulares.

Con el mismo objetivo se han adoptado medidas administrativas y operativas como la recuperación de la superficie vial en la que existía estacionamiento para destinarla a la circulación de los transportes colectivos: la restricción y fijación de horarios para la circulación y maniobras de carga y descarga en la zona más conflictiva de la ciudad, así como la definición de corredores para el acceso y salida de los vehículos que transportan carga al mercado de "La merced".

El sistema de peseros empezó en 1930 de la Diana al Zócalo, y hay más peseros que taxis.

Existen 3 sistemas administrativos:

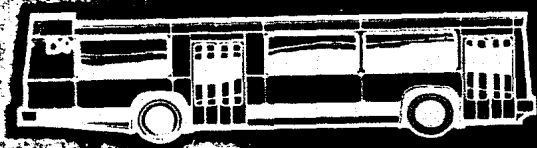
- 1.- Empresa Privada.- Antes, todos los trenes, autobuses y tranvías eran privados, pero como los costos deben ser bajos para que los utilicen los del pueblo, ya no los pueden operar las empresas privadas. Por eso lo maneja el Estado, y en todas las ciudades están subsidiados.
- 2.- Propiedad pública.- Administración del gobierno.
- 3.- Propiedad múltiple.- Uniones y cooperativas.

La estrategia adoptada para racionalizar y satisfacer adecuadamente la movilidad en la ciudad de México, permite la congruencia con las políticas de desarrollo urbano y de incremento demográfico, tanto del Distrito Federal como de los municipios conurbados del Estado de México, de tal suerte que si bien habrá que elevar la oferta de servicio de acuerdo con el aumento de la demanda de viajes, la tasa de incremento anual será decreciente,

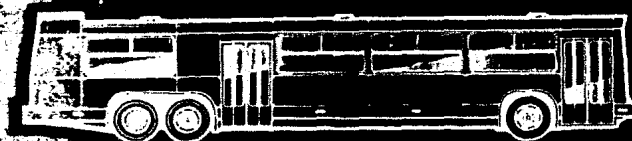
## VEHICULOS DEL SISTEMA INTEGRAL



**AUTOBUS**  
6200 UNIDADES  
80 PASAJEROS



**EXPRESO**  
200 UNIDADES  
40 PASAJEROS



**MACROBUS**  
1600 UNIDADES  
120 PASAJEROS



**TROLEBUS**  
1000 UNIDADES  
80 PASAJEROS

EL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE DE SUPERFICIE PROPORCIONARA LOS SERVICIOS REQUERIDOS CON EFICACIA PUNTUALIDAD Y COMODIDAD QUE PERMITIRAN DISUADIR EL USO DEL AUTOMOVIL PARTICULAR EN 1982.



**PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE**



en razón de la forma de operación de los sistemas de transporte - que evitarán los transbordos y viajes no necesarios y la congruencia de las zonas residenciales con el equipamiento y los servicios urbanos.

Sin embargo, el índice de movilidad será creciente si se toma en cuenta el crecimiento demográfico aceptado y el hecho de que la ciudad de México conservará la diversificación de actividades: comerciales, administrativas y de servicios, acordes con sus funciones de la ciudad capital. Por lo que el índice de movilidad de 1.45 viajes por persona que se tenía en 1970 ha pasado a 1.83 en 1981 y llegará a 2.28 para el año 2000.

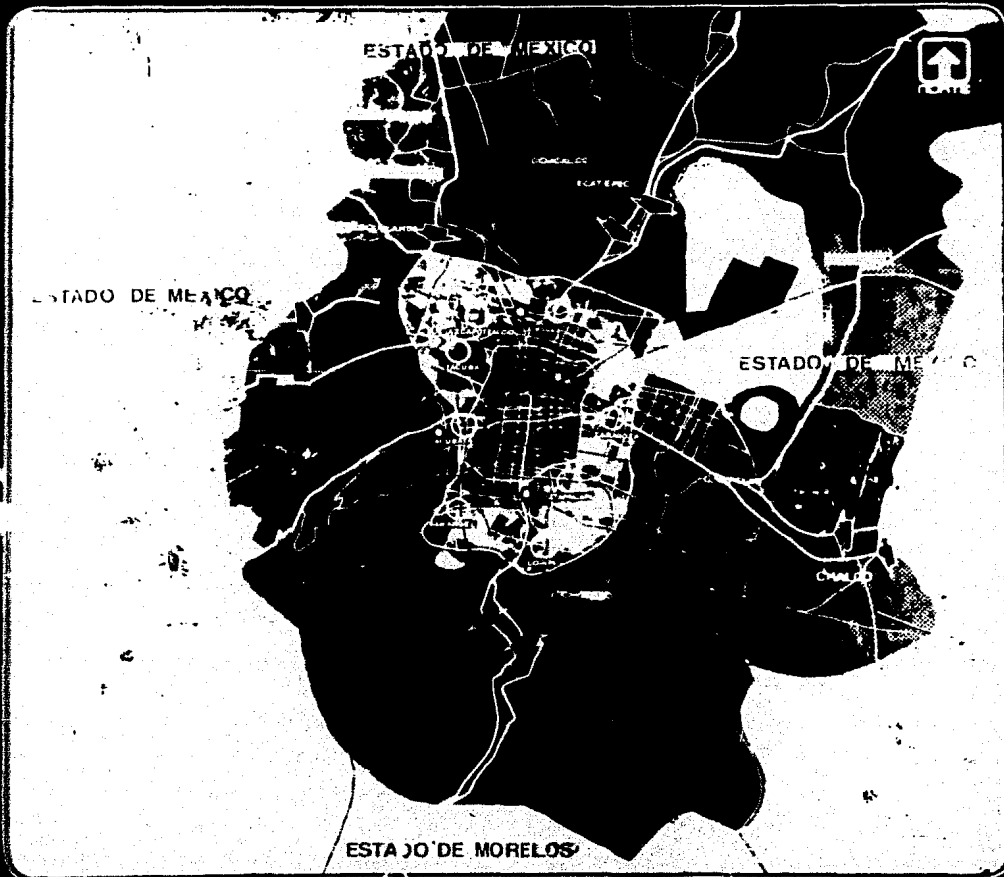
Por lo que se refiere a los logros del Plan Rector, a un año de haberse iniciado, el Metro ha incrementado su participación en el total de viajes, de 11.4 % al 14.3 %, los autobuses aumentaron su capacidad de transportación en 600 mil pasajeros diarios más y los trolebuses elevaron su participación de 3.3 % a 3.6 %.

Con ello, los transportes colectivos atienden ahora al 81 % de los viajes que se generan en la ciudad, en lugar del 79 % anterior.

Si se continúan las obras viales, el Metro y el apoyo a los autobuses y trolebuses, tal como se establece en el Plan Rector, se estima que en 1982 los transportes colectivos alcanzarán a satisfacer el 84 % de la demanda total de viajes gracias a las mejoras a los sistemas, tanto de capacidad como de continuidad y regularidad del servicio ofrecido a los usuarios.




La ejecución del Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal contribuye a restaurar las condiciones favorables para el crecimiento armónico de la ciudad. Las acciones son planeadas y acordes con los objetivos que el Gobierno ha establecido para dotar a los habitantes del equipamiento y los servicios necesarios.

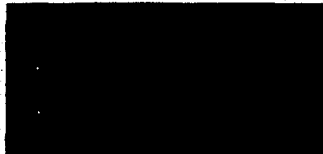
# IMAGEN OBJETIVO AÑO 2000



## S I M B O L O G I A

### VIALIDAD

-  PENETRACIONES CARRETERAS
-  VIAS DE ACCESO CONTROLADO
-  EJES VIALES



PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



Conforme avance el Plan se atenderá el rezago de transporte que se ha venido acumulando y se resolverán gradualmente los con gestionamientos de tránsito, la saturación de los vehículos co - lectivos y las molestias que actualmente padecen los usuarios en sus traslados de un lugar a otro de la ciudad, aplicando la polí - tica de estimular el transporte colectivo y desalentar el trans - porte individual.

La consolidación de un sistema de transporte eficiente y su - ficiente, permitirá disfrutar de los viajes, reducir los tiempos de trayecto, aumentar las horas destinadas a la productividad, - cultura, arte y esparcimiento, así como a la contemplación de la naturaleza y la obra del hombre.

#### ESTACIONAMIENTOS.-

En la mayoría de las ciudades no se ha previsto el lugar de estacionamiento.

El Plan Rector incluye programas de estacionamientos, sin - los cuales se cancelaría gran parte del esfuerzo realizado en o - bras viales. Una de las funciones asignadas a los estacionamien - tos será la de articular el transporte individual con los servi - cios colectivos, a través de la construcción de estacionamientos de transbordo, capaces de disuadir a los automovilistas para que no viajen en sus vehículos hasta las zonas congestionadas. Di - chas instalaciones se ubicarán en la periferia, en los puntos - cercanos a las líneas del transporte de superficie y a las esta - ciones del Metro.

Se considera que las calles en las que no circularán los ve - hículos colectivos pueden destinarse al estacionamiento y a las ma - niobras de carga. Es decir, se puede impulsar y organizar el es - pacio de la vía pública aprovechándolo también como estaciona - miento.

Para 1982 la ciudad requiere habilitar 60 mil cajones de es - tacionamiento como mínimo, para apoyar el adecuado funcionamien - to.



# ESTACIONAMIENTO SOBRE LA VIA PUBLICA

DR. VERTIZ



**33%**

AMORES



**50%**

ISABEL LA CATOLICA



**33%**

**+ 33%** DE LA VIALIDAD  
ESTA OCUPADA POR  
VEHICULOS ESTACIONADOS



PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



to del transporte colectivo. Al respecto, el Departamento del Distrito Federal, a través de mecanismos de coinversión con la iniciativa privada ha promovido y construido a la fecha 14,884 cajones y continúan las negociaciones para construir los restantes, en los próximos dos años.

Existen 2 tipos de estacionamientos:

- En la calle
- Fuera de la calle

Se llama en la calle a todos aquéllos vehículos que hay sobre la superficie de rodamiento.

La capacidad de estacionamientos (oferta) disminuye al aumentar el tamaño de la población.

Se tiene que ver la cantidad de autos que se pueden estacionar en los dos tipos de estacionamientos.

También se estudia su ocupación, ó sea, el número de vehículos que ocupan un lugar y cuánto tiempo ocupa ese lugar.

Este estudio se hace por lo regular en periodos de cada 15 minutos, y con ésto nos da un promedio de ocupación.

	8:00	8:15	8:30
	8:15	8:30	8:45
placas	385		0
	110	0	297
	0	100	

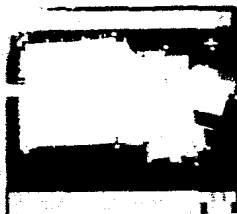
Con estos datos se obtiene un promedio de ocupación

Número de lugares x promedio de ocupación = Número de vehículos que pueden estacionarse.

# ESTACIONAMIENTO EN ZONAS ESTRATEGICAS

## O B J E T I V O S

### 1



RESCATAR EL ESPACIO PUBLICO  
PARA MEJORAR LA CIRCULACION  
DE PEATONES Y VEHICULOS



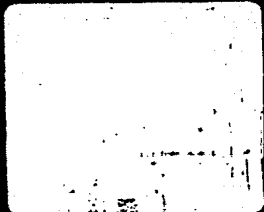
### 2

APOYAR EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES  
ECONOMICAS, CULTURALES, TURISTICAS Y  
RECREATIVAS PARA:

PLAN URBANO  
ZONA ROSA



### 3



## PLAN DE ESTACIONAMIENTOS



Se hace el estudio del lugar de una zona y se determinan los lugares que hay en ese lugar.

GRUPO DE CIUDADES	NUMERO DE ESTACIONES DISFONIALES c/1000 HAB.
Menores de 25,000	90
DE 500,000 a 6 mls	12

DURACION DEL ESTACIONAMIENTO POR MOTIVO DEL VIAJE		
Compras	prom.	1.1 hr.
Negocios	"	1.1 "
Trabajo	"	4.2 "
Otros	"	1.4 "

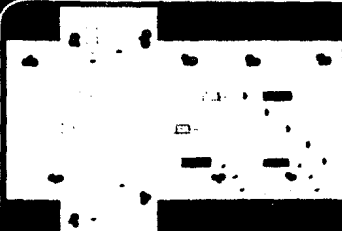
En la calle hay dos formas de estacionarse:

- En cordón
- En batería

#### DIMENSIONES FÍSICAS DE LOS CAJONES

TIPO DE AUTOMOVIL	DIMENSIONES EN PIES	
	EN BATERIA	EN CORDON
Grandes y Medianos	5.0 x 2.4	6.0 x 2.4

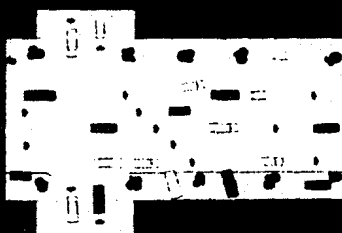
## ESTACIONAMIENTOS DE APOYO AL TRANSPORTE PUBLICO DE SUPERFICIE



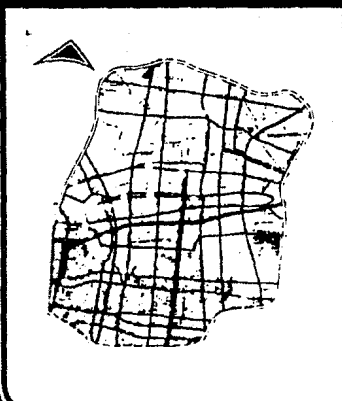
NO ES DESEABLE QUE TODAS LAS CONSTRUCCIONES COLINDANTES CON LA VIALIDAD PRIMARIA SOBRE LAS QUE OPERA EL TRANSPORTE PUBLICO DE SUPERFICIE, TENGAN ESTACIONAMIENTO Y ACCESO DE VEHICULOS PROPIOS. PARTICULARMENTE, CUANDO SE TRATA DE USOS QUE GENERAN VOLUMENES ALTOS DE TRANSITO.



DEL 25% AL 60% DE LA CAPACIDAD DE VIALIDADES DE PRIMER ORDEN, SOBRE LAS QUE PODRIAN INSTALARSE CARRILES PARA LA CIRCULACION EXCLUSIVA DE TRANSPORTE PUBLICO DE SUPERFICIE, ES UTILIZADO PARA ESTACIONAR VEHICULOS.



EL ESFUERZO HECHO POR LA CIUDAD PARA CONTAR CON UN ADECUADO SISTEMA VIAL PRIMARIO, SE VE FRECUENTEMENTE CANCELADO POR VEHICULOS ESTACIONADOS EN DICHO SISTEMA, ANTE LA CARENCIA DE ALTERNATIVAS.



### PARA

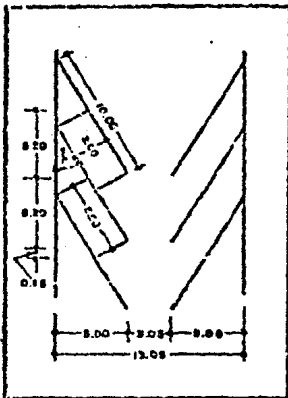
- a) EVITAR EL ESTACIONAMIENTO SOBRE LA VIALIDAD PRIMARIA EXISTENTE
  - b) LIBERAR ESPACIO DE CIRCULACION E INSTALAR CARRILES EXCLUSIVOS PARA EL TRANSPORTE PUBLICO EN VIALIDADES IMPORTANTES
  - c) EVITAR EL EXCESO DE ENTRADAS Y SALIDAS DE VEHICULOS SOBRE LAS VIALIDADES PRIMARIAS
- SE REQUIERE

- a) LA CONSTRUCCION DE ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS QUE OFREZCAN UNA ALTERNATIVA FUERA DE LA VIA PUBLICA Y PERMITAN EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LA VIALIDAD PRIMARIA Y DE LOS USOS QUE COLINDAN CON ELLA
- b) EL CONTROL Y COBRO DEL ESTACIONAMIENTO EN LA VIALIDAD TERCIARIA TRANSVERSAL QUE INCREMENTE LA OFERTA DE ESTACIONAMIENTO MOMENTANEO.

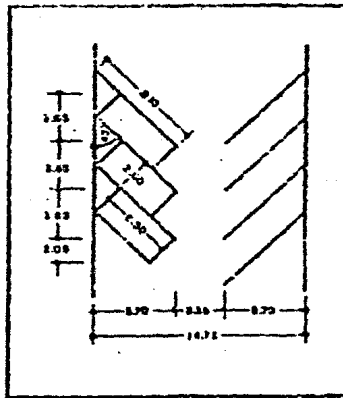
DIMENSIONES MINIMAS PARA LOS PASILLOS

ANGULO DE CAJON	ANCHURA DEL PASILLO EN METROS	
	GRANDES Y MEDIANOS	CHICOS
30°	3.0	2.7
45°	3.3	3.0
60°	5.0	4.0
90°	6.0	5.0

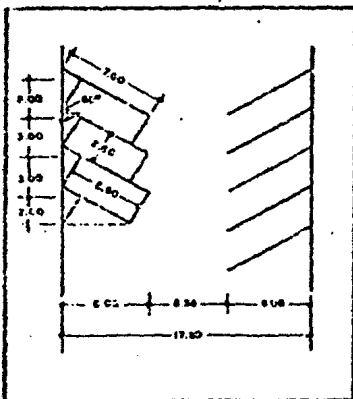
Dimensiones Minimas para Estacionamientos (m)



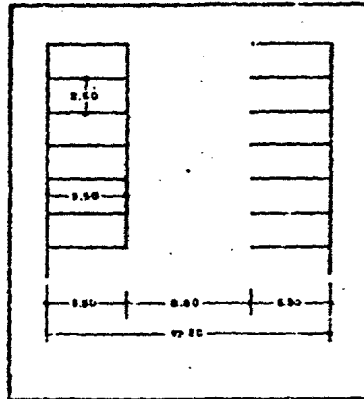
A 30°



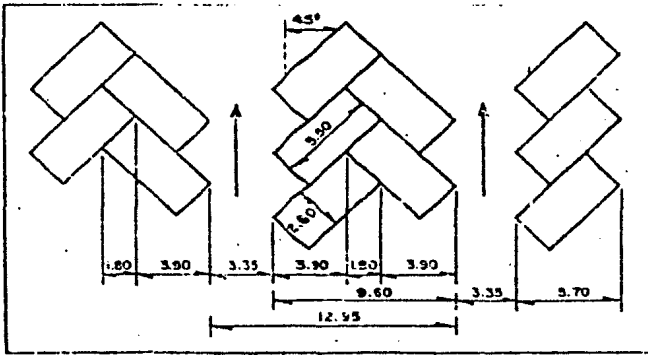
A 45°



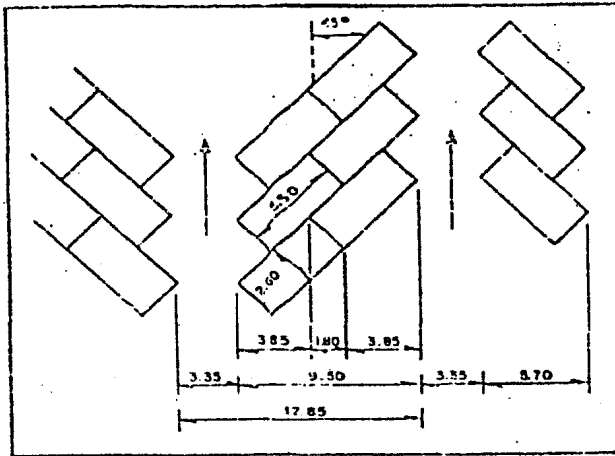
A 60°



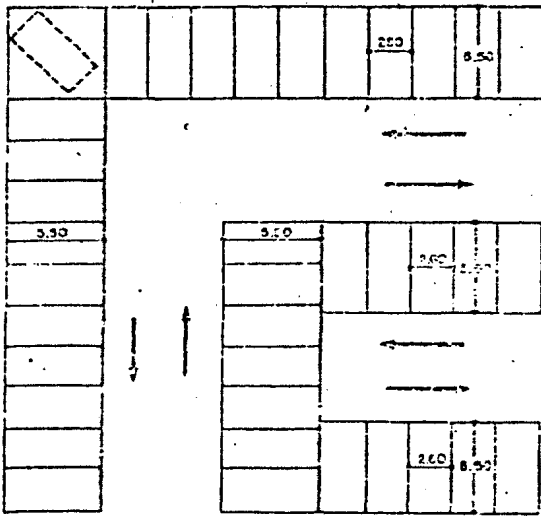
A 90°



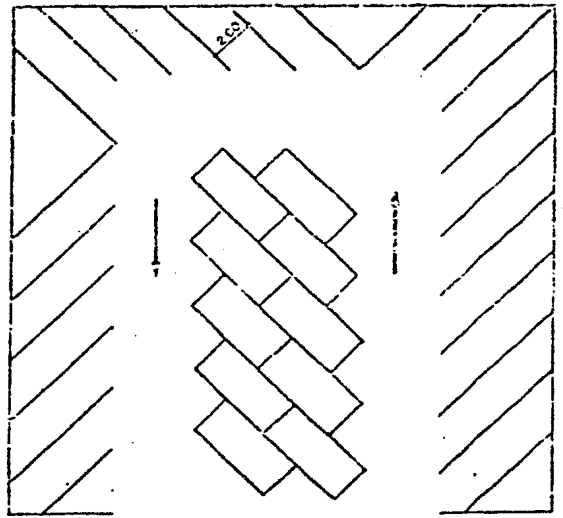
(A)



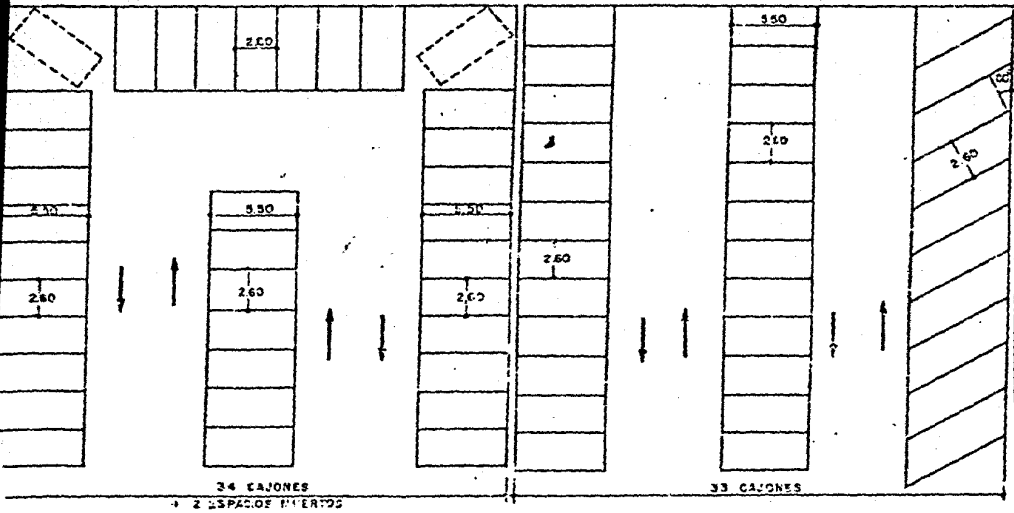
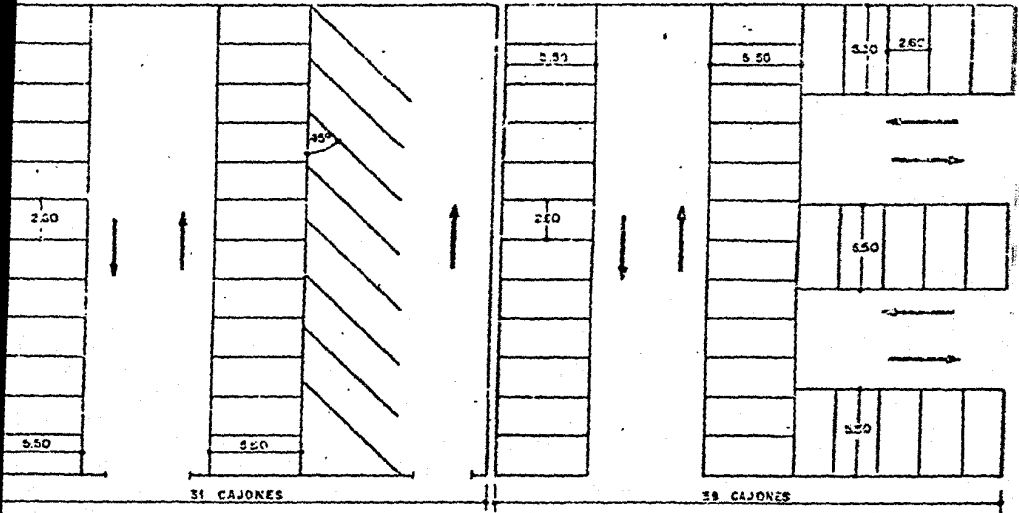
(B)



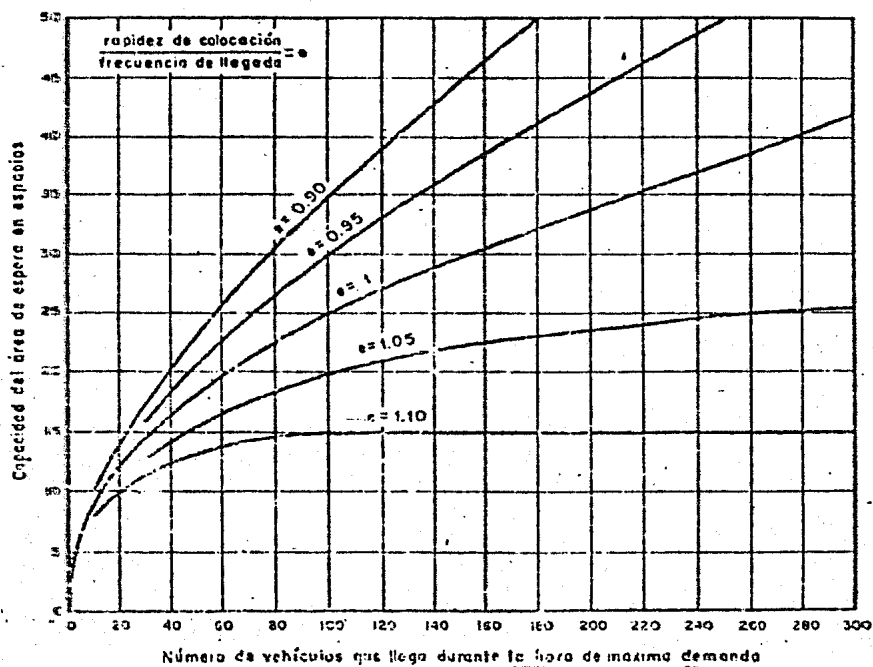
37 CAJONES  
+ 1 ESPACIO MUERTO



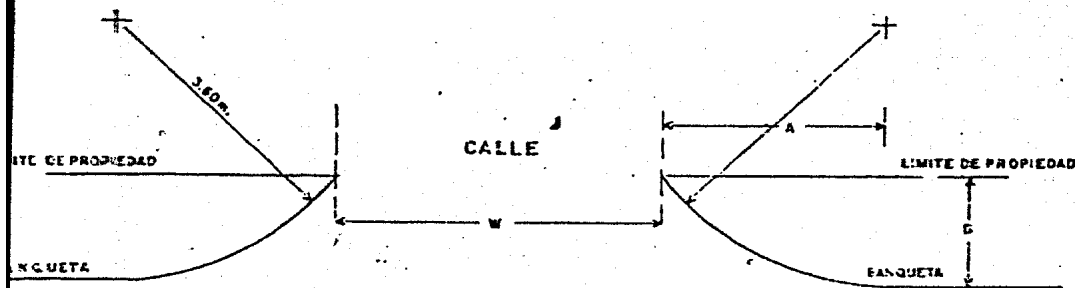
29 CAJONES







Espacios requeridos en el área de espera para varias relaciones de llegada,



A	B	SALIDA V	ENTRADA W
m.	m.	m.	m.
2.93	1.35	3.50	4.50
3.20	1.65	3.25	4.25
3.35	2.00	3.05	4.10
3.50	2.30	2.90	3.95
3.65	2.60	2.80	3.80
3.74	2.90	2.75	3.75
3.75	3.20	2.65	3.70
3.79	3.50	2.60	3.67
3.80	3.80	2.50	3.65

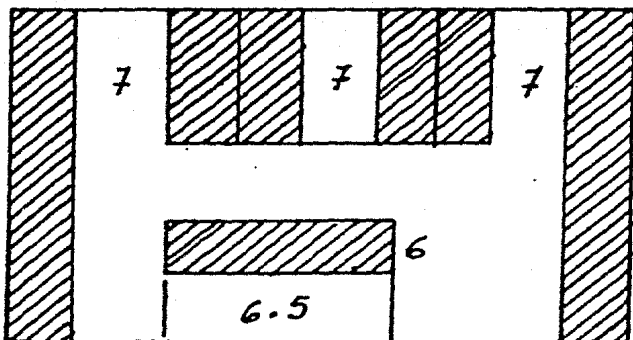
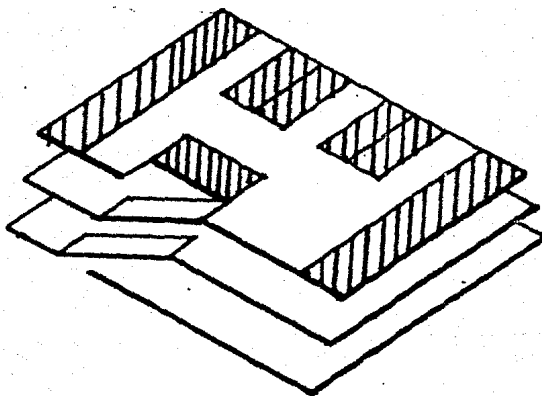
NOTA: La tabla de los requisitos para permitir que un automóvil que viaje a 0.30 m de la guarnición haga el giro hacia el interior del estacionamiento y pese a 0.60 m de distancia de los vehículos estacionados. Las dimensiones de la salida permiten movimientos de reversa.

Entradas y salidas para estacionamientos.

## RECOMENDACIONES GENERALES:

## 1.- Tipo de Rampas.-

- Rectas entre plantas
- Rectas entre medias plantas a alturas alternas
- Helicoidales
- Doble helicoidal
- Estacionamiento en la propia rampa
- Medios Mecánicos



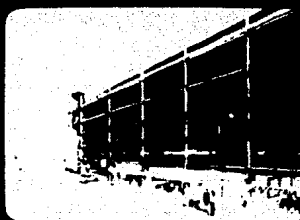
RAMPAS RECTAS.

## ESTACIONAMIENTOS DE TRANSFERENCIA

PARA DESCONGESTIONAR LAS ZONAS DE MAYOR INCIDENCIA DE TRAFICO ES NECESARIO DESALENTAR EL INGRESO DE AUTOMOVILES PROVENIENTES DE LA PERIFERIA DE LA CIUDAD.

ES NECESARIO INDUCIR Y FACILITAR AL USUARIO DEL AUTOMOVIL A HACER USO DEL TRANSPORTE PUBLICO.

EL ESTACIONAMIENTO DE TRANSFERENCIA ES UN MEDIO INDISPENSABLE PARA ARTICULAR EL TRANSPORTE INDIVIDUAL CON TRANSPORTE PUBLICO A EFECTO DE PROPICIAR EL USO DE ESTE ULTIMO



PLAN DE ESTACIONAMIENTOS



## 2.- Pendiente máxima de las rampas.- ,

- Autoservicio ..... 13 %
- Por empleados ..... 15 %
- Estacionamiento en la propia rampa .. 6 %

## 3.- Anchura mínima de las fajas separadoras centrales

- Rampas rectas ..... 30 cm.
- Rampas curvas ..... 45 cm.

## 4.- Altura máxima de guarniciones ..... 15 cm.

## 5.- Anchura mínima de los bordillos laterales .. 30 cm.

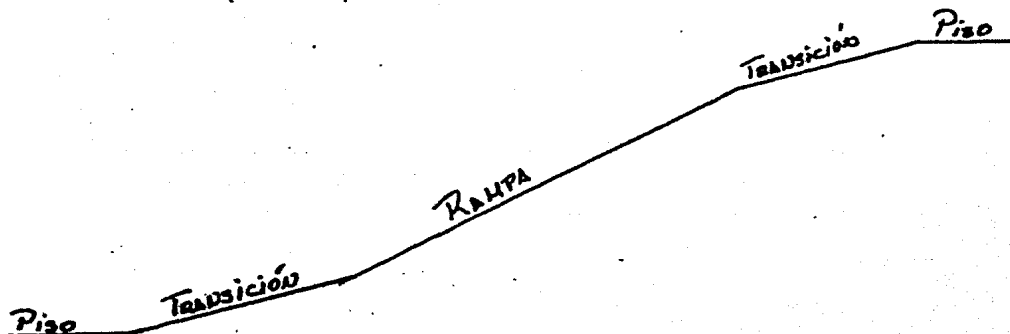
## 6.- Altura libre de los pisos.-

- Primer piso ..... 2.65 m.
- Para los demás ... 2.1 m. mínimo

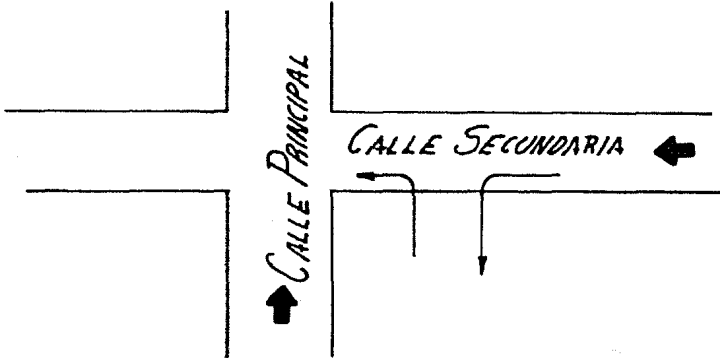
7.- La superficie mínima recomendable para un edificio de estacionamiento es de  $930 \text{ m}^2$  (31 x 31 m).

## 8.- La anchura mínima libre de las rampas en rectas, será de 2.5 m por carril.

## 9.- En rampas rectas con pendientes mayores del 12%, deberán construirse tramos de transición en la entrada y la salida.



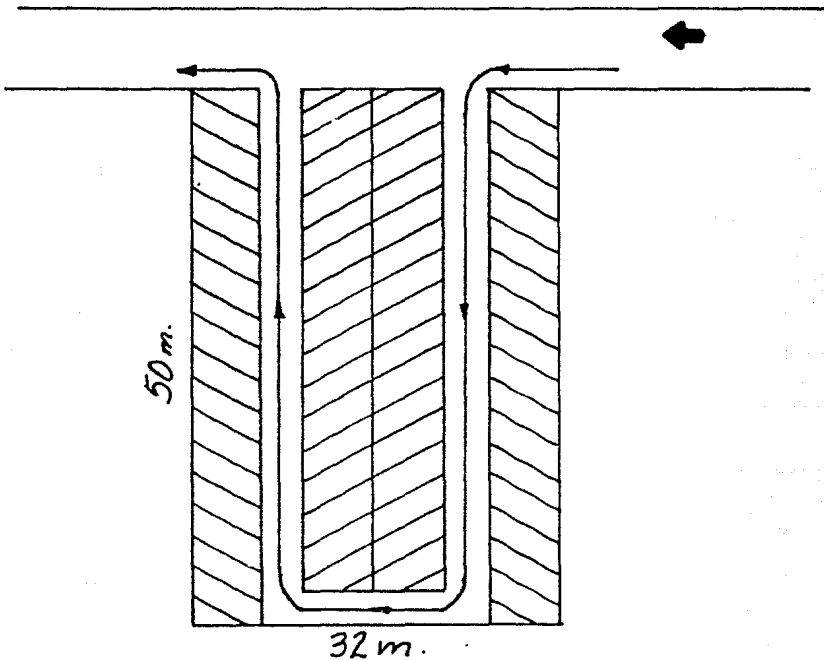
10.- El proyectista deberá determinar la localización de las entradas y salidas de estacionamiento de acuerdo con las normas en vigencia antes de empezar este proyecto.



11.- Alumbrado en estacionamientos.

12.- Se deben proyectar perimetralmente los cajones primero.

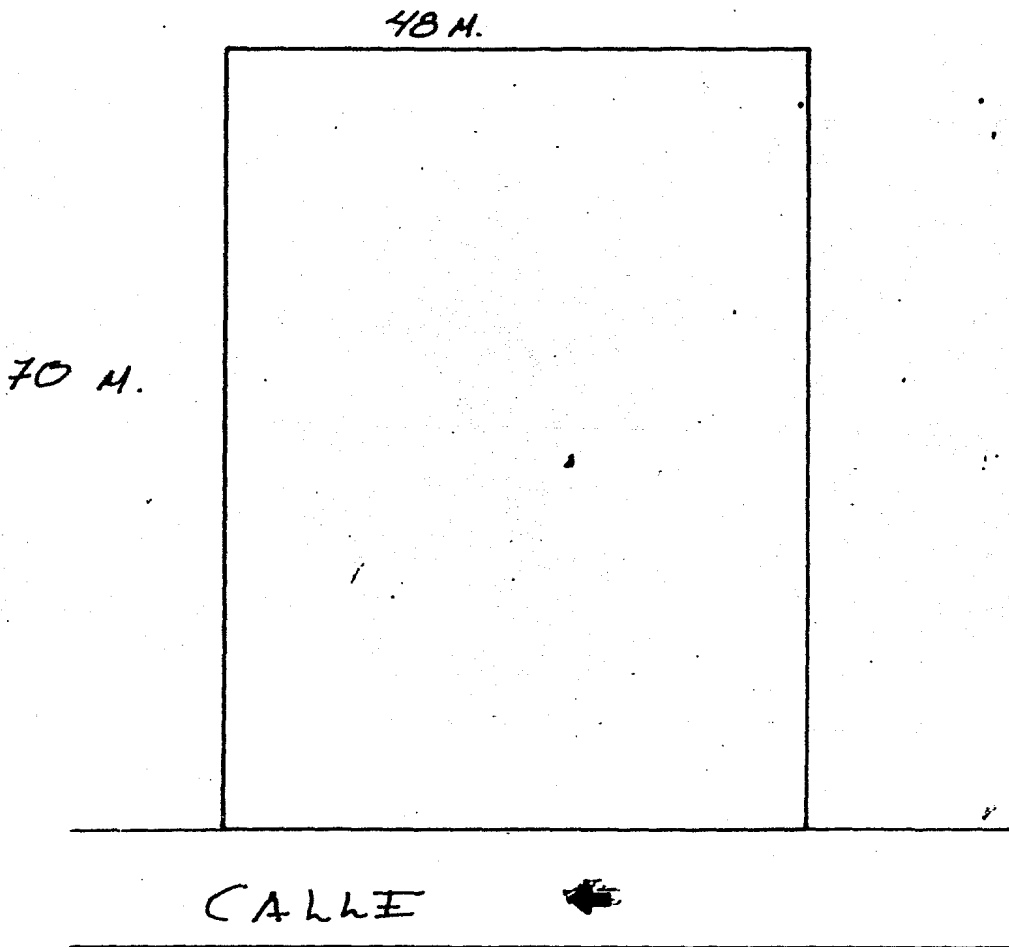
13.- Se aconseja considerar diferentes alternativas de anteproyectos y de éstos, tomar la que de mayores ventajas.

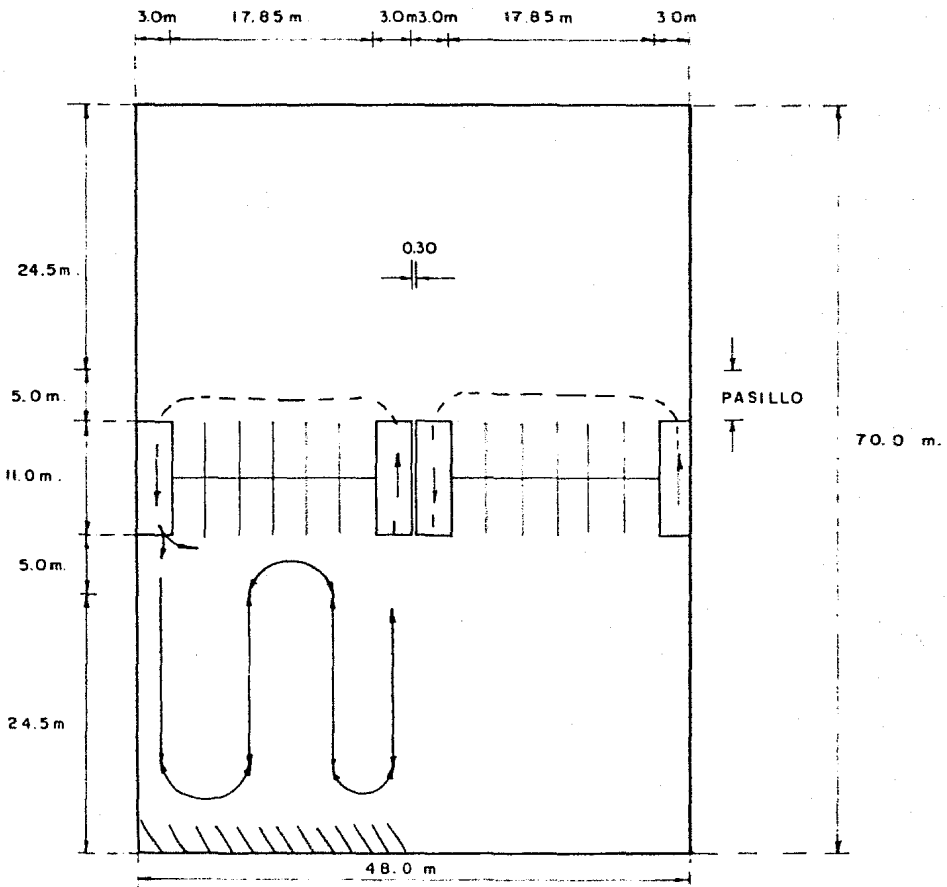
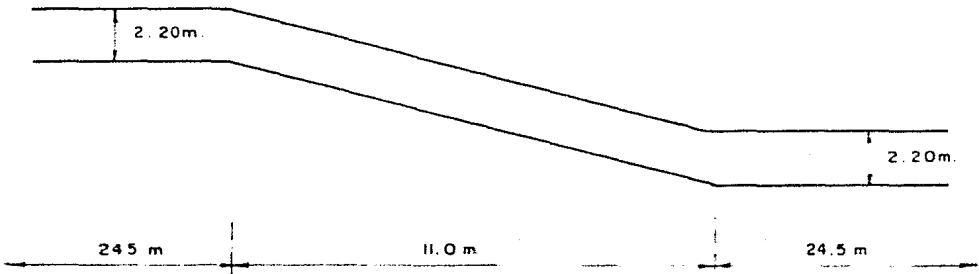


14.- Proyectar la ubicación de las rampas y sus dimensiones, así como la distribución de cajones y pasillos de circulación, para un edificio de estacionamiento, de tipo de - medios niveles, con 2 rampas en los extremos (de un sentido de - circulación cada una), y una rampa de doble circulación central.

La pendiente de las rampas es del 10 %, altura de un nivel - de 2.20 m, con automóviles grandes.

El lote tiene las siguientes dimensiones: 48 x 70 m.





SEMAFOROS.-

Es un aparato electromagnético, proyectado específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, con indicaciones visuales en el camino.

La finalidad principal de estos aparatos, es permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, podrán aportar diversas ventajas. En cambio, si uno ó más semáforos son deficientes, servirán para entorpecer el tránsito de vehículos y peatones.

Un semáforo ó un sistema de semáforos que opere correctamente, tendrá una ó más de las siguientes ventajas:

- a) Hace ordenada la circulación del tránsito y en ciertos casos, llega a aumentar la capacidad de la calle.
- b) Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- c) Con espaciamientos favorables, se pueden sincronizar para mantener circulación continua, a una velocidad constante en una ruta determinada.
- d) Permiten interrumpir periódicamente el tránsito intenso de una arteria para permitir el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- e) En la mayoría de los casos representan una economía considerable con respecto al control por medio de policías de tránsito.

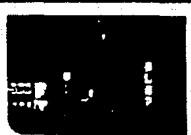
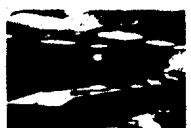
Cuando el proyecto ó la operación de un semáforo ó sistema de semáforos es deficiente, pueden presentarse alguna ó varias -



# PROGRAMA DE SEMAFORIZACION



PTZ DE IMP. DROF.



## SIMBOLOGIA

		SISTEMA PHILIPS
		ELECTRIFICACION
		SISTEMA COORDINADO
		SUB AREA
TRAF		SISTEMA PHILIPS
TRAF		SISTEMA PHILIPS

de las siguientes desventajas:

- a) Se incurrirá en gastos no justificados para soluciones - que podían haberse resuelto solamente con señales ó en - otra forma económica.
- b) Producen demoras injustificadas, a cierto número de usua- rios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito- pequeños.
- c) Producen reacción desfavorable en el público con la con- siguiente falta de respeto hacia los semáforos ó hacia las- autoridades.
- d) Excesivo número de accidentes del tipo alcance, por cam- bios correctivos de color.
- e) Pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día que- se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requie- ren control de semáforos.
- f) Aumentan la frecuencia ó gravedad de ciertos accidentes - cuando la conservación es deficiente, especialmente tra- tándose de focos fundidos ó interrupción del Servicio eléctrico.
- g) El uso de semáforos portátiles implica confusión para al- gunos conductores y posibles accidentes por su aparición intempestiva para el usuario no acostumbrado a ellos.

#### NÚMERO DE LENTES Y DE CARAS

Se recomienda que la cara de todo semáforo tenga cuando me- nor tres lentes: rojo, fílar y verde, y cuando más, cinco lentes: rojo, fílar, flecha de frente, flecha izquierda y flecha derecha. Con ese orden de colocaciones. En semáforos con lentes en posi- ción horizontal, se sigue el mismo orden general, excepto que las

flechas se deben colocar primero de la vuelta izquierda, seguida de la flecha de frente y finalmente, la de la vuelta derecha.

Se recomiendan dos caras por acceso a la intersección. El doble semáforo permite ver la indicación, aunque uno de ellos sea tapado por un vehículo grande, y representa un factor de seguridad cuando hay exceso de anuncios luminosos ó se funde alguna lámpara.

#### DISTRIBUCION DE TIEMPO

En cada intersección, el flujo de vehículos debe ser dividido en diferentes fases de movimiento, en cada una de las cuales se efectúa un desplazamiento de vehículos.

Para obtener el mínimo de retardos, cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos. Se logrará así, admitir el mayor volumen de vehículos en la intersección.

En general, el número de fases diferentes debe reducirse al mínimo, considerando la seguridad y la eficiencia. La secuencia de fases debe tratar de reducir al mínimo los retardos.

La secuencia completa de fases en el menor tiempo posible, constituye un ciclo del semáforo. Por lo general, en éste, cada fase ocurrirá una sola vez. Cada fase tendrá un tiempo verde y, generalmente, aunque no siempre, un ámbar.

La duración de cada fase y del ciclo dependerá de la demanda. Ejemplo:

Suponiendo que se escoge un ciclo de 60 seg. y que el tiempo necesario para que los vehículos desalojen la intersección inmediatamente después de la indicación de "señal", es de 5 seg. en cada calle; esto deja un total de 50 seg. en "señal", a dividirse entre las dos calles. Suponiendo los volúmenes  $V_a$  y  $V_b$  en los carriles críticos durante la hora de máxima intensidad de tránsito en-

las calles A y B, son de 400 y 250 vehículos, respectivamente. En el primer caso, supongamos que el espaciado entre vehículos - para cada una de las calles es el mismo. Los tiempos aproximados - TA y TB correspondientes a la indicación de "siga", para las calles A y B, respectivamente, se obtiene como sigue:

$$\frac{TA}{TB} = \frac{400}{250} ; \quad TA + TB = 50 \text{ segundos.}$$

$$\frac{TA}{50 - TA} = \frac{40}{250} ; \quad TA = 31 \text{ seg} ; \quad TB = 50 - 31 = 19 \text{ seg.}$$

En el segundo caso, supongamos que el espaciado entre vehículos al arrancar en la calle A ( $Ea$ ) es de 3 seg y el espaciado ( $Eb$ ) en la calle B es de 5 seg. La diferencia en espaciado se podría deber a un alto porcentaje de camiones en el carril crítico de la calle B. La división de los tiempos con indicación de "siga" se obtiene, en forma aproximada como sigue:

$$\frac{TA}{TB} = \frac{VA \times EA}{VB \times EB} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5}$$

$$\frac{TA}{50 - TA} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5} ; \quad TA = 24 \text{ seg} ; \quad TB = 50 - 24 = 26 \text{ seg.}$$

Como regla general, ningún lapso de "siga" será menor que el tiempo necesario para que el grupo de transéuntes que espera el cambio de indicaciones pueda cruzar, excepto cuando se dispone de un intervalo especial para peatones.

## TIPOS DE SEMAFOROS:

## - DE TIEMPO FIJO.- Requisitos

- Accionados por el tránsito
- semi accionados
- totalmente accionados

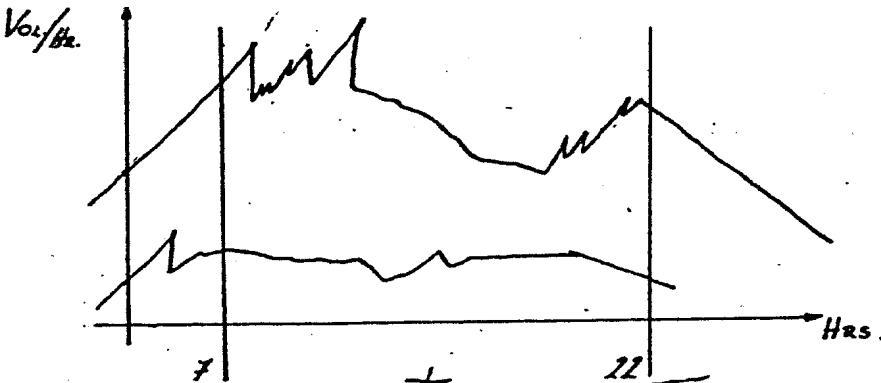
## COORDINACION DE SEMAFOROS

- Sistema simultáneo
- Sistema alternado
- Sistema progresivo simple
- Sistema progresivo flexible

## DIAGRAMAS ESPACIO TIEMPO

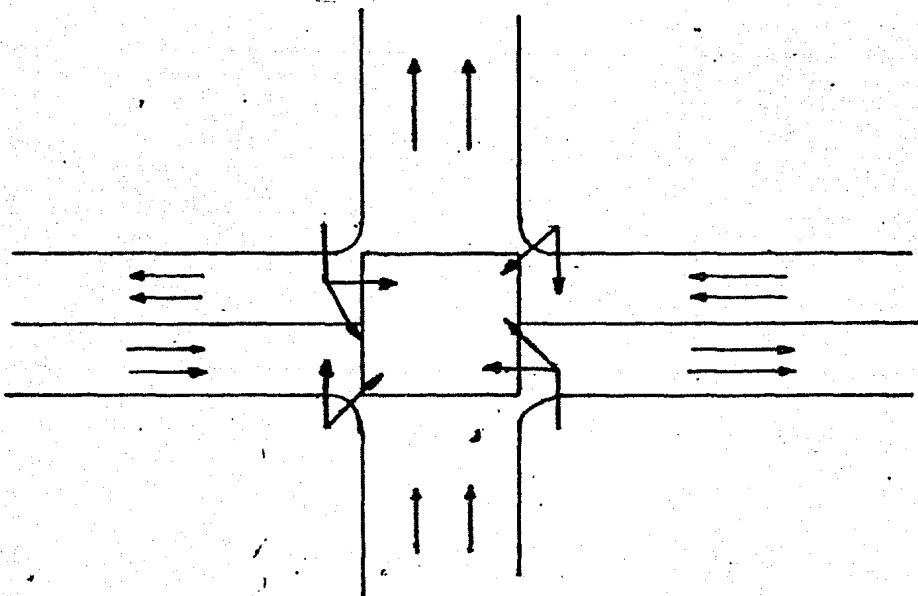
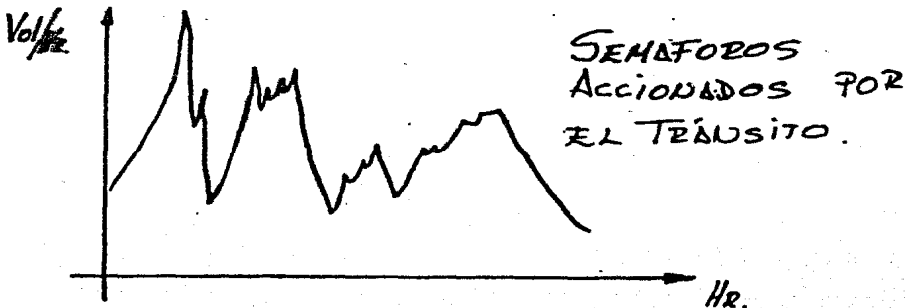
- a) Duración ciclo
- b) Reparto ciclo
- c) Secuencia de fases. (Estos tres, se pueden variar con los semáforos de tiempo fijo).
- d) Desplazamiento

Quando las variaciones son constantes, se puede instalar el de tiempo fijo, son recomendables en el centro.

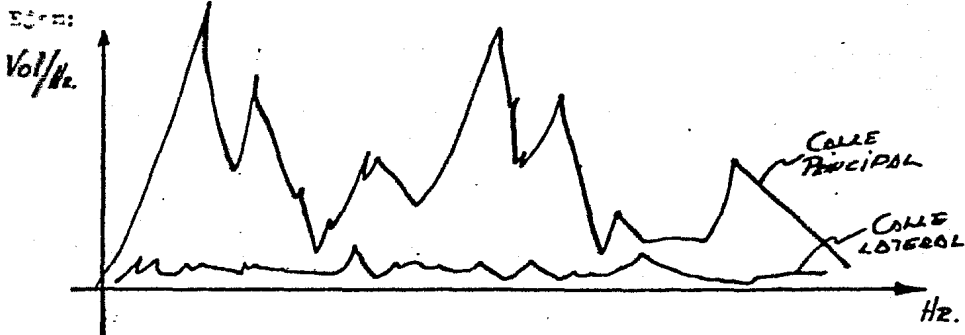


SEMAFOROS DE TIEMPO FIJO

Cuando no lo son, se recomiendan los accionados por el tránsito, para zonas ó curceros aislados, lejos del centro.



Los semáforos no accionados se utilizan en intersecciones donde se va a entrar ó a cruzar una vía muy concurrida.



Requisitos para poder instalar semáforos:

a) Volúmen máximo de vehículos.-

Núm. de carriles/acceso		Veh/h	Veh/h
Calle A	Calle B	Calle A	Calle B
		(ambos accesos)	(un sentido)
1	2	500	150
2 ó más	1	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
1	2 ó más	500	200

b) Interrupción del tránsito continuo.-

Núm. de carriles por acceso		Veh/h	Veh/h
Calle A	Calle B	Calle A	Calle B
		(ambos accesos)	(un sentido)
1	1	750	75
2 ó más	1	900	75
2 ó más	2 ó más	900	100
1	2 ó más	750	100

c) Volúmen mínimo de peatones.-

Calle principal 600 Veh/h (ambos sentidos).  
 Calle principal 1000 Veh/h (si tiene conexión).  
 Cruzando 150 ó más peatones por hora.

d) Movimiento progresivo.-

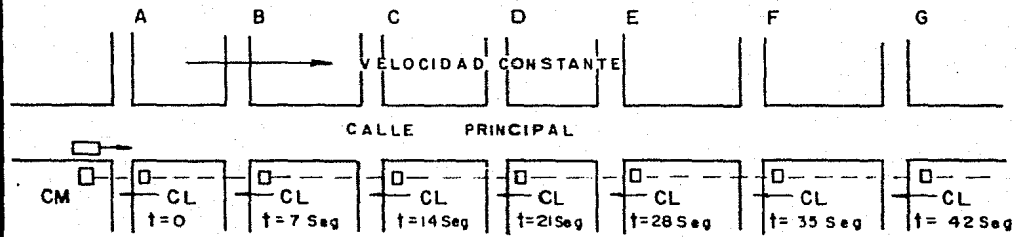
Para mantener movimiento continuo en sistemas interconecta-  
 dos.

e) Antecedentes de accidentes.-

Cinco ó más accidentes al día en los que haya intervenido la policía.

f) Combinación de los requisitos anteriores.-

Mínimo 80 % de los valores de los otros requisitos

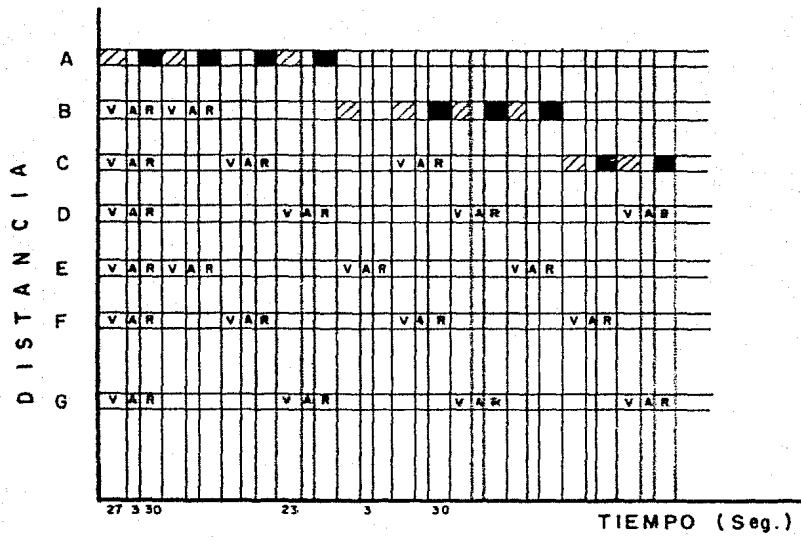


CM = Control Maestro

CL = Control local.

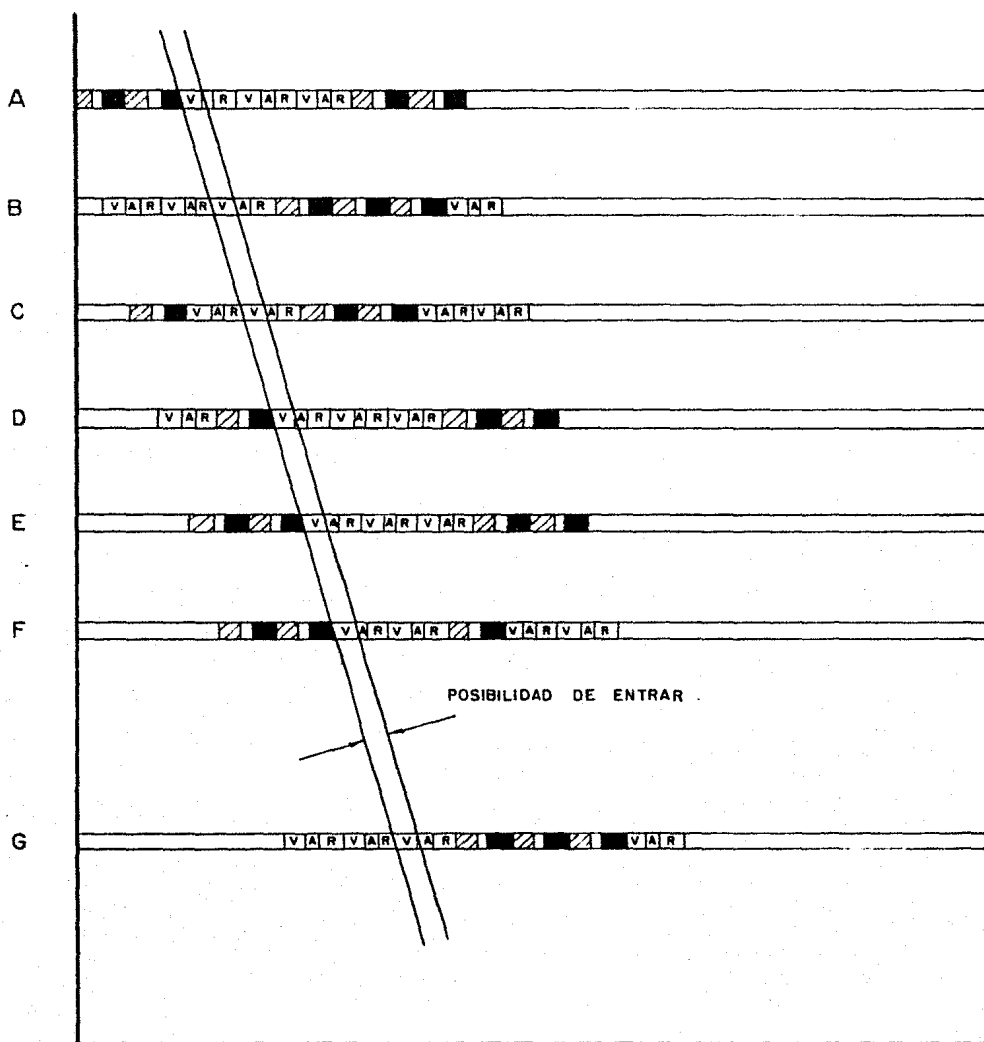
$$V = \frac{e}{t} \quad t = \frac{e}{v}$$

GRAFICAS ESPACIO - TIEMPO



SIMULTANEO





PROGRESIVO SIMPLE

## BIBLIOGRAFIA

- Ingeniería de Tránsito  
Rafael Cal y Mayor  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México, 1978.
  
- Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras.  
Secretaría de Obras Públicas.  
México, 1976.
  
- Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal  
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR)  
México, 1981.
  
- Problemas de la Circulación Vial de la Ciudad de México y  
su posible tratamiento.  
Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México.  
México, 1981.