

707
50

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



“INGENIERIA DE TRANSITO”

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

JORGE LEOPOLDO CANO SALAZAR

1 9 8 2



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-301 T.E.

Al Pasante señor JORGE LEOPOLDO CANO SALAZAR
P R E S E N T E.

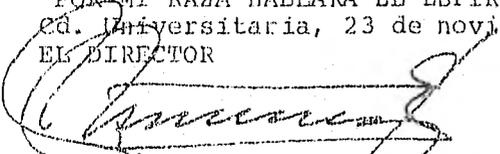
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Rafael Cal y Mayor, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Civil.

"INGENIERIA DE TRANSITO"

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Problema del tránsito | 9. Congestionamiento |
| 2. Solución del problema | 10. Capacidad vial. |
| 3. El usuario. | 11. Accidentes |
| 4. El vehículo | 12. Origen y destino |
| 5. El camino | 13. Transporte público |
| 6. Planificación vial urbana | 14. estacionamientos. |
| 7. Volúmen de tránsito | 15. Semáforos |
| 8. Velocidad | |

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 23 de noviembre de 1981
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/OJLH/etb.

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

I.- EL PROBLEMA DEL TRANSITO

El trazo de los caminos en uso.....	I
El trazo urbano actual.....	I
Aumento de los vehículos de motor.....	I

2.- LA SOLUCION AL PROBLEMA DEL TRANSITO

Factores que intervienen en el problema.....	3
Tipos de solución.....	4
Método de estudio.....	5

3.- EL USUARIO

El peatón.....	7
El conductor.....	7
La visión.....	9
Reacciones físicas y psicológicas.....	12
Distancia para detener un vehículo.....	13

4.- EL VEHÍCULO

Importancia del vehículo.....	16
Estadísticas.....	16
Uso y promedio de ocupación del vehículo.....	21
Potencia y rendimiento.....	22
Características de los vehículos.....	23
Inspección mecánica de vehículos.....	25
Costo de operación.....	26

5.- EL CAMINO

Definición.....	28
Clasificación de caminos.....	28
Estadísticas.....	30
Partes integrantes de un camino y especificaciones.....	32
Radio y sobreelevación de curvas.....	38
Distancia de visibilidad.....	42
Intersecciones.....	42
Señales.....	53
Autopistas.....	59

6.- PLANIFICACION VIAL URBANA

El trazo de las ciudades en México.....	60
Demanda de movimiento en las ciudades.....	60
Vialidad en la ciudad de México.....	62

7.- VOLUMEN DE TRANSITO

Definición.....	63
Métodos de estudio.....	63
Volumen de proyecto.....	70

8.- VELOCIDAD

Definición.....	73
Velocidad de punto.....	73
Velocidad de marcha o de recorrido total.....	75
Velocidad de cruceo o global.....	75
Velocidad de operación.....	77
Velocidad de proyecto.....	77

9.- CONGESTIONAMIENTO

Definición.....	80
Métodos de medición.....	80
Demoras.....	82

10.- CAPACIDAD VIAL

Conceptos generales.....	84
Análisis de capacidad.....	86
Tramos rectos.....	88
Intersecciones a nivel.....	90
Tramos de entrecruzamiento.....	95
Rampas.....	97
Tablas.....	99

11.- ACCIDENTES

Estudio de accidentes.....	116
Causas de los accidentes.....	118
Datos estadísticos.....	120
Análisis de accidentes.....	123
Normas de seguridad.....	124

I2.- ORIGEN Y DESTINO

Importancia de los estudios de origen y destino..	I28
Métodos de estudio.....	I28
Aplicaciones.....	I31
Estudios de origen y destino en el Distrito Federal.....	I32

I3.- TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS

El transporte público como factor importante del desarrollo.....	I33
Sistemas de transporte automotor.....	I33
Tren metropolitano de la Ciudad de México.....	I36
Construcción del Metro.....	I38
Seguridad, eficiencia y comodidad.....	I42
Estudios técnicos.....	I44
Administración de los transportes públicos de pasajeros.....	I48

I4.- ESTACIONAMIENTOS

Solución a una necesidad.....	I49
Tipos de estacionamientos.....	I49
Estudios de estacionamientos.....	I49
Elementos que intervienen en el proyecto de estacionamientos.....	I52
Normas para el proyecto de estacionamientos.....	I54

I5.- SEMAFOROS

Definición.....	I61
Tipos de semáforos.....	I61
Características de los semáforos.....	I63
Distribución de la duración del ciclo.....	I65
Semáforos de tiempo fijo.....	I68
Semáforos accionados por el tránsito.....	I72
Detectores.....	I74
Semáforos para peatones.....	I75
Control de semáforos por computadora en México...	I75
BIBLIOGRAFIA.....	I76

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

La Ingeniería de Tránsito, como rama de la Ingeniería es algo relativamente nuevo, ya que trata el aspecto funcional de los caminos, llámense calles o carreteras, relacionados con los vehículos modernos, los que son capaces de desarrollar grandes velocidades, además de haber aumentado éstos su número en forma alarmante durante las últimas décadas.

Por lo que es necesario que los caminos estén en condiciones de permitir a los usuarios moverse con la mayor eficiencia, evitando al máximo los accidentes y el congestionamiento; que son los principales efectos del problema del tránsito, con los que nos encontramos todos los días, los que ya tienen carácter de Problemas de Tipo Nacional, en muchas de las grandes ciudades del mundo; por el elevado número de víctimas entre muertos y heridos, así por las grandes pérdidas económicas que causan los accidentes; como por la gran cantidad de horas-hombre que se pierden debido a los congestionamientos.

Por lo que el presente trabajo trata en forma general, lo relativo a la Ingeniería de Tránsito, como son:

Las causas de los problemas del tránsito, los métodos para estudiar éstos y las soluciones que se deben dar, para lograr una circulación eficiente y segura en nuestros caminos.

EL PROBLEMA DEL TRANSITO

EL TRAZO DE LOS CAMINOS EN USO

En la actualidad, 100 años después de la aparición del primer vehículo de motor, muchos de los caminos que todavía utilizamos corresponden por su trazo, a aquellos caminos construidos para vehículos tirados por animales, diligencias, o para los primeros automóviles; los que debido a sus características y bajas velocidades no requerían de mejores caminos.

Así vemos que las carreteras han sido rectificadas en su trazo, tomando en cuenta velocidades de proyecto acordes con los vehículos modernos. Además se han construido autopistas que por sus características permiten a los vehículos viajar a altas velocidades en una forma segura.

EL TRAZO URBANO ACTUAL

El trazo, en la mayoría de las ciudades antiguas y en muchas de las ciudades modernas se ha venido proyectando en base a la cuadrícula rectangular, con calles angostas, las que no son apropiadas para la circulación de los vehículos modernos.

Así observamos que al no tomarse en cuenta en las reformas de tipo urbanístico a los vehículos, esto provoca problemas como son la falta de capacidad de las calles para la circulación de vehículos y para el estacionamiento de los mismos.

AUMENTO DE LOS VEHICULOS DE MOTOR

El primer automóvil de gasolina de cuatro cilindros fue fabricado por el Vienés Siegfred Marcus en 1875. En 1876 el Alemán Nicolas A. Otto ideó la forma de comprimir el combustible dando origen al motor de cuatro tiempos. En 1878 se registró en los Estados Unidos, la primera patente para la fabricación de un motor de gasolina. En 1884 el Frances Fernando Forest perfeccionó el motor de explosión. Y fue hasta 1888 cuando la Connelly Motor Company de Nueva York puso en venta los primeros automóviles, siguiéndole Daimler en 1891 y Duryea en 1894.

Corresponde a Henry Ford crear la producción en serie de automóviles en 1895-96, sacando a la venta el primer vehículo de tipo comercial. La gran influencia que tuvo el vehículo de motor durante La Primera Guerra Mundial no se hizo esperar, lo que dió rienda suelta a su producción, llegandose a las cifras que se muestran en la tabla.

AUMENTO DE VEHICULOS A TRAVES DE LOS ANOS

(Incluye solo automóviles, autobuses y camiones.)

AÑO	MEXICO	ESTADOS UNIDOS	TOTAL EN EL MUNDO
1895			
1898	I	800	
1910		408,500	
1914		1,763,018	
1920		9,239,161	
1924	42,858	17,612,940	
1930	87,665	26,531,999	
1940	145,708	32,453,233	45,422,411
1950	302,798	49,161,691	63,200,500
1960	802,630	73,901,500	121,541,265
1970	1,773,868	105,096,603	226,176,572
1975	3,586,123	133,727,000	320,841,457

Además de los cambios que han sufrido los vehículos con motor de gasolina como son: Mayor velocidad, comodidad, seguridad y potencia, han logrado influir en una forma insospechada en la economía del transporte. Aquí en México, las velocidades alcanzadas por los vehículos (mayores de 100 km/hr.), así como la potencia de los mismos, la que se ha incrementado de 1 a 10, han logrado desplazar al ferrocarril a un segundo término.

LA SOLUCION AL PROBLEMA DEL TRANSITO

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA

Del análisis del problema anterior vemos que son cinco los factores que contribuyen principalmente a éste y que deben de ser tomados en cuenta para cualquier intento de solución del mismo, siendo éstos:

I.- Diferentes tipos de vehículos en el mismo camino.

Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.

- a).- Automóviles.
- b).- Camiones y autobuses de alta velocidad.
- c).- Camiones pesados de baja velocidad, incluyendo remolques.
- d).- Vehículos tirados por animales (en algunos países).
- e).- Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, maquinaria agrícola, etc.

2.- Superposición del tránsito motorizado en caminos inadecuados.

- a).- Relativamente pocos cambios en trazo urbano.
- b).- Calles angostas, torcidas y fuertes pendientes.
- c).- Aceras insuficientes.
- d).- Caminos que no han evolucionado.

3.- Falta de planificación en el tránsito.

- a).- Calles, caminos y puentes que se siguen construyendo con especificaciones anticuadas.
- b).- Intersecciones proyectadas sin base técnica.
- c).- Previsión casi nula para estacionamientos.
- d).- Localización inadecuada de las zonas residenciales con relación a las zonas industriales o comerciales.
- e).- Falta de obras complementarias del camino.

4.- El automóvil no considerado como necesidad pública.

- a).- Falta de apreciación de las autoridades sobre la necesidad de éste, dentro de la economía del transporte.

b).- Falta de apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

5.- Falta de asimilación por parte del gobierno.

a).- Legislación y reglamentos de tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a los mismos, que adaptarse a las necesidades de éste.

b).- Falta de educación vial del conductor y del peatón.

TIPOS DE SOLUCION

Si el problema del tránsito consiste básicamente en la circulación de vehículos sobre caminos inadecuados lo que provoca accidentes y congestión con la correspondiente pérdida de vidas y bienes, la solución se obtendrá haciendo el tránsito seguro y eficiente.

Para lo que se tienen los siguientes tipos de solución:

1.- Solución Integral.- Esta solución requiere adecuar tanto las ciudades como los caminos a los vehículos, para lo que es necesario lo siguiente:

Las ciudades se tendrían que reconstruir casi en su totalidad, lo que no es posible por su elevado costo. Por lo tanto la solución será la creación de ciudades nuevas como es el caso de Brasilia, Camberra y Nueva Delhi. Sin embargo, la falta de visión tanto de los proyectistas como de las autoridades provoca en algunas ocasiones que se vuelva a caer en errores, como son las cuadrículas geométricas.

En cuanto a los caminos la solución son las autopistas las que nos permiten circular a velocidades superiores a los 100 km/hr. en forma segura.

2.- Solución Parcial de Alto Costo.- Esta solución consiste en aprovechar al máximo lo que se tiene, haciendo los cambios necesarios para permitir a los vehículos circular con la mayor eficiencia y seguridad.

En las ciudades, se ampliarán las calles, se modificarán las intersecciones rotatorias a canalizadas, se utilizará un sistema de control automático de semáforos, estacionamientos públicos y privados, etc.

En las carreteras se ampliarán los carriles y las curvas, se suavizarán las pendientes, señalización adecuada, etc.

- 3.- Solución Parcial de Bajo Costo.- Esta solución consiste en aprovechar al máximo lo que se tiene en base a una legislación y reglamentación de tránsito adecuadas. Así como una disciplina y educación del usuario que permita a los vehículos circular con la mayor eficacia y seguridad.

En las ciudades se crearán calles de un solo sentido, se suprimirá o limitará el estacionamiento a ciertas horas del día, se utilizarán sistemas automáticos de semáforos, se crearán estacionamientos, terminales, se impartirá educación vial, etc.

En los caminos se colocará la señalización necesaria, se pintarán rayas sobre el pavimento, vigilancia policiaca, etc. Este sistema es el más utilizado en las ciudades de México.

ELEMENTOS BASICOS

De las soluciones anteriores se deduce que para obtener un tránsito eficiente y seguro se requiere de los siguientes elementos:

- 1.- Ingeniería de Tránsito.
- 2.- Educación Vial.
- 3.- Legislación y Vigilancia Policiaca.

METODO DE ESTUDIO

Para solucionar el problema del tránsito se deben seguir los siguientes cuatro pasos sucesivos, los que nos permiten el planteamiento del mismo:

- 1.- RECOPIACION DE DATOS.- Para esto el mejor camino es recurrir a las estadísticas, informes oficiales, estudios y hechos veraces, que es lo que necesitamos.
- 2.- ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.- Para el análisis se requiere de un especialista capaz de dar una solución acertada al aspecto funcional del camino, siendo éste

el Ingeniero de Tránsito, ya que ni el Ingeniero Civil, el Arquitecto, el Ingeniero Municipal, el Ingeniero de caminos o el Urbanista, serán capaces de dar una solución adecuada.

3.- PROPOSICION CONCRETA Y DETALLADA DE LA SOLUCION.- Esta será dada por el Ingeniero de Tránsito quien presentará un proyecto de solución que cubra los 3 elementos básicos.

4.- ESTUDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.- Es importante observar los resultados obtenidos durante algún tiempo hasta estar seguros del correcto funcionamiento de la solución, de lo contrario se tendrá que modificar ésta hasta obtener un tránsito seguro y eficiente.

EL USUARIO

EL PEATON

Es importante el estudio del peatón no solo porque es víctima del tránsito, sino porque también forma parte de éste. Además podemos considerar como peatón potencial a la población en general.

El peatón aún no se ha podido familiarizar con los vehículos de motor, este fenómeno se ve claramente con la gente que llega de provincia, la que desconoce las limitaciones de los conductores y se cruzan las calles corriendo sin saber si estos pueden alcanzar a frenar.

Otro problema que tiene el peatón es el diseño de las banquetas que es el lugar por donde transita éste, ya que por lo general estas son angostas y no se toma en cuenta la importancia de las mismas.

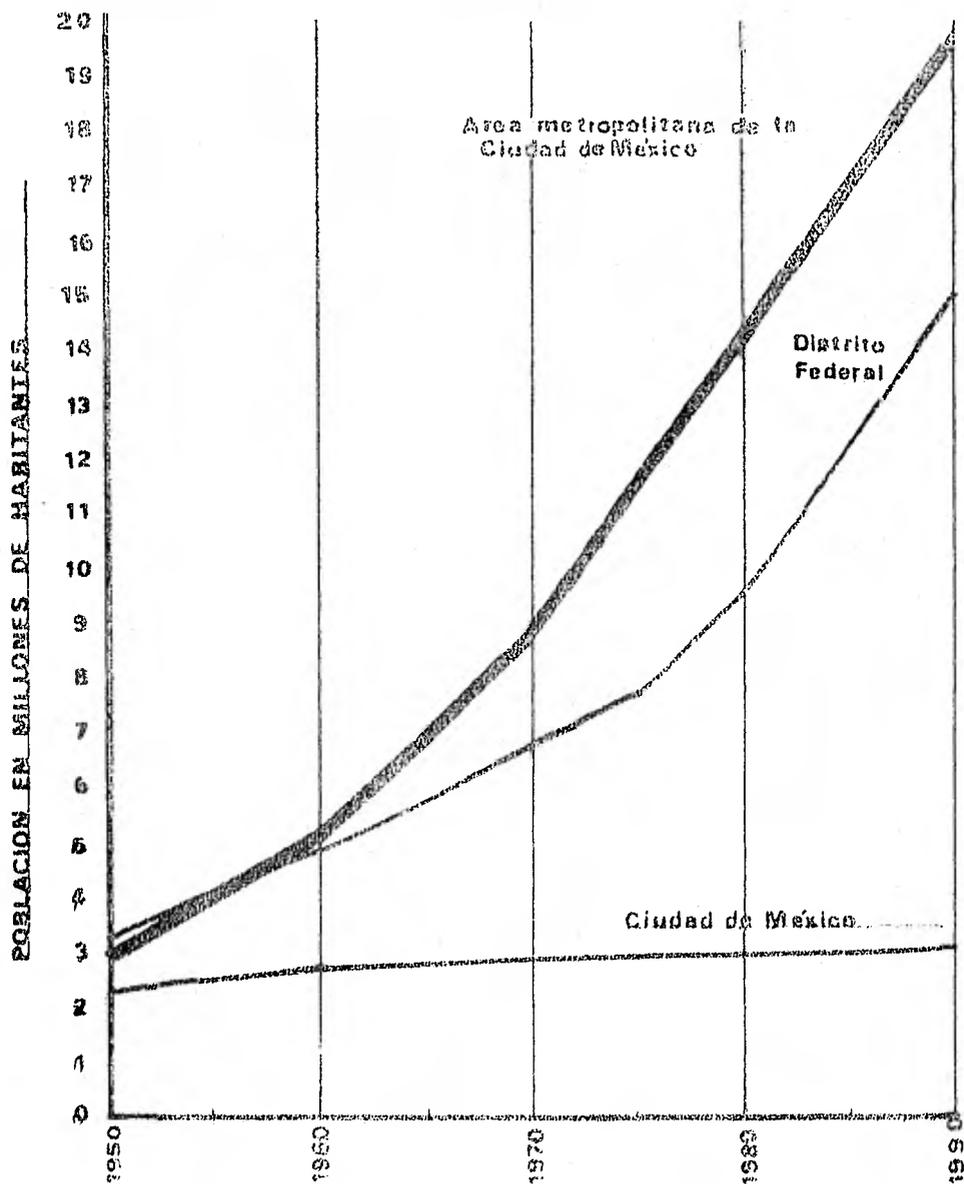
En el Distrito Federal, entre los años de 1975 y 1978, las tres cuartas partes de los accidentes de tránsito fueron atropellamientos, de donde se observa la necesidad que tiene el peatón de aprender a conocer a los vehículos de motor para que pueda usarlos y al mismo tiempo se pueda defender de éstos, lo que solo podrá lograrse por medio de la educación vial.

EL CONDUCTOR

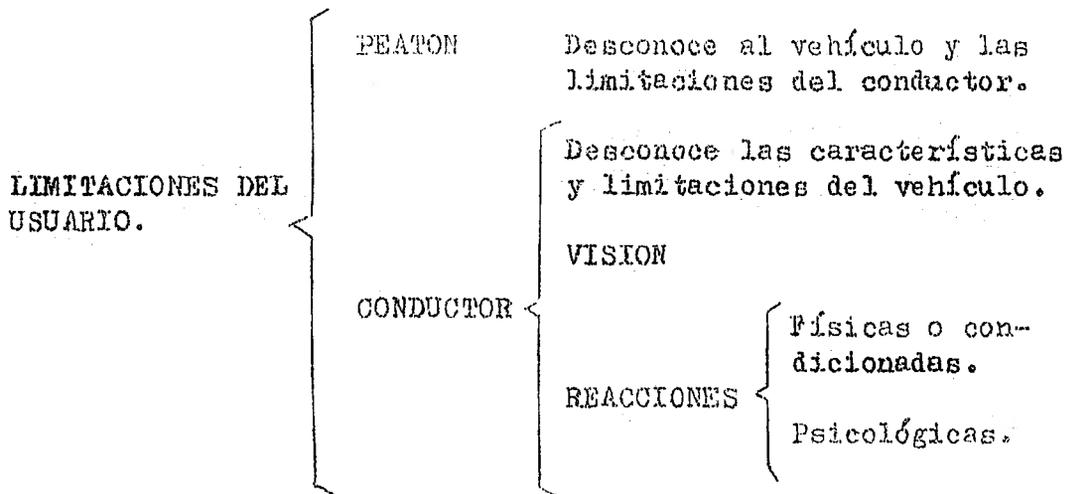
Se entiende por conductor, la persona con los conocimientos necesarios para poder guiar un vehículo dentro de la corriente del tránsito en forma segura. Sin embargo, la mayoría de los conductores solo conocen lo que son: el volante, los frenos, las velocidades, etc., pero desconocen el mecanismo, potencialidad y limitaciones del vehículo. Además de carecer de la destreza para conducir un vehículo dentro de la corriente del tránsito.

Por otro lado, el número de conductores ha aumentado en forma proporcional al número de vehículos, o sea que si existen en México tres conductores por vehículo y tan solo en el Distrito Federal en 1979, había 1,575,629 vehículos, esto quiere decir que existirán aproximadamente 4,800,000

CRECIMIENTO DE POBLACION DE LA CIUDAD DE MEXICO



personas que sepan conducir un vehículo. De ahí la importancia de educar a éstos, ya que " el vehículo, sin la debida educación vial del individuo, se ha convertido en un arma homicida ".



LÁ VISION

El funcionamiento del órgano visual (ojo), es semejante al de una cámara fotográfica, éste envia la señal recibida al cerebro, el que responde haciendo accionar los musculos.

Tiempos de percepción:

Para voltear en una dirección	0.10 a 0.30 seg.
Para voltear en dos direcciones	1.25 seg.
Para enfocar	0.17 a 0.30 seg.
Para proyecto se acostumbra tomar	1.00 seg.

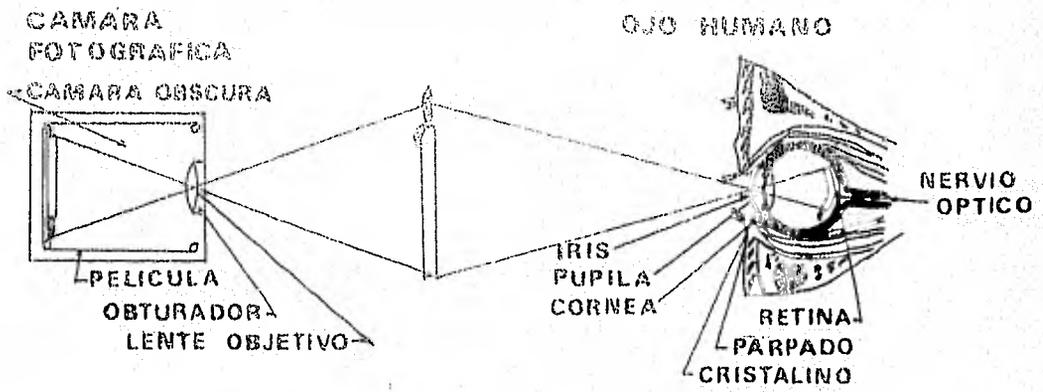
Defectos de la visión:

Miopía, presbicia, astigmatismo, estrabismo, etc. Se corrigen a base de lentes.

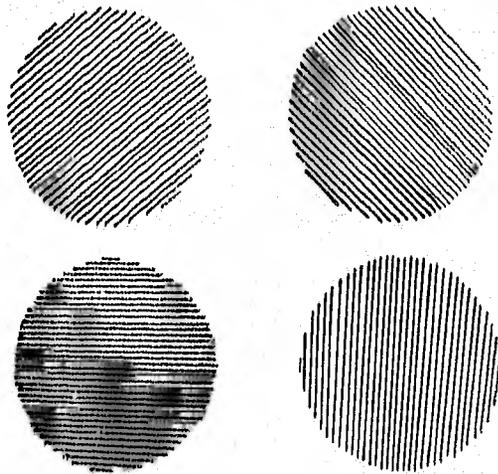
Daltonismo.- No se distinguen los colores, se soluciona oclocando las luces del semáforo en un solo orden (rojo, ambar y verde).

Visión de tunel.- Es normal de 180°, para 140° o menos es peligrosa y no se debe conducir, ya que ésta disminuye al aumentar la velocidad, como se observa en la tabla.

LA VISION



DEPOEBDQG



VELOCIDAD	ANGULO	DISTANCIA DE VISION
32 km/hr.	100	150 m.
60 "		300 m.
80 "		450 m.
90 "	40	

Pruebas de visión.- Siendo la visión una de las principales limitantes del conductor, es necesario que ésta sea examinada por un médico, sin embargo existen algunas pruebas que nos dan una idea del estado de ésta:

Agudeza visual.- Se colocan varias letras agrupadas por tamaños en renglones, las que se tienen que leer primero con un solo ojo y después con el otro ojo, desde cierta distancia, de mayor a menor tamaño de letras, lo que nos da una idea de la agudeza visual.

Percepción de profundidad.- Para esta prueba se sostiene un lápiz frente a uno, a la altura de los ojos, se cierra un ojo y se acerca lentamente el dedo índice de la otra mano hasta tocar la punta del lápiz. Si la percepción de profundidad es defectuosa, en ocasiones no acertará uno a tocar la punta del lápiz.

Capacidad de adaptación a los cambios de luz.- Para esta prueba, se enrolla un periódico sin apretarlo, formando un tubo a través del que se pueda ver, se reduce la luz lo suficiente para poder leer y luego se enciende un foco de 100 watts mirando a través del tubo durante 5 seg., se apaga el foco y con la luz anterior se observa la lectura a través del tubo y se debe de poder leer antes de 7 seg.

Visión de tunel.- Para esto, se fija la vista en un punto frente a uno y sosteniendo un lápiz en cada mano, se levantan los brazos hacia atrás, a la altura de los hombros y luego se van adelantando lentamente hasta poder ver los lapices, sin dejar de ver el punto frente a uno. Si el ángulo es menor de 140° , la visión de tunel es peligrosa para conducir.

Astigmatismo.- Se sostienen a 35 cm. los círculos que se muestran en la figura, examinándolos con cada ojo por separado y si cualquiera de las líneas de los círculos aparece más definida y oscura que las demás se puede padecer astigmatismo.

REACCIONES FISICAS Y PSICOLOGICAS

Reacción Física o Condicionada.- Fue el fisiólogo I.P.Pavlov, el primero en estudiar las reacciones o reflejos condicionados, siendo éstos los que se obtienen como respuesta a un estímulo que se ha repetido con cierta frecuencia.

En los conductores, los reflejos condicionados están ligados con los hábitos o costumbres de éstos, de manera que al ejecutar un cierto número de movimientos o maniobras con cierta frecuencia estos se llegan a convertir en destreza. Como el frenar cuando aparece el color ambar, el que sabemos precede al color rojo (ALTO), o cuando aparece de pronto una pelota, que sabemos va seguida por un niño.

De lo anterior se ve la importancia que tiene el respetar: la forma, tamaño y colores de las señales, el orden de encendido de las luces de los semáforos y la posición de éstos, los sentidos de las calles, etc. Los que no se deben de modificar de un día para otro, ya que esto crearía confusión entre los conductores, los que están familiarizados con todo lo que se encuentra en su camino, que para la mayoría de éstos será rutinario.

Reacción Psicológica.- Es cuando el estímulo, al ser percibido por los sentidos, es enviado por éstos al cerebro en forma de señal, provocando que éste actúe haciendo accionar los músculos.

Se observa que este tipo de reacción es todo un proceso intelectual, que dura un cierto tiempo, dependiendo del número de alternativas que se tengan y culmina con una decisión. Por lo tanto, este tipo de reacción, se ve afectada por una serie de causas, las que modifican la duración de este proceso mental, siendo estas:

La fatiga.

Las enfermedades (algunas producidas por el alcohol, las drogas, etc.).

El estado emocional del conductor.

El clima (caluroso, templado, frío).

La época del año.

Las condiciones del tiempo (lluvia, nieve, niebla).

La altura sobre el nivel del mar.
 El cambio del día (día a noche y viceversa).

DISTANCIA PARA DETENER UN VEHICULO

La distancia para detener un vehículo, es la distancia que recorre el vehículo desde que el conductor percibe el estímulo soltando el acelerador, hasta que el vehículo se detiene totalmente bajo la acción de los frenos.

$$D = D_p + D_r + D_f$$

Donde:

D = Distancia de parada.

D_p = Distancia de percepción = $v \times t$; $t = 0$ seg.

D_r = Distancia de reacción = $v \times t$; $t = 1$ seg.

D_f = Distancia de frenado = $\frac{v^2}{2\mu g}$

Siendo:

g = aceleración de la gravedad.

μ = coeficiente de fricción.

El coeficiente de fricción μ es la relación que existe de bida a: la fricción entre las llantas y el pavimento, el peso del vehículo, el número de ejes, el tipo de pavimento etc.

Valores del coeficiente de fricción μ :

- 1.35 Es un valor peligroso ya que ocasionará que los ocupantes del vehículo, sean proyectados hacia adelante.
- 1.0 Corresponde a condiciones incómodas y puede ser peligroso.
- 0.6 Es un valor aceptable.
- 0.5 Corresponde a los frenos que están en los límites legales.
- 0.2 Factores adversos, pavimento resbaloso, etc. (Para proyecto se toma este valor.).

Obtención de la fórmula $D = \frac{v^2}{2\mu g}$

Considerando el movimiento del vehículo como uniformemente acelerado (aceleración negativa), al pisar el freno podemos obtener: $D = v \times t - \frac{1}{2} a \times t^2$

Donde:

D = Distancia recorrida.

t = Tiempo.

a = Aceleración.

v = Velocidad en el momento de aplicar el freno.

Siendo:

v = Dato.

a y t = Incógnitas.

Sabemos que: $F = m \times a$... (1)

Donde:

m = Masa.

a = Aceleración.

La fuerza F_1 , debe ser contrarrestada por la fuerza F_2 , de donde $F_1 = F_2$

Pero $F_2 = \mu P$... (2)

Donde:

μ = Coeficiente de fricción

P = Peso propio del vehículo.

Sustituyendo m por $\frac{P}{g}$ en (2)

Donde: g = Aceleración de la gravedad.

$$\mu P = \frac{P}{g} \times a ; \mu = \frac{a}{g} \quad \dots (3)$$

De donde $a = \mu g$... (4)

Sabemos que $v = a \times t$ (movimiento continuo)

De donde $t = \frac{v}{a}$... (5)

Sustituyendo (4) y (5) en la ecuación original:

$$D = v \left(\frac{v}{\mu g} \right) - \frac{\mu g}{2} \left(\frac{v}{\mu g} \right)^2$$

Simplificando: $D = \frac{v^2}{2\mu g}$... (6)

Transformando la ecuación (6) para que quede: v en km/hr., g en m/seg². y D en m.

$$\text{Se tiene: } D = \frac{v^2 \times 1,000^2}{2 \times \mu \times 19.62 \times 3,600^2} = 0.00394 \frac{v^2}{\mu}$$

Ejemplo.- Calcular la distancia de reacción y la distancia de frenado para un vehículo que viaja a una velocidad de 50 km/hr., considerando un coeficiente de fricción = 0.2

Solución.- Para el cálculo de la distancia de reacción se supone una velocidad uniforme, de donde $D_r = v \times t$
Siendo $t = 1$ seg. (de proyecto).

$$D_r = \frac{50 \times 1,000 \text{ m} \times 1 \text{ seg.}}{3,600 \text{ seg.}} = 14.0 \text{ m.}$$

Cálculo de la distancia de frenaje:

$$D_f = 0.00394 \frac{v^2}{\mu} = 0.00394 \frac{(50)^2}{0.2} = 22.0 \text{ m.}$$

Por lo tanto, la distancia total será:

$$D = D_r + D_f = 14.0 + 22.0 = 36.0 \text{ m.}$$

DISTANCIAS DE REACCION Y FRENAJE

Velocidad del vehículo (km/hr.)	Distancia de reacción (m).	Distancia para frenar En pavimento(m)		Distancia total En pavimento(m)	
		Seco.	Mojado.	Seco.	Mojado.
30	7	5	8	12	15
40	10	13	17	23	30
60	13	15	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

EL VEHICULO

IMPORTANCIA DEL VEHICULO

Desde la antigüedad, el hombre ha tenido la necesidad de transportarse, al principio sobre animales domésticos o en carretas tiradas por éstos, para poder recoger sus cosechas, comerciar o controlar sus dominios.

En la actualidad, el vehículo de motor de combustión interna se le puede considerar como uno de los mayores logros de la humanidad, ya que éste es el principal medio de transporte que se utiliza en el intercambio de bienes y servicios, llegando a ser un factor importante en el desarrollo de un país.

De aquí la importancia de estudiar a los vehículos, no solo por ser uno de los principales problemas del tránsito, sino porque el progreso de un país se puede medir por el número de vehículos que éste pueda incorporar a su economía.

ESTADISTICAS

DISTRIBUCION DE VEHICULOS EN EL MUNDO A TRAVES DE LOS AÑOS

Zona.	1939	1950	1960	1975
Africa	692,974	1,114,090	2,423,500	5,288,172
América Latina	881,277	1,722,059	4,087,000	15,909,804
Canadá	1,427,923	2,194,929	4,941,000	9,870,020
Estados Unidos	30,294,226	43,773,962	73,768,565	133,727,000
Asia	695,783	948,654	3,452,700	34,868,223
Europa	9,436,293	11,872,022	24,670,000	97,437,705
Oceania	1,200,808	1,616,979	3,325,900	7,803,933
Bloque Comunista	- - -	- - -	4,872,600	15,936,000
Total	44,629,284	63,242,895	121,541,265	320,841,457

En la tabla anterior se observa que existen en el mundo más de 321,000,000 de vehículos, cifra que es importante no solo por los problemas que ocasiona en el tránsito, sino también por el consumo de combustibles y por la contaminación atmosférica que producen.

PAISES CON MAYOR NUMERO DE VEHICULOS Y LUGAR QUE OCUPABA MUNDIALMENTE MEXICO EN 1974.

PAIS	AUTOMOVILES	CAMIONES Y AUTOBUSES	TOTAL	POBLACION MILLONES	POR VEHICULO
E.E.U.U.	104,898,256	25,044,831	129,943,087	209.0	1.6
Canada	8,472,224	1,999,900	10,472,124	22.4	2.1
Suecia	2,638,855	170,280	2,809,165	8.2	2.9
Francia	15,100,000	2,334,000	17,434,000	82.8	3.0
Alemania Occidental	17,356,276	1,302,963	18,659,234	62.0	3.3
Bélgica	2,502,158	316,861	2,819,019	9.8	3.5
Suiza	1,723,024	176,487	1,899,511	6.7	3.5
Italia	14,295,040	1,140,923	15,435,963	55.6	3.6
Gran Bretaña	13,947,934	1,916,466	15,864,400	56.9	3.6
Países Bajos	3,440,000	357,000	3,797,000	13.7	3.6
Japón	15,853,548	10,927,758	26,781,306	110.3	4.1
Austria	1,635,927	151,544	1,787,471	7.5	4.2
España	4,311,392	987,995	5,299,387	35.4	6.7
Alemania Oriental	1,702,882	511,304	2,214,186	17.2	7.8
Argentina	2,160,035	965,868	3,125,903	25.0	8.0
Rep. de Sudafrica	1,950,347	783,476	2,733,823	24.9	9.1
Yugoeslavia	1,330,761	155,385	1,486,146	21.1	14.0
Brasil	4,584,142	1,517,681	6,101,823	105.0	17.0
México	1,947,534	744,738	2,692,272	56.2	21.0
U.R.S.S.	3,781,700	5,506,500	8,288,200	250.9	30.0

AUMENTO DE VEHICULOS EN MEXICO A TRAVES DE LOS AÑOS Y NUMERO DE HABITANTES POR VEHICULO

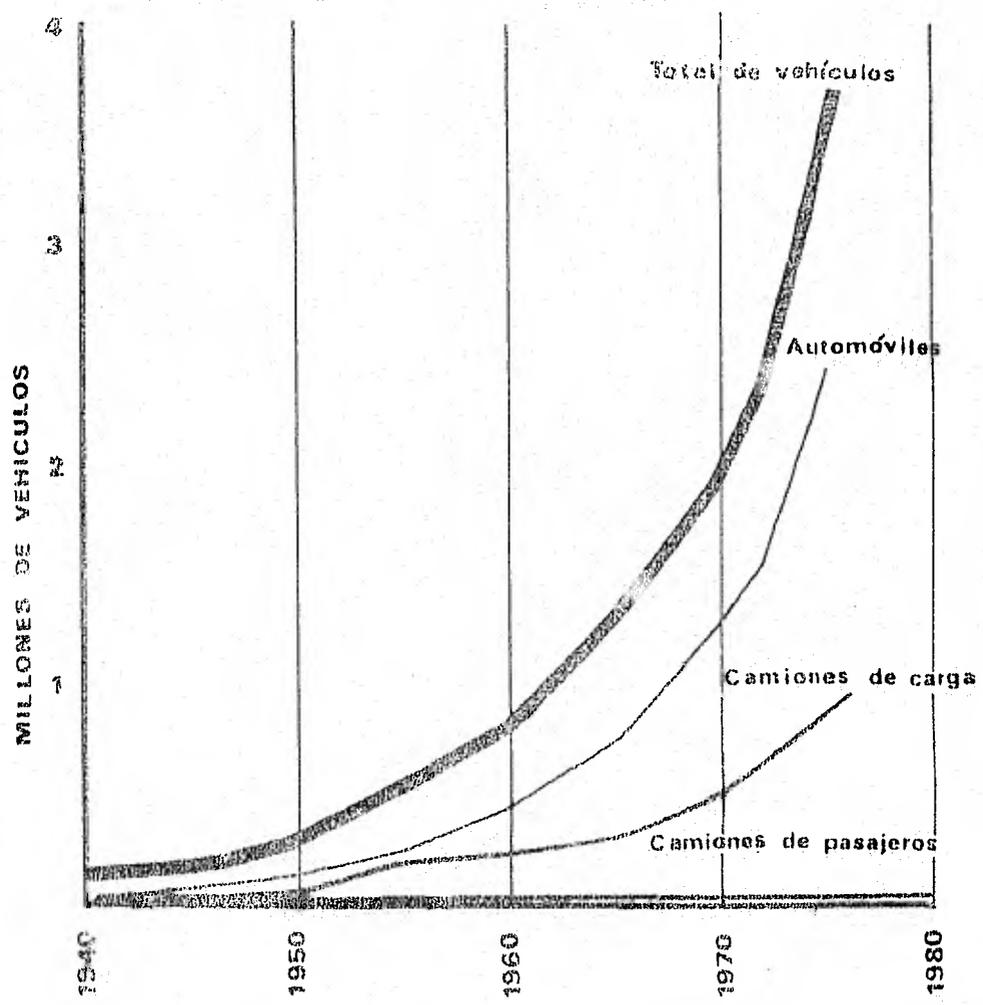
AÑO	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	TOTAL	HABITANTES	
					MILLONES	POR VEHICULO
1924	32,531	4,802	5,525	43,470	14.9	344
1930	63,073	6,261	18,331	88,443	16.6	186
1940	93,632	10,141	41,935	149,455	19.8	132
1950	173,080	18,466	111,252	308,206	25.8	84
1960	483,101	26,126	293,403	827,040	35.0	52
1963	617,960	27,537	352,681	1,041,502	38.4	37
1970	1,215,824	33,059	524,985	1,910,816	48.4	25
1975	2,400,903	50,762	887,912	3,586,123	60.1	17
1979	" " " "	" " " "	" " " "	5,863,000	68.2	12

DISTRIBUCION DE VEHICULOS EN LA REPUBLICA MEXICANA POR ENTIDADES EN EL AÑO DE 1975.

ENTIDAD	TOTAL	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOBUSES
Aguascalientes	28,810	15,966	9,898	319
Baja California N.	190,183	125,012	62,135	863
Baja California S.	24,538	13,362	10,773	55
Campeche	19,830	9,149	4,456	243
Coahuila	114,914	76,372	27,616	1,560
Colima	15,822	7,156	6,125	217
Chiapas	32,561	16,995	13,033	1,225
Chihuahua	184,685	101,812	68,559	2,968
Distrito Federal	1,199,471	1,004,154	107,954	12,898
Durango	46,440	17,872	23,709	627
Guanajuato	109,602	48,099	42,583	2,488
Guerrero	33,913	19,296	9,526	1,067
Hidalgo	42,062	18,976	20,036	985
Jalisco	293,283	198,488	71,048	3,270
México	182,059	132,043	35,539	5,780
Michoacán	76,945	39,561	30,766	1,241
Morelos	45,467	28,881	11,011	235
Nayarit	21,167	8,434	10,309	286
Nuevo León	172,570	124,609	37,200	1,227
Oaxaca	28,268	12,851	12,488	480
Puebla	92,131	57,095	26,697	1,926
Querétaro	32,279	13,926	14,704	515
Quintana Roo	7,291	3,175	2,483	23
San Luis Potosí	46,037	23,786	16,416	564
Sinaloa	82,769	33,985	38,603	1,607
Sonora	107,941	57,671	43,613	859
Tabasco	16,367	6,964	7,368	1,193
Tamaulipas	195,572	85,281	55,888	1,315
Tlaxcala	15,530	8,374	5,975	729
Veracruz	113,852	58,145	42,609	2,551
Yucatán	49,191	28,177	10,867	588
Zacatecas	14,577	5,283	7,916	488
Totales	3,586,123	2,400,930	887,912	50,762

De la tabla anterior se observa, que del total de 3,586,123 vehículos, el 67% de estos eran automóviles, el 25% eran camiones y solamente el 8% eran autobuses, lo que nos indica un porcentaje muy bajo en lo referente a transportes públicos de pasajeros.

GRAFICA DEL CRECIMIENTO VEHICULAR DE LA REPUBLICA MEXICANA ENTRE LOS AÑOS DE 1940 A 1980



DISTRIBUCION DE VEHICULOS EN EL DISTRITO FEDERAL POR AÑOS

AÑO	TOTAL	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOBUSES	MOTOCICLETAS
1925	21,209	15,063	3,059	2,622	465
1930	31,994	22,487	7,068	2,071	368
1935	29,158	22,686	4,502	1,616	354
1940	48,134	35,520	8,616	2,225	1,743
1945	59,549	45,304	9,809	2,621	1,815
1950	74,327	55,014	12,895	4,280	2,138
1955	150,584	110,339	27,685	6,958	5,602
1960	248,048	192,557	35,161	6,910	13,410
1965	379,204	313,055	45,711	6,993	13,455
1970	716,672	589,615	76,500	9,890	41,667
1975	1,199,471	1,004,154	107,954	12,898	74,465
1976	1,136,235	979,188	108,030	13,069	35,948
1977	1,232,868	1,059,354	117,823	13,244	42,447
1978	1,423,283	1,219,002	139,860	13,735	50,686
1979	1,575,629	1,346,687	157,664	14,209	57,069

HABITANTES POR VEHICULO EN EL DISTRITO FEDERAL

AÑO	POBLACION	VEHICULOS	HABITANTES/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
1979	9,500,000	1,575,629	6.0

De las tablas anteriores se observa que siendo el Distrito Federal la entidad con mayor densidad de población y número de vehículos, del total de 1,576,000 vehículos, solo el 11% de éstos eran de servicio público.

Además se observa una relación de 6 habitantes por vehículo, cuando el nivel de saturación es de 2 habitantes por vehículo.

USO Y PROMEDIO DE OCUPACION DEL VEHICULO

El principal uso del automóvil de acuerdo a diferentes estudios es para asuntos de trabajo, con un promedio de ocupación de 3 habitantes por vehículo.

De 37 estudios de origen y destino realizados por la Secretaría de Obras Públicas en 1965, se obtuvieron los siguientes datos:

En viajes foráneos 2.9 ocupantes por automóvil y 23.4 pasajeros por autobús, en el Distrito Federal el promedio es de 1.7 ocupantes por automóvil de estudios realizados entre 1972 y 1976.

PRINCIPALES USOS DEL AUTOMOVIL EN DIFERENTES CIUDADES

Uso	Los Angeles	Caracas	Distrito Federal.	E.E.U.U. (promedio)
Trabajo	71.4%	67.2%	47.9%	41.2%
Negocios	13.8%	18.7%		14.6%
Educación	4.6%		24.7%	1.3%
Compras		13.4%	18.4%	11.8%
Comida	1.0%			4.2%
Recreación	0.6%	0.7%	1.9%	16.0%
Otros	7.6%		8.0%	9.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

POTENCIA Y RENDIMIENTO

Desde la aparición de los primeros vehículos de motor existía una tendencia en aumentar la potencia de éstos, sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial, con lo que se logró una mayor capacidad de carga de los mismos y velocidades superiores a las permitidas en la mayoría de los caminos existentes.

Ultimamente, debido a la crisis mundial de energéticos y al alto costo de los combustibles, se ha observado una reducción en la potencia de los automóviles. Además sabemos que al aumentar la velocidad por arriba de 30 km/hr. el consumo de combustible también aumenta, obteniéndose un rendimiento menor en kilómetros recorridos por litro de combustible.

Velocidad (km/hr.)	32.0	48.0	64.0	80.0	96.0	112.0
Rendimiento (km/lt.)	9.0	8.7	8.0	7.2	6.4	5.4

CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS

En la actualidad existen una gran variedad de vehículos en lo que se refiere a sus características, siendo algunas de las principales las siguientes.

Dimensiones de los vehículos.- La tendencia en la fabricación de automóviles, sobre todo los de tipo Americano, fue la de ir aumentando paulatinamente su tamaño, alcanzando sus máximas dimensiones después de la Segunda Guerra Mundial, llegandose a longitudes de 6.02 m. el Cadillac y 6.00 m. el Chrysler Crow Imperial. Tendiendo a reducir su tamaño en los últimos años, debido al alto costo de los combustibles y de la vida en general.

DIMENSIONES GENERALES DE LOS AUTOMOVILES

Longitud de defensa a defensa.	4.45 - 5.80 m.
Longitud de centro a centro de ruedas	2.80 - 3.75 m.
Anchura total.	1.77 - 2.05 m.
Altura total.	1.53 - 1.74 m.

DIMENSIONES GENERALES DE LOS CAMIONES

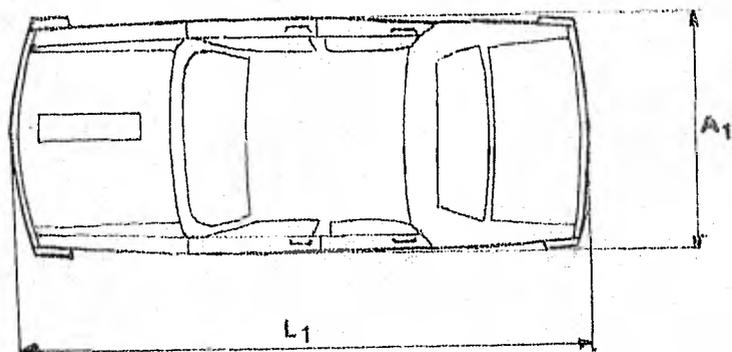
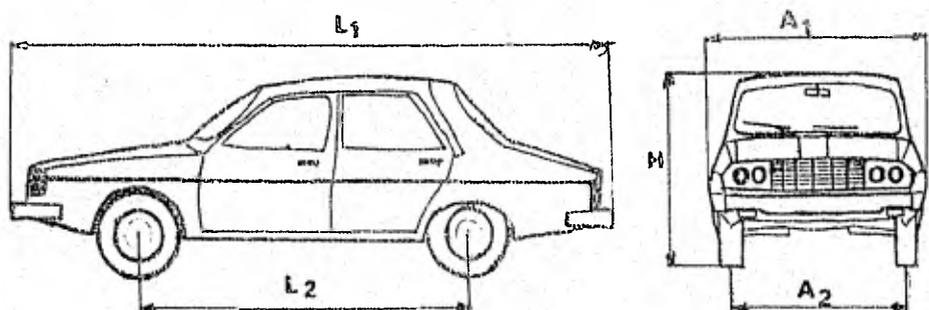
Tipo	Largo total.	Ancho máximo.	Altura máxima.
Camión unitario	9.10 m.	2.44 m.	3.95 m.
Camión y remolque.	18.10 m.	"	"
Tractor y semi-remolque.	12.75 m.	"	"

Radio mínimo de giro.- Es el menor radio en el que un vehículo puede dar vuelta en U a baja velocidad. Para los diferentes tipos de vehículos la Asociación Americana de Funcionarios Estatales (A.A.S.H.O.) considera los siguientes radios mínimos de giro.

Tipo de vehículo.	Longitud	Ancho	Radio de giro		
			Máximo	Mínimo	Normal
Automóvil	5.80 m.	2.10 m.	7.86 m.	4.66 m.	7.32 m.
Autobús o camión	9.14 m.	2.60 m.	13.40 m.	8.60 m.	12.80 m.
Combinación	15.25 m.	2.60 m.	12.50 m.	6.10 m.	12.20 m.

Para proyecto, la A.A.S.H.O., recomienda los siguientes radios de giro.

DIMENSIONES DE VEHICULOS



- L_1 Longitud de defensa a defensa
- L_2 Longitud a centros de ruedas
- A_1 Ancho total
- A_2 Ancho entre ruedas
- H Altura total

Tipo de vehículo	Longitud (m)	Radio de giro (m)
Automóviles	4.75 - 7.55	9.15
Autobuses foráneos	9.15 - 14.00	15.25
Autobuses urbanos	9.00 - 12.90	15.25
Trolebuses	12.50 - 21.00	15.25

INSPECCION MECANICA DE VEHICULOS

Es importante la inspección mecánica de vehículos periódicamente (cada año como máximo) por parte de las autoridades, lo que hace que los propietarios de éstos los conserven en mejor estado, lo que viene a manifestarse en una disminución de accidentes y de la contaminación atmosférica.

Además de las siguientes ventajas:

Se mejora el estado general del vehículo.

Se conserva el vehículo a mejor nivel comercial.

Mejora la calidad de la obra de mano en las reparaciones del vehículo.

Proporciona al dueño del vehículo información sobre el estado general del mismo.

Permite un mejor control de vehículos por parte de las autoridades al poder verificar éstas los números de serie, del motor, etc.

En el Distrito Federal, se suspendió la revisión mecánica de vehículos en 1952, aplicándose actualmente solamente a vehículos destinados al servicio público, por medio de talleres mecánicos que expiden certificados de inspección mecánica, que dejan mucho que desear y solamente se hacen campañas en épocas de mucho tránsito, como son las vacaciones de semana santa y de fin de año.

REVISION RAPIDA DE LAS CONDICIONES MECANICAS DE UN VEHICULO

No obstante que no se lleve a cabo la inspección mecánica de vehículos por parte de las autoridades uno mismo puede revisar éste en forma rápida, sobre todo antes de salir a carretera con lo que se pueden detectar algunas fallas y evitar así un accidente, siendo algunos puntos a revisar:

Estado de las llantas.- Una simple revisión ocular nos permitirá darnos cuenta del estado de las mismas como son

llantas lisas, con cuarteaduras, bolsas, etc.

Frenos.- Basta con oprimir el pedal del freno, observando que éste baje cuando mucho a unos 3 cm. del piso.

Suspensión delantera.- Se para uno frente al vehículo observando que las ruedas no se encuentren abiertas o que las llantas no estén gastadas disparejas, lo que se puede deber a falla de alineación y/o balanceo, lo que puede ser de peligro.

Dirección.- Estando parado el vehículo se gira el volante sin que se alcancen a mover las ruedas, si el giro es de más de un cuarto de círculo se debe reparar la dirección.

Luces.- Estas se revisan encendiéndolas y verificando el cambio de luces (luces altas y bajas), así como las luces direccionales y de alto, reponiendo los focos que estén fundidos.

Limpiadores.- Se revisan haciéndolos funcionar.

Los vehículos de pasajeros, si no satisfacen las pruebas anteriores se deben detener hasta corregir las mismas para evitar accidentes.

GOSTO DE OPERACION

Una de las principales características de los vehículos de motor era el bajo costo de su operación, sobre todo en los automóviles. En la actualidad, al aumentar los precios de todos los artículos es muy importante poder determinar el costo de operación de los diferentes vehículos, siendo los siguientes los principales puntos a revisar:

I.- Consumo de combustible.

$$Cc = \frac{\text{El precio de un litro de combustible.}}{\text{Kilómetros recorridos por litro de combustible.}}$$

2.- Consumo de aceite para motor.

$$Ca = \frac{\text{El importe del aceite entre cambios.}}{\text{Kilómetros recorridos entre cambios.}}$$

3.- Consumo de llantas.

$$Cl1 = \frac{\text{El importe de un juego de llantas.}}{\text{Kilómetros recorridos con esas llantas.}}$$

4.- Amortización del vehículo.-

$$Av = \frac{\text{Precio de compra} - \text{precio de venta del vehículo.}}{\text{Kilómetros recorridos durante su uso.}}$$

5.- Servicio de mantenimiento.-

$$Sm = \frac{\text{Importe de los servicios de mantenimiento.}}{\text{Kilómetros recorridos entre mantenimientos.}}$$

6.- Reparaciones.-

$$R = \frac{\text{Importe de las reparaciones en el año.}}{\text{Kilómetros recorridos durante el año.}}$$

7.- Pensión del vehículo.-

$$Pv = \frac{\text{Importe de la pensión al año.}}{\text{Kilómetros recorridos en el año.}}$$

8.- Impuestos.-

$$I = \frac{\text{Importe de los impuestos pagados en el año.}}{\text{Kilómetros recorridos en el año.}}$$

9.- Operador o chofer.

$$O = \frac{\text{Sueldo del chofer al año.}}{\text{Kilómetros recorridos en el año.}}$$

La suma de los conceptos anteriores nos dará el costo de operación del vehículo por kilómetro recorrido.

EL CAMINO

DEFINICION

Se entiende por camino la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos, incluyendo las calles de una ciudad.

CLASIFICACION DE LOS CAMINOS

CLASIFICACION POR TRANSITABILIDAD

Corresponde a la etapa de construcción en que se encuentra

Camino Pavimentado.	Tratamiento superficial o concreto
Camino revestido.	Transitable en todo tiempo.
Camino de Tierra o - de Terracerías.	Transitable en tiempo de secas.

CLASIFICACION ADMINISTRATIVA

Está en función de la dependencia de gobierno que tiene a su cargo la construcción, conservación y operación del mismo.

Camino Federal	Directamente a cargo de la Federación.
Camino Estatal	A cargo de las juntas locales de caminos.
Camino Vecinal	Construido con la cooperación de los -- particulares beneficiados, para su con- servación pasa a la clasificación ante- rior.
Camino de Cuota	A cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y servicios Conexos. La in- versión es recuperable a través de cuo- tas de paso.

CLASIFICACION SEGUN LA CONFIGURACION DEL TERRENO

Camino en terreno plano.- Es cuando la combinación de los alineamientos horizontal y vertical permiten a los vehículos pesados mantener las mismas velocidades que los vehículos ligeros.

Camino en terreno de lomerío.- Es cuando la combinación de los alineamientos horizontal y vertical obligan a los

vehículos pesados a reducir su velocidad por abajo de la de los vehículos ligeros en algunos tramos del camino.

Camino en terreno montañoso.- Es cuando la combinación de los alineamientos horizontal y vertical, obliga a los vehículos pesados a operar con velocidades muy bajas, en distancias considerables y a intervalos frecuentes.

CLASIFICACION POR SU FUNCION

Camino con control total de accesos.- Tiene preferencia el tránsito de paso y solo existen conexiones con otros caminos en puntos seleccionados de la autopista, prohibiendose las intersecciones a nivel y los accesos directos a propiedades privadas.

Camino con control parcial de accesos.- Tiene preferencia el tránsito de paso y además de las intersecciones con otros caminos en puntos especificos pueden existir algunas intersecciones a nivel y accesos directos a propiedades privadas.

Camino dividido.- Camino de doble circulación, con los sentidos de circulación separados por una faja separadora central, con dos o más carriles por sentido.

Camino no dividido.- Camino sin faja separadora central que divida los sentidos de circulación.

Arteria urbana.- Camino principal en zona urbana para el tránsito de paso, generalmente sobre una ruta continua.

Camino de dos carriles.- Camino no dividido con circulación en ambos sentidos, que tiene un carril destinado para cada sentido.

Camino de tres carriles.- Camino no dividido con circulación en ambos sentidos, que tiene un carril central destinado a maniobras de rebase, en el que se puede circular en los dos sentidos.

Camino de carriles multiples.- Camino no dividido con circulación en ambos sentidos, que tiene cuatro o más carriles para el tránsito.

Vía rápida.- Camino dividido destinado al tránsito de paso con control total o parcial de accesos y generalmente con pasos a desnivel con las intersecciones importantes.

Autopista.- Vía rápida con control total de accesos.

CLASIFICACION TECNICA OFICIAL

Nos permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, toma en cuenta los volúmenes del tránsito sobre el camino y las especificaciones geométricas. (ver tabla anexa.).

ESTADISTICAS

ESTADISTICA MUNDIAL

En la siguiente tabla se observa el lugar que ocupaba México mundialmente en 1976.

PAIS	KILOMETROS DE CAMINOS			Total.
	Pavimentados.	Con grava o sup.	Terraceria.	
E.E.U.U.	2,985,274	2,003,759	1,186,544	6,175,577
Francia	746,606	336,095	- - -	1,347,617
Alemania Occ.	403,990	25,580	40,000	467,570
Japón	336,733	- - -	729,295	1,066,028
Gran Bretaña	332,150	12,870	- - -	345,020
India	251,968	291,462	695,586	1,186,006
Australia	207,644	205,454	424,768	837,866
Canadá	154,507	196,909	54,146	405,562
España	145,500	70,000	182,000	317,500
Polonia	122,432	46,678	29,810	297,898
Bélgica	91,800	1,500	- - -	93,300
Países Bajos	86,110	18,126	- - -	104,236
Irlanda	80,360	381	8,246	88,987
Suecia	70,096	325,491	- - -	395,587
Dinamarca	65,112	- - -	- - -	65,112
Austria	65,000	40,000	40,000	145,000
Suiza	61,658	- - -	- - -	61,658
México	61,392	83,968	- - -	193,390

Un país desarrollado se caracterizó por una red de caminos debidamente planeada, construida y conservada.

ESTADISTICA NACIONAL

La construcción de caminos en México, se inició a partir de 1925, año en que el Presidente Plutarco Elías Calles creó La Comisión Nacional de Caminos, pavimentándose en 1926 la carretera México-Puebla y fue hasta 1952, durante el gobierno del Presidente Miguel Alemán cuando se construyó la primera autopista que fue la México-Guernavaca.

La siguiente tabla nos muestra el progreso de nuestros caminos a través de los años hasta 1975.

Año	Kilómetros de caminos.			Total
	Terracerías	Revestidos	Pavimentados	
1925-28	209	245	421	877
1930	629	256	541	1,426
1935	1,760	1,918	1,559	5,237
1940	1,643	3,505	4,781	9,929
1945	2,239	6,842	8,163	17,404
1950	2,024	6,836	13,595	22,455
1955	2,816	9,164	18,817	32,224
1960	3,860	11,203	26,979	44,892
1965	6,693	18,373	34,431	61,252
1970	6,539	21,079	41,947	71,520
1975	45,653	80,949	59,575	187,500

La siguiente tabla nos muestra la distribución de caminos por entidades dentro de la República Mexicana en el año de 1975.

Entidad	Kilómetros de caminos.			Total
	Terracerías	Revestidos	Pavimentados	
Aguascalientes	289	991	489	1,769
Baja California N.	594	224	2,038	2,856
Baja California S.	1,451	589	1,179	4,254
Campeche	438	737	1,243	2,418
Coahuila	2,470	3,852	2,510	9,812
Colima	324	528	502	1,354
Chiapas	1,544	5,311	1,785	8,801
Chihuahua	2,308	3,505	3,053	8,886
Distrito Federal	9	3	157	169
Durango	1,164	4,546	1,867	7,577

ENTIDAD	TERRACERIAS	REVESTIDOS	PAVIMENTADOS	TOTAL
Guanaajuato	1,146	2,761	1,909	5,816
Guerrero	3,530	3,444	1,578	8,552
Hidalgo	1,294	2,698	1,579	5,571
Jalisco	1,561	4,365	3,127	9,053
México	654	2,973	2,626	6,253
Michoacán	2,600	3,785	2,812	9,197
Morelos	630	700	863	2,193
Nayarit	167	1,733	772	2,672
Nuevo León	509	2,000	2,496	3,013
Oaxaca	3,727	4,866	2,350	11,057
Puebla	1,259	2,966	2,062	6,287
Querétaro	150	2,114	866	3,130
Quintana Roo	576	702	1,448	2,726
San Luis Potosí	224	4,007	1,961	6,192
Sinaloa	5,015	1,632	2,353	9,000
Tabasco	545	1,834	1,382	3,761
Tamaulipas	4,073	2,212	2,485	8,770
Tlaxcala	658	1,758	468	2,879
Veracruz	2,022	4,167	3,728	9,917
Yucatán	260	2,570	1,906	4,736
Zacatecas	564	6,196	1,170	7,930
TOTALES	45,653	80,949	59,575	187,500

PARTES INTEGRANTES DE UN CAMINO Y ESPECIFICACIONES

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino y esta integrado por los siguientes elementos:

Tangentes..- Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas.

Curvas circulares..- Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las que pueden ser simples o - compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos de diferente radio.

Curvas de transición..- Es la curva que liga una tangente con una curva circular teniendo como característica

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS

CONCEPTO	TIPO DE CAMINO			
	ESPECIALES	A	B	C
Velocidad de proyecto	120	60- 100	50- 80	35- 70
Velocidad de operación	100	50- 90	40- 70	30- 60
Tránsito diario (prom. anual)	4000 o más	1500-3000	500-1500	50-500
Tránsito horario (máx. anual)	360 o más	180- 360	60-180	6- 60
Porcentaje de vehículos pesados	50 %	40%-50%	30%-40%	30%-40%
Superficie de rodamiento		Pavimentada		
Obras de drenaje		Concreto o mampostería		
Puentes		Puentes definitivos de concreto o acero		
Señalamientos		Señales metálicas reflejantes		
Entronques o cruzamientos	a desnivel	a nivel o desnivel	a nivel	a nivel
Obras complementarias	definitivas de concreto	definitivas de concreto	mampostería	naturales
Pendiente máxima	4 %	4%-6%	4.5%-6.5%	5%-7%
Grado de curvatura máximo	4°00"	8° 26'	11° 35'	16° 50'
Ancho de corona	variable	8.0-9.0m	7.0-8.0m	6.0-7.0m
Ancho de carpeta	7.0m	6.10m	5.5-6.1m	5.5m
Acotamientos	2.5m			

5

principal que en su longitud se efectúa de manera continua el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical.- Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Y está formado por los siguientes elementos:

Tangentes.- Es el tramo recto limitado por dos curvas sucesivas. Siendo su principal limitante la pendiente.

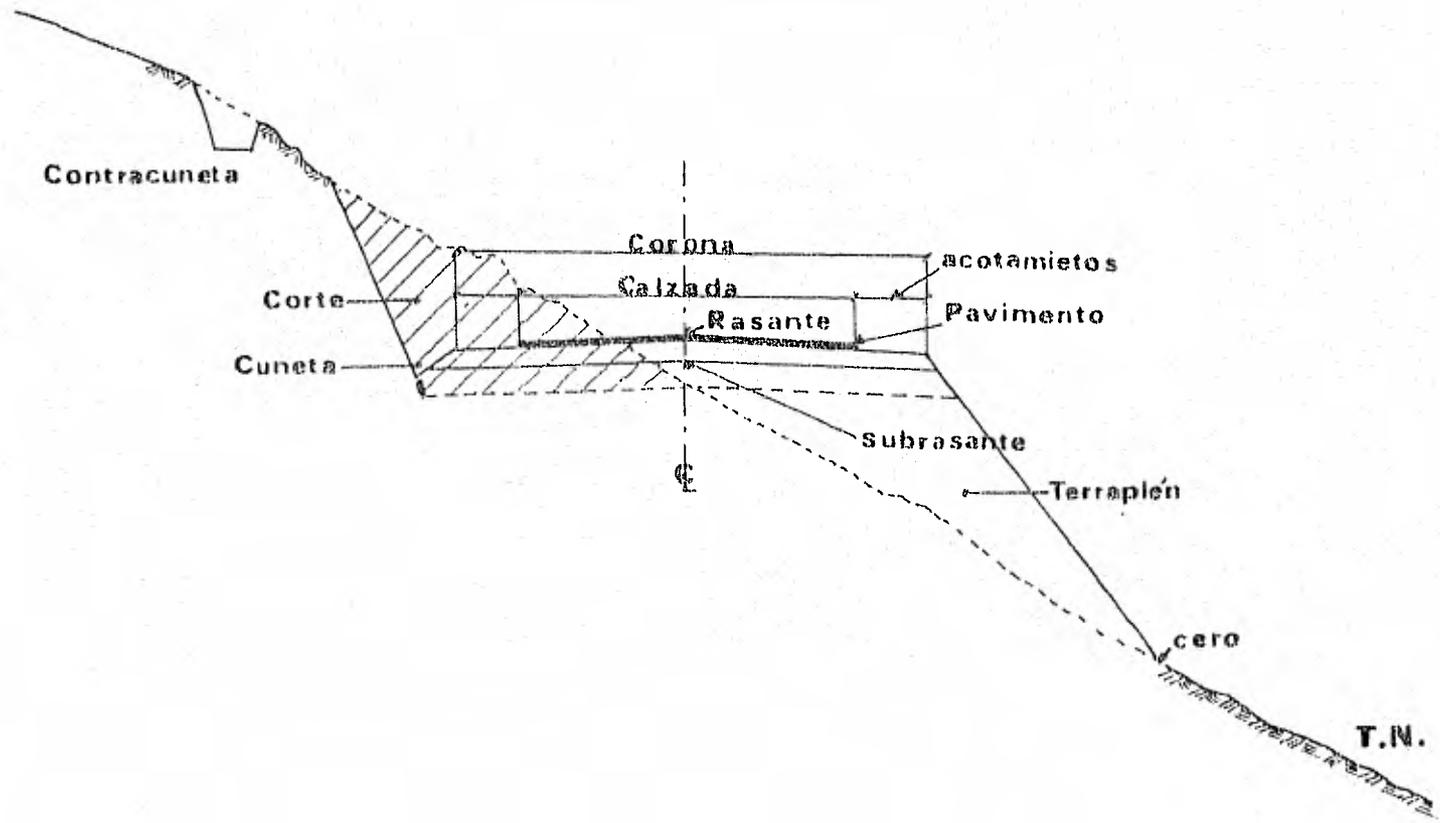
Curvas verticales.- Es aquella que enlaza dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal de un camino esta formada por los siguientes elementos:

Corona.- Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del mismo y consta de los siguientes elementos:

- 1.- Rasante.- Es la línea que se obtiene al proyectar en el plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino.
- 2.- Pendiente transversal.- Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal:
 - a).- Bombeo.- Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación de agua sobre el camino.
 - b).- Sobreelevación.- Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga en los vehículos
 - c).- Transición del bombeo a la sobreelevación.- Es la pendiente que se da al pasar de una sección en tangente a otra en curva.
- 3.- La calzada.- Es la parte de la corona destinada al



SECCION TRANSVERSAL DE UN CAMINO

tránsito de vehículos constituida por uno o más carriles.

4.- Acotamientos.- Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Sirve para estacionar los vehículos en caso de emergencia.

Subcorona.- Es la superficie sobre la que se apoya el pavimento en las terracerías.

Cunetas.- Son las zanjias que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona contiguas a los hombros con el objeto de recibir el agua que escurre por la corona y los taludes.

Contracuneta.- Son zanjias que se excavan arriba de la línea de los cerros de un corte para interceptar los escurrimientos superficiales de agua del terreno natural.

Taludes.- Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, la que varia según el tipo de material.

Partes complementarias.- Son aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación del camino, siendo estos:

1.- Guarniciones y bordillos.- Son elementos parcialmente enterrados que se utilizan para delimitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento, los que por lo general son de concreto hidráulico.

2.- Banquetas.- Son las fajas destinadas a la circulación de peatones ubicadas a un nivel superior al de la corona y pueden estar a uno o ambos lados de ella. Se utilizan por lo general en las zonas urbanas formando parte de la calle.

3.- Fajas separadoras y camellones.- Son las zonas que se utilizan para separar los carriles del tránsito, llamándose faja central cuando separa carriles con diferente sentido de circulación y faja lateral a aquella que divide carriles con el mismo sentido de circulación. Cuando a estas fajas se les construyen guarniciones laterales se llaman camellones.

4.- Derecho de vía.- Es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación y protección de las carreteras.

MAPA DE CAMINOS



RADIO Y SOBREELEVACION DE CURVAS

Cuando un vehículo se desplaza a lo largo de una curva su fre la acción de la fuerza centrífuga que trata de sacarlo de la misma, por lo que es necesario proyectar estas con un radio y sobreelevación adecuados.

Obtención de la fórmula para el cálculo de radios de giro y sobreelevación de curvas.

De las leyes de la dinámica sabemos que $F = m \times a \dots(I)$

También sabemos que $m = \frac{P}{g}$, donde g es la aceleración de la gravedad.

La aceleración en el movimiento circular es $a = \frac{v^2}{R} \dots(2)$

Donde: v = velocidad

R = radio de la curva.

Sustituyendo (2) en (I).

$$F = m \frac{v^2}{R} \quad \delta \quad F = \frac{Pv^2}{Rg} \dots(3)$$

Sumando las fuerzas que actúan sobre el eje de las Xs.

$$F_x = F_x + F_n$$

Donde F_n = Fuerza debida a la fricción

$$F \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha + F_n \mu \dots(4)$$

Sumando las fuerzas que actúan sobre el eje de las Ys.

$$F_n = F \operatorname{sen} \alpha + P \cos \alpha \dots(5)$$

Sustituyendo (5) en (4):

$$F \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha + \mu (F \operatorname{sen} \alpha + P \cos \alpha)$$

$$F \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha + \mu F \operatorname{sen} \alpha + \mu P \cos \alpha$$

$$F \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha + \mu F \operatorname{sen} \alpha + \mu P \cos \alpha \dots(6)$$

Dividiendo (6) entre $\cos \alpha$.

$$F = \mu F \operatorname{tan} \alpha + P \operatorname{tan} \alpha + \mu P \dots(7)$$

Pero $\operatorname{tan} \alpha = S$ (sobreelevación de la curva) $\dots(8)$

Sustituyendo los valores de (3) y (8) en (7)

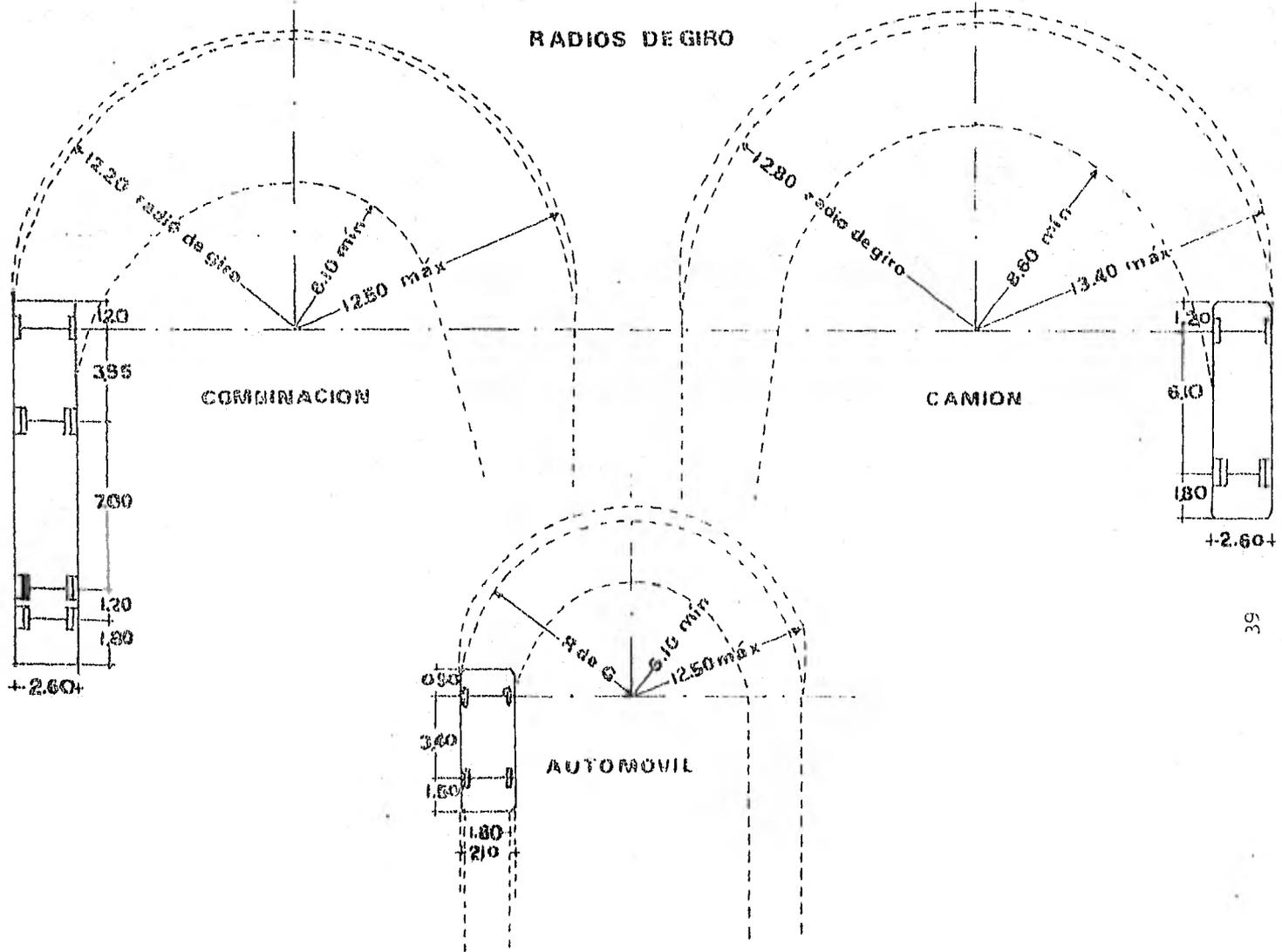
$$\frac{Pv^2}{Rg} - \mu \frac{Pv^2 S}{Rg} = P S + \mu P \dots(9)$$

Dividiendo (9) entre P :

$$\frac{Pv^2}{Rg} (1 - S) = \mu + S$$

$$0 \operatorname{sen} \frac{v^2}{Rg} = \frac{\mu + S}{1 - S} \dots(10)$$

RADIOS DE GIRO



Donde: v = velocidad
 R = radio de la curva
 μ = coeficiente de fricción
 S = sobreelevación de la curva
 g = aceleración de la gravedad

Simplificando la ecuación (I)0

$$S + \mu = 0.0079 \frac{v^2}{R} \dots (II)$$

quedando v en km/hr.

R en metros.

S en metros de sobreelevación por metro de anchura del camino.

Para proyecto se consideran los siguientes valores.

$$S = 10 \% \text{ ó sea } 0.1$$

$$\mu = 0.16 \text{ ó sea } 0.16$$

quedando (II) como:

$$R = 0.0304 v^2$$

Ejemplo.- Calcular el radio de giro R , para una carretera con velocidad de proyecto de 80 km/hr. y con una sobreelevación del 8 %.

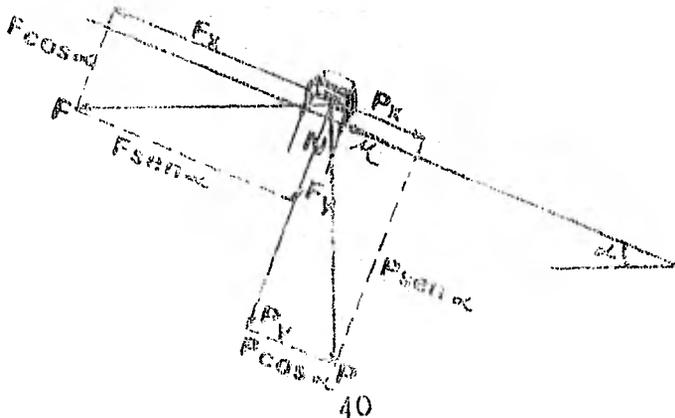
De la tabla el valor de μ para $v = 80$ km/hr. igual a 0.14

$$S + \mu = 0.0079 \frac{v^2}{R} \text{ de donde } R = \frac{0.0079 v^2}{S + \mu}$$

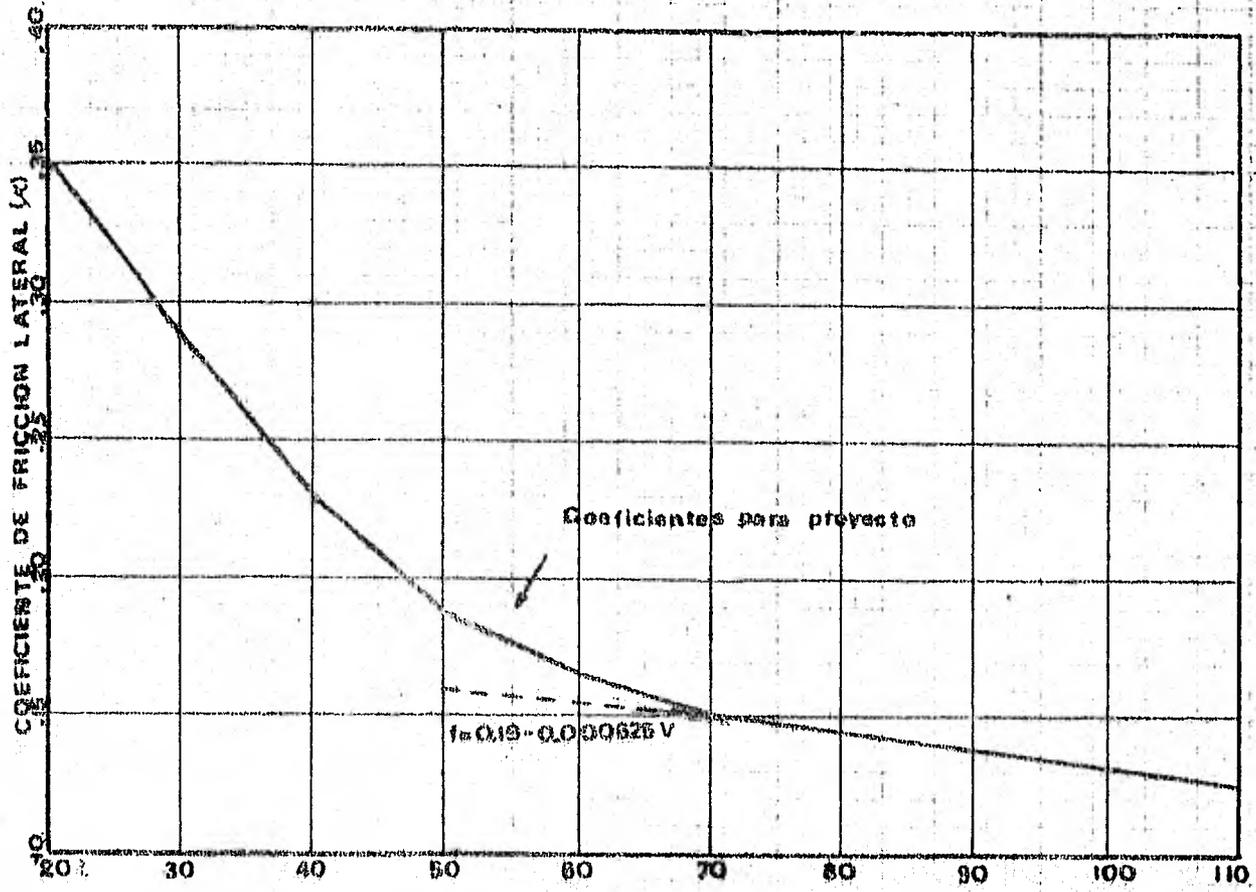
$$\text{Sustituyendo valores } R = \frac{0.0079 (80)^2}{0.08 + 0.14} = 228.0 \text{ m.}$$

Si suponemos una sobreelevación del 10 %

$$R = \frac{0.0079 (80)^2}{0.10 + 0.14} = 209.0 \text{ m.}$$



COEFICIENTES DE FRICCION



VELOCIDAD EN KILOMETROS POR HORA

DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Se llama distancia de visibilidad a la longitud de la carretera que un conductor ve delante de él cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, la que debe de ser suficiente para que el conductor pueda rebasar o frenar sin peligro de colisión con otros vehículos o cualquier obstáculo inesperado sobre el camino. En general se consideran dos distancias de visibilidad: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA Y DE REBASE PARA DIFERENTES VELOCIDADES

Velocidad de proyecto km/hr.	Distancia de visibilidad (m).	
	De parada	De rebase
40	55	140
50	70	190
60	85	240
70	105	290
80	120	340
90	140	390
100	165	450
110	190	500

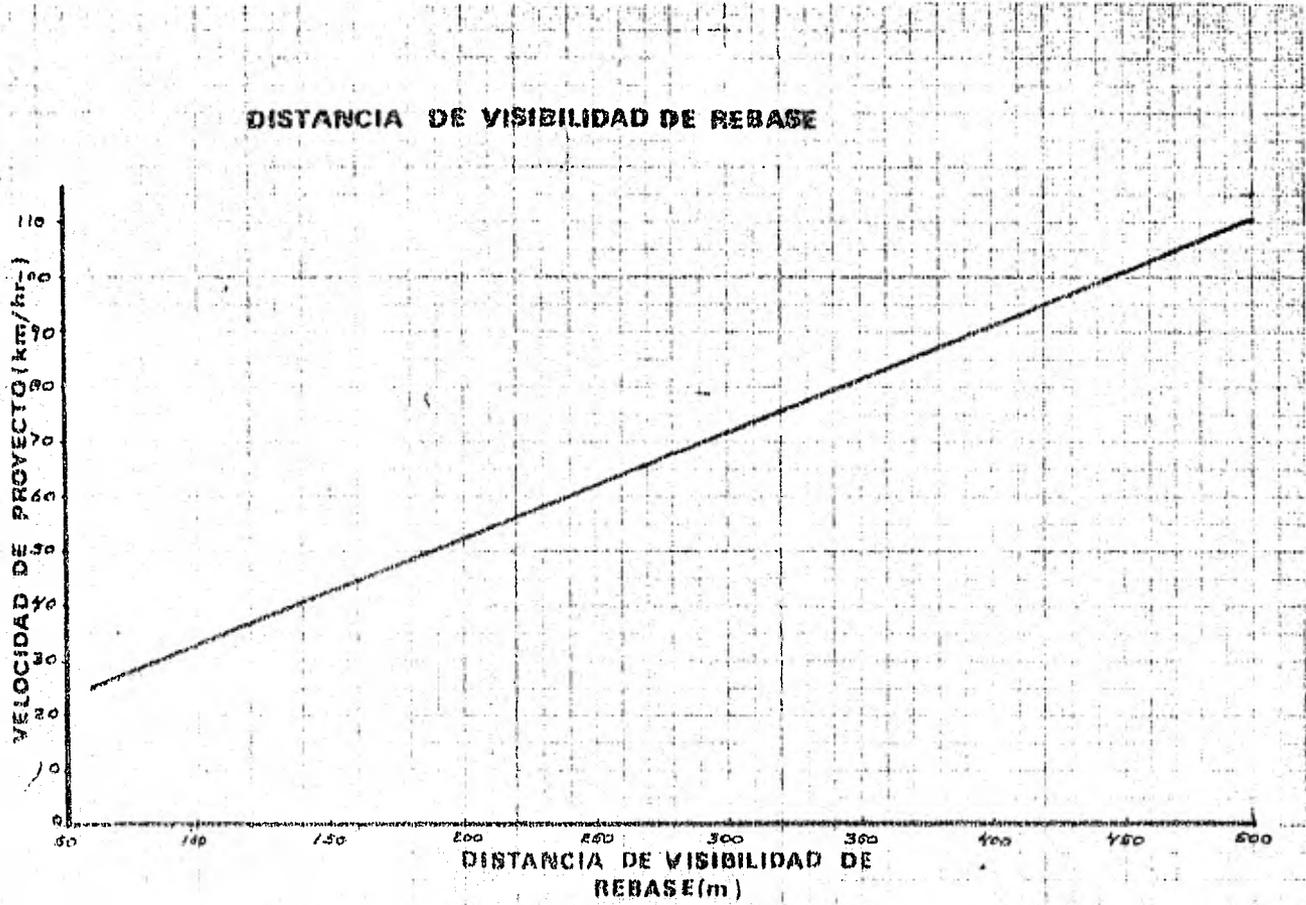
INTERSECCIONES

Se llama intersección a el área donde dos o más vías terrestres se unen, siendo estas de dos tipos: intersecciones a nivel e intersecciones a desnivel.

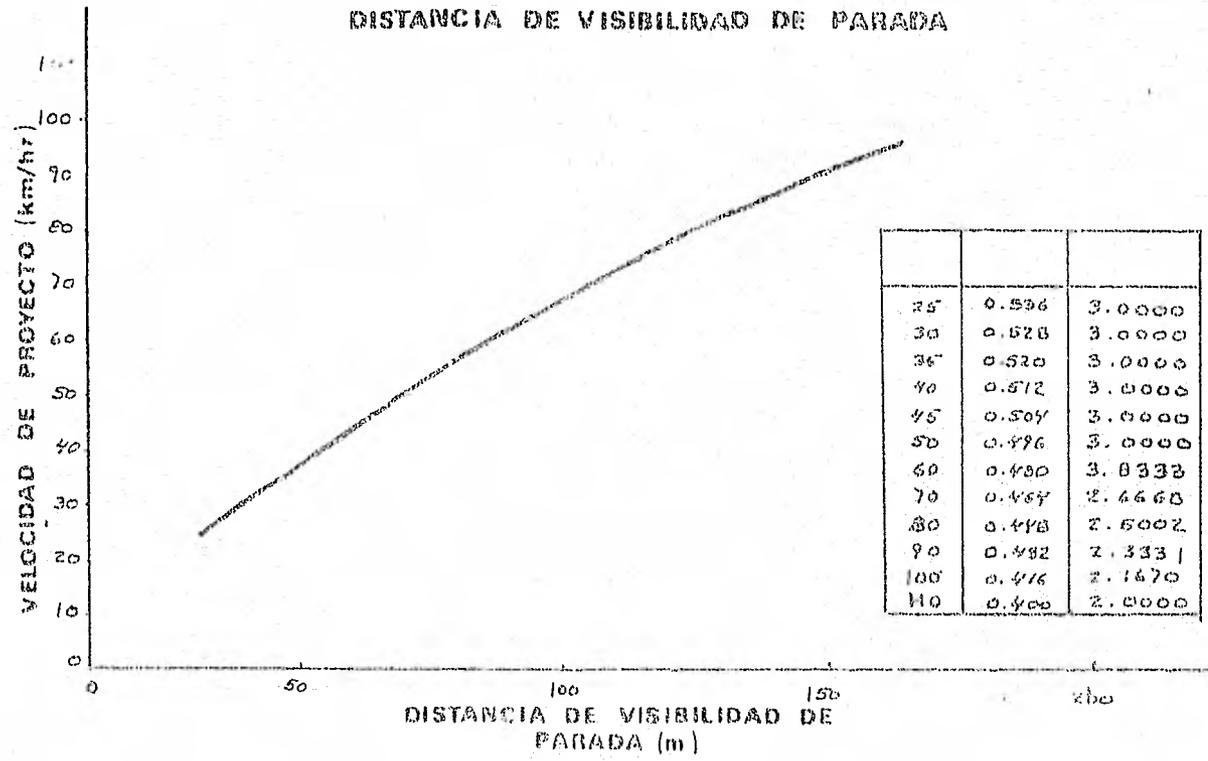
Intersecciones a nivel.- Es la zona donde dos o más caminos se cruzan o se unen permitiendo la mezcla de las corrientes del tránsito en el mismo nivel, siendo estas de dos tipos.

Intersecciones simples.- Son aquellas que no ameritan ningún trabajo en especial dada la importancia del tránsito, basta con hacer los trabajos necesarios para que los vehículos puedan cruzar de un lado a otro en forma segura, en caso de ser necesario se pueden controlar estas por medio de agentes o de semáforos.

Intersecciones canalizadas.- Son aquellas en las que es necesario canalizar el tránsito debido a los volúmenes de tránsito existentes y a la importancia del camino de manera que al conductor no se le presenten varias decisiones a



DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



un tiempo, para lo que se dotarán de señales convenientes como son: de alto, ceda el paso, rayas, etc.

En caso de que la intersección se complique porque concurren a ella tres o más caminos, ésta se puede controlar por medio de agentes o semáforos.

Intersecciones a desnivel.- Son aquellas que permiten que se crucen dos o más caminos a diferente nivel, separando las corrientes del tránsito y se usan cuando los volúmenes de tránsito son demasiado altos, con un índice elevado de accidentes. Tienen un alto costo inicial por lo que su empleo se limita a los casos en que se puede justificar éste.

Factores que afectan el tipo adecuado de intersección a desnivel, así como su diseño:

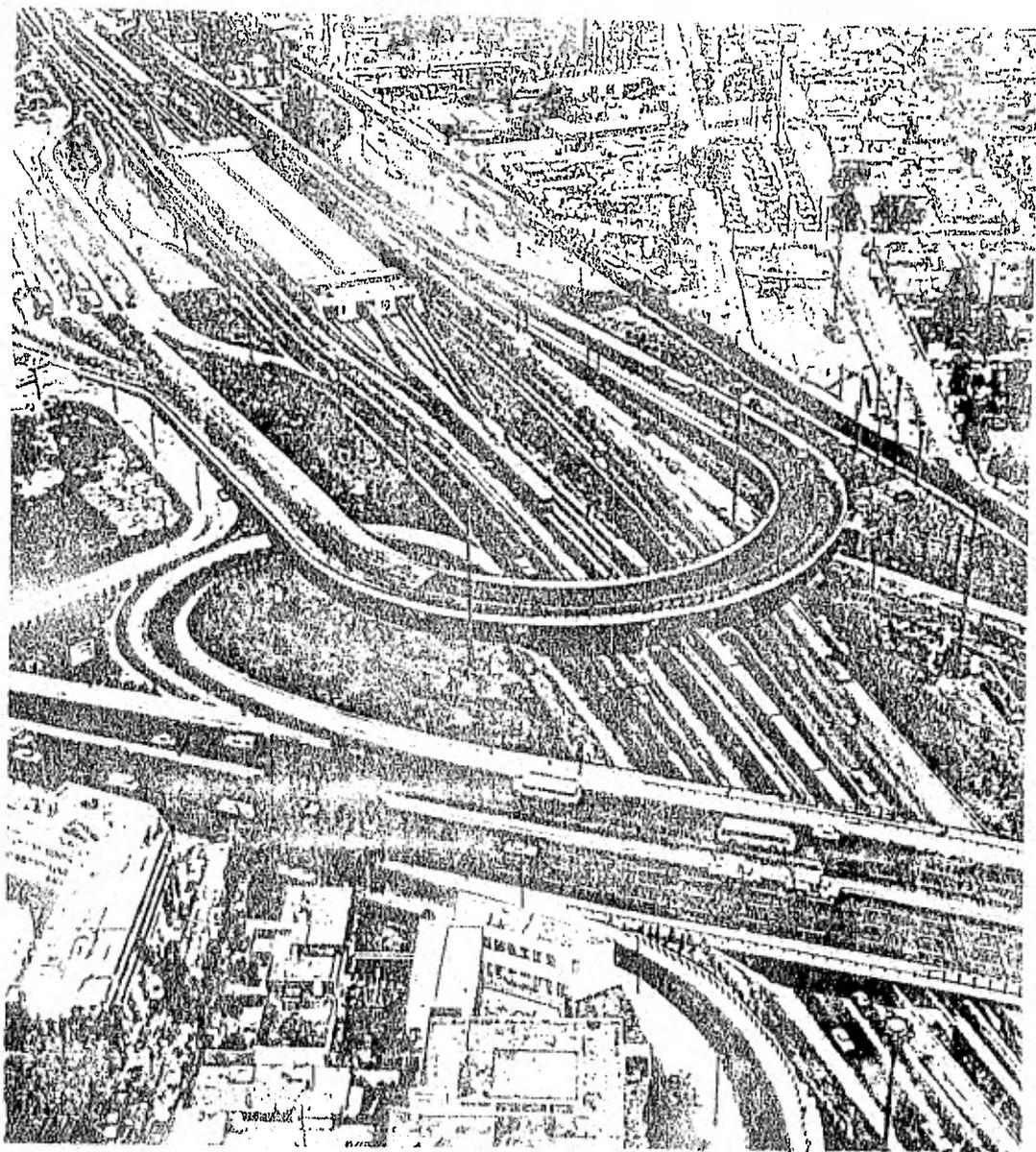
A) Ventajas de las intersecciones a desnivel:

- 1.- La capacidad de la rama para el tránsito directo puede hacerse igual o casi igual a la capacidad del camino.
- 2.- Son más seguras, proporcionando al tránsito directo y al que da vuelta a la izquierda mayor comodidad, el tránsito que da vuelta a la derecha hace las mismas maniobras que en las intersecciones a nivel.
- 3.- Para el tránsito directo se eliminan las paradas y los cambios apreciables de velocidad.
- 4.- El proyecto se puede adaptar a los diferentes niveles, ángulos y posiciones de los caminos que se intersectan.
- 5.- Generalmente las intersecciones a desnivel se adaptan a la construcción por etapas.
- 6.- La separación de los niveles es una parte esencial de las vías rápidas y de las autopistas.

B) Desventajas de las intersecciones a desnivel:

- 1.- El costo de la ingeniería de proyecto, el derecho de vía, la construcción y el mantenimiento de las intersecciones a desnivel es más caro que en las intersecciones a nivel.
- 2.- Las intersecciones a desnivel al principio son peligrosas para el usuario debido a que estos tienden a confundirse hasta que se familiarizan con éstas.

INTERSECTIONS & DESIGN



3.- Cuando el proyecto implique un paso inferior, es conveniente dar desde el principio el ancho definitivo a la estructura, ya que las ampliaciones salen más caras.

4.- Una separación de niveles puede involucrar crestas y columpios inconvenientes en el perfil de uno o de los dos caminos que se intersectan, especialmente si la topografía es plana.

Factores que se necesitan considerar en la justificación de una intersección a desnivel:

- A) Tránsito y operación.- El principal factor en la justificación de una intersección a desnivel son los volúmenes elevados de tránsito.
- B) Las condiciones del lugar.- Cuando la topografía del lugar es tal que haga incosteable cualquier otro tipo de intersección que cumpla con las especificaciones, las intersecciones a desnivel son las más adecuadas.
- C) El tipo de camino.- La necesidad de disponer en el futuro de tránsito continuo o de un control de acceso total entre dos terminales dadas de una carretera puede ser un requisito que justifique construir intersecciones a desnivel en los caminos que intersectan al camino principal.
- D) La seguridad.- Cuando hay una alta incidencia de accidentes en una intersección a nivel, esto puede justificar la construcción de una intersección a desnivel.
- E) Factores económicos.- Hay ocasiones en que las intersecciones rotatorias requieren un mayor derecho de vía lo que hace más económica la solución de intersección a desnivel.

Tipos de intersecciones a desnivel.- El tipo de intersección a desnivel está dado por el número de ramas de la intersección, los volúmenes probables del tránsito directo y del de vuelta, por la topografía y por las estructuras existentes, siendo los principales los siguientes: en "T" o tronqueta, "Y" o direccional, trebol parcial, trebol, diamante, direccional y glorieta.

Intersecciones Rotatorias. Se llama intersección rotatoria o glorieta a aquella intersección a nivel que opera con circulación continua, en un sentido alrededor de una isla central y se compone de los siguientes elementos:

Isla central..- Es la parte central con tratamiento de jardín por lo general.

Isletas deflectoras..- Son pequeñas islas que se encuentran en las intersecciones con las calles que convergen a ésta, por lo general de forma triangular.

Distancia de entrecruzamiento..- Es la distancia más corta entre dos isletas deflectoras.

Calzada de la intersección..- Es la parte del arroyo de circulación alrededor de la isla central.

Ramas de la intersección..- Son las calles que convergen a la intersección.

Elementos aplicables al diseño de intersecciones rotatorias:

A) Ventajas y desventajas de las intersecciones rotatorias

Ventajas:

- 1.- La circulación en un solo sentido permite un flujo continuo y ordenado con bajos volúmenes, sin demoras por paradas.
- 2.- Los movimientos de entrecruzamientos reemplazan a los cruces oblicuos comunes en las intersecciones a nivel disminuyendo los conflictos.
- 3.- La mayoría de los accidentes que ocurren en estas son de menor envergadura, causando solo daños materiales.
- 4.- Todas las vueltas pueden efectuarse con facilidad, aunque se requiere de distancias adicionales de recorrido para todos los movimientos, excepto las vueltas derechas.
- 5.- Son especialmente indicadas para intersecciones con cinco o más ramas.

6.- Cuestan menos que una intersección a desnivel con todas sus rampas en la misma superficie, sin embargo su capacidad será menor.

Desventajas:

- 1.- La capacidad de una intersección rotatoria es inferior a la de una intersección canalizada.
- 2.- La intersección rotatoria deja de funcionar satisfactoriamente cuando dos o más ramas, especialmente si tienen cuatro o más carriles, registran volúmenes de tránsito que se acercan a su capacidad al mismo tiempo.
- 3.- Por lo general requieren de mayor derecho de vía y longitud de calzada, costando más que otros tipos de intersecciones a nivel.
- 4.- La gran superficie que se requiere para las intersecciones rotatorias limita su uso en zonas con muchas construcciones.
- 5.- Para la construcción de intersecciones rotatorias se requiere de terrenos planos, en condiciones de topografía irregular puede resultar poco práctico el construirlas.
- 6.- No son convenientes en ubicaciones con altos volúmenes de tránsito de peatones por tener flujo continuo.
- 7.- Requieren de grandes dimensiones cuando conectan arterias de alta velocidad, lo que significa mayores longitudes de entrecruzamiento.
- 8.- Para una operación óptima las intersecciones rotatorias requieren de un señalamiento apropiado, efectivo de día y noche.
- 9.- Para el funcionamiento correcto de una intersección rotatoria deberán controlarse las entradas y salidas a la misma.
- 10.- El costo de la iluminación y de la jardinería en una intersección rotatoria se deberá comparar con el costo de una intersección canalizada.

B) Condiciones de tránsito para el proyecto de intersecciones rotatorias.

1.- Composición del tránsito.- Una intersección rotatoria puede operar con todo tipo de vehículos de motor, siempre que el proyecto sea lo suficientemente amplio.

2.- Velocidad de proyecto.- Se recomienda para velocidades bajas entre 25 y 40 km/hr., ya que para velocidades altas su tamaño resulta prohibitivo, por lo que no se usan en carreteras.

3.- Volúmenes de tránsito.- Las intersecciones rotatorias son más eficaces cuando los volúmenes de tránsito de las diferentes ramas son aproximadamente iguales, con un volumen total de 3000 v.p.h.

C) Zona de entrecruzamientos.- Es necesario estudiar la anchura y longitud de los entrecruzamientos dependiendo si estos son simples o múltiples y relacionarlos con el volumen de vehículos.

D) Isla central.- El proyecto de esta es gobernado por la velocidad de proyecto de la intersección, el número y la ubicación de las ramas y las longitudes necesarias de entrecruzamiento.

E) Calzada.- La anchura de la calzada es aquella necesaria para alojar los volúmenes de tránsito máximo que se esperan, siendo la anchura mínima de dos carriles de 3.65 m. de ancho cada uno, para zonas rurales se recomiendan cuatro carriles como máximo.

F) Entradas y salidas.- Para que opere bien la intersección se requiere que la velocidad en las entradas y salidas sea lo más cercana a la velocidad de la intersección.

G) Isletas deflectoras.- Dividen las entradas de las salidas en las ramas, por lo que afectan la operación de la intersección y es muy importante prestar mucha atención a su diseño como son ángulos y dimensiones. También alojan a los semáforos, postes de alumbrado y sirven de refugio a los peatones.

H) Pendientes transversales de la calzada.- La sobreelevación del pavimento está en función de los radios y de -

la velocidad de proyecto, se deben proyectar en las entradas, en las salidas y en la calzada. Para lo que es recomendable mantener dentro de ciertos límites la diferencia algebraica de las pendientes transversales como sigue:

Velocidad de proyecto en la calzada (km/hr.)	Máxima diferencia algebraica de pendientes transversales en el lomo de la corona.
25-40	0.07-0.08
40-50	0.06-0.07
50-60	0.05-0.06

- I) Distancia de visibilidad y pendientes.- La distancia de visibilidad en las entradas de la intersección debe ser lo suficientemente larga para que permita a los conductores incorporarse a la corriente del tránsito de la calzada, debe ser mayor que la distancia de parada y deberá tener como mínimo 180 m.
- J) Guarniciones y acotamientos.- La isla central e isletas deflectoras deberán estar limitadas por guarniciones para mejorar la visibilidad, además de servir como barrera parcial.
- K) Arquitectura del paisaje y monumentos.- Es importante dar a las intersecciones una vista agradable, incluso se puede elevar la parte central de las mismas, pero no es recomendable el uso de árboles o arbustos que limiten la visibilidad. Respecto a colocar monumentos y objetos que llamen la atención del público, esto no es recomendable ya que por tener éstas intersecciones circulación continua es difícil el acceso a las mismas.
- L) Dispositivos para el control del tránsito.- Se requiere de señales efectivas de día y de noche, las que deberán ser reflejantes o de preferencia luminosas.
- M) Iluminación.- Es recomendable que las intersecciones rotatorias tengan alumbrado propio.
- N) Análisis de operación.- Cuando una intersección deja de funcionar eficientemente es necesario llevar a cabo recuentos de los volúmenes de tránsito en las ramas y en varios puntos de la calzada durante periodos de 24 ó 16 horas para conocer la hora de máxima demanda y una vez

conocida ésta debemos obtener los movimientos direccionales para conocer la magnitud de los movimientos de entrecruzamiento, con lo que se revisará el diseño de la intersección para determinar las causas de la falla.

Canalización y control de intersecciones rotatorias.- Cuando este tipo de intersección deja de funcionar eficientemente, por lo general se recomienda transformarlas a intersección canalizada controlada por semáforos, lo que ha dado resultados positivos en la mayoría de los casos. Cuando se requiere cortar la isla central para dar paso en dos direcciones con altos volúmenes de tránsito, se puede pensar en la construcción de una intersección a desnivel.

Carriles de aceleración y desaceleración.

Carril de aceleración.- Es aquel que se adiciona a un camino con longitud suficiente para permitir al vehículo que se incorpora al camino aumentar su velocidad de manera que pueda introducirse a la corriente del tránsito en una forma segura.

Carril de desaceleración.- Es aquel que se adiciona a un camino con longitud suficiente para permitir al vehículo que sale del camino disminuir su velocidad de manera que pueda incorporarse al camino secundario en forma segura.

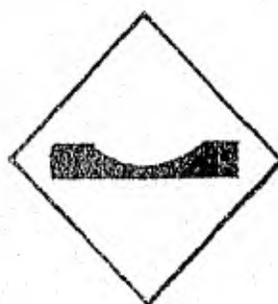
Para el proyecto de carriles de aceleración y desaceleración se deben tomar en cuenta las velocidades y el tipo de curva que da entrada o salida al camino, la tabla siguiente nos relaciona estos valores.

Velocidad de proyecto.	Longitud de carriles.		Radio de curvatura.
	Aceleración	Desaceleración.	
48 km/hr.	0 m.	0 m.	- - -
64 "	54 "	42 "	15 m.
80 "	123 "	66 "	15 "
96 "	225 "	90 "	15 "
112 "	354 "	114 "	

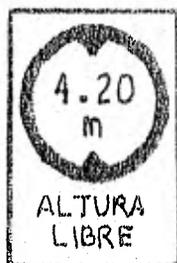
SEÑALES

Las señales son tableros fijados sobre postes o estructuras con símbolos, leyendas o ambas cosas, que tienen por objeto

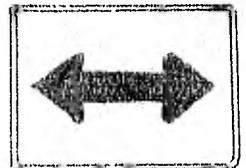
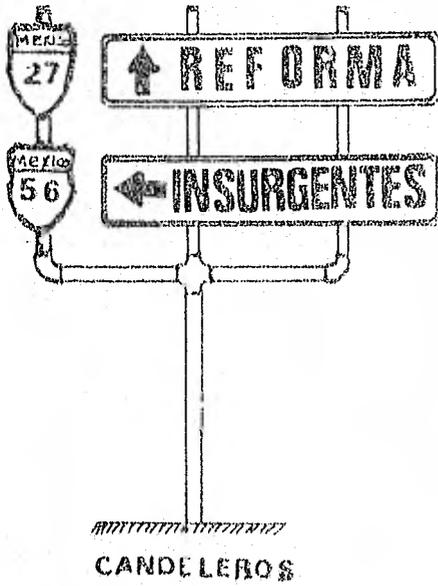
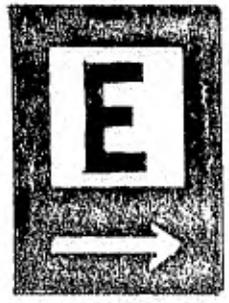
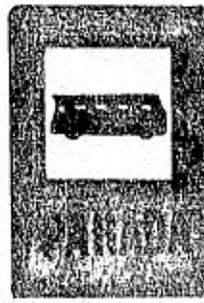
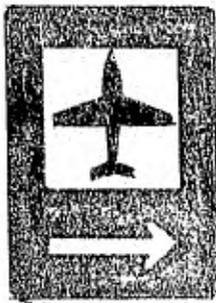
SEÑALES PREVENTIVAS



SEÑALES RESTRICTIVAS



SEÑALES INFORMATIVAS



prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino, además de proporcionarles la información necesaria para facilitarles el viaje.

Las señales de acuerdo con su función se clasifican de la siguiente forma :

Señales preventivas.- Son aquellas destinadas a prevenir accidentes además de evitar cambios bruscos a los conductores de vehículos. Son en forma de cuadrado con fondo de color amarillo, símbolo y ribete de color negro, se deben colocar antes del riesgo que se trate de señalar a las siguientes distancias:

Zona	Distancia	Tipo de camino.
Urbana	50 - 100 m.	De baja velocidad
Rural	50 - 100 m.	De baja velocidad
Rural	100 - 150 m.	De velocidad media
Rural	100 - 150 m.	De alta velocidad

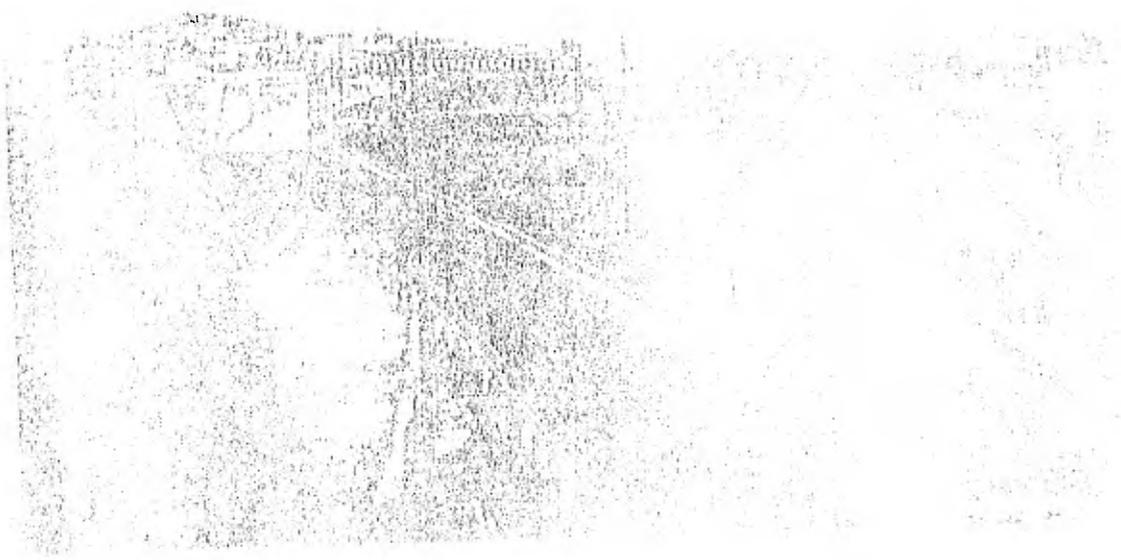
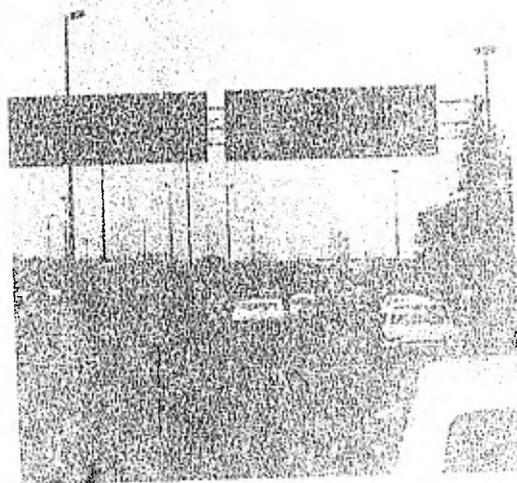
Señales restrictivas.- Son aquellas que marcan al conductor alguna prohibición o limitación de acuerdo con los reglamentos de tránsito. Son de forma rectangular con fondo de color blanco, círculo en color rojo, letras y ribete en color negro, se deben colocar en forma vertical, en el punto donde existe la prohibición o restricción.

Señales informativas.- Tienen como finalidad el proporcionar al usuario información de tipo turístico, direccional, de servicios, etc. Son de forma rectangular con fondo de color blanco, letras y ribetes de color negro, se deben colocar con el lado mayor en posición horizontal, no tienen limitación de tamaño, pero se recomienda que la leyenda tenga como máximo tres renglones.

Distancia lateral y altura de señales:

Tipo de camino	Distancia lateral	Altura
Con acotamiento de 2.40 m.	2.40 m.	1.50 m.
Con acotamiento menor de 2.40 m.	1.50 m. (mín.)	1.50 m.
Zona urbana	0.30 m. de la banqueta.	2.00 m.

SECRET



Señales elevadas en caminos.	2.0-3.0 m.(postes)	4.50 m.
Señales elevadas en autopistas.	fuera del acotamiento (postes).	4.50 m.

AUTOPISTAS

Se llama autopista a las carreteras modernas diseñadas y construidas para viajar en ellas a altas velocidades, en estas por lo general se separan los sentidos de circulación del tránsito por medio de un camellón central y se clasifican de la siguiente formas:

Autopista simple.- Es una vía de primer orden con cuatro o más carriles, con camellón central, con control parcial o total de los accesos y con pasos a desnivel en las intersecciones generalmente (expressway)

Autopista de vía libre.- Es un camino de alta velocidad con cuatro o más carriles, con camellón central, con absoluto control en los accesos, pasos a desnivel en las intersecciones, todo esto de tal manera que el proyecto integral permita un movimiento continuo de vehículos. No se pueden establecer instalaciones privadas dentro del derecho de vía (free way o thruway).

Autopista jardín.- Son exclusivas para el uso de automoviles, con camellón central por lo general bastante ancho con tratamiento de jardín, lo mismo que los terrenos sobre el derecho de vía. Pueden tener las características de autopista de vía libre con accesos controlados o solamente las características de las autopistas simples.

PLANIFICACION VIAL URBANA

EL TRAZO DE LAS CIUDADES EN MEXICO

El trazo de la mayoría de las ciudades fundadas durante la Colonia fue en forma de damero o de cuadrícula geométrica con excepción de ciudades como Taxco, Guanajuato y Zacatecas en las que se observa un trazo completamente irregular de sus calles como resultado de su origen como campamentos mineros. Este mismo tipo de trazo se ha seguido utilizando en la mayor parte de nuestras ciudades modernas, las que se puede decir fueron trazadas sin una planeación urbana tanto de recursos económicos como técnicos y en las que no se tomo en cuenta a los vehículos de combustión interna que son uno de los elementos que más han influido en el desarrollo urbano de México.

Se puede decir que el crecimiento urbano en México fue en forma acelerada a partir del presente siglo, la población urbana (la que vive en localidades de 15,000 habitantes o más) ha crecido más rápidamente que la población total del país, siendo este crecimiento de casi tres veces entre 1900 y 1940 (1.4 a 3.9 millones) y cerca de seis veces entre 1940 y 1970 (3.9 a 22 millones). Encontrándose concentrado cerca del 27% del total de habitantes en diez ciudades del país, con un 61% de la población urbana.

El crecimiento medio anual de la población en México es del 3.46% lo que significa la duplicación de la población cada 20 años y viene a ser un reto para la planeación urbana, así como para la planeación vial.

DEMANDA DE MOVIMIENTO EN LAS CIUDADES

En una ciudad los movimientos principales son de dos tipos:

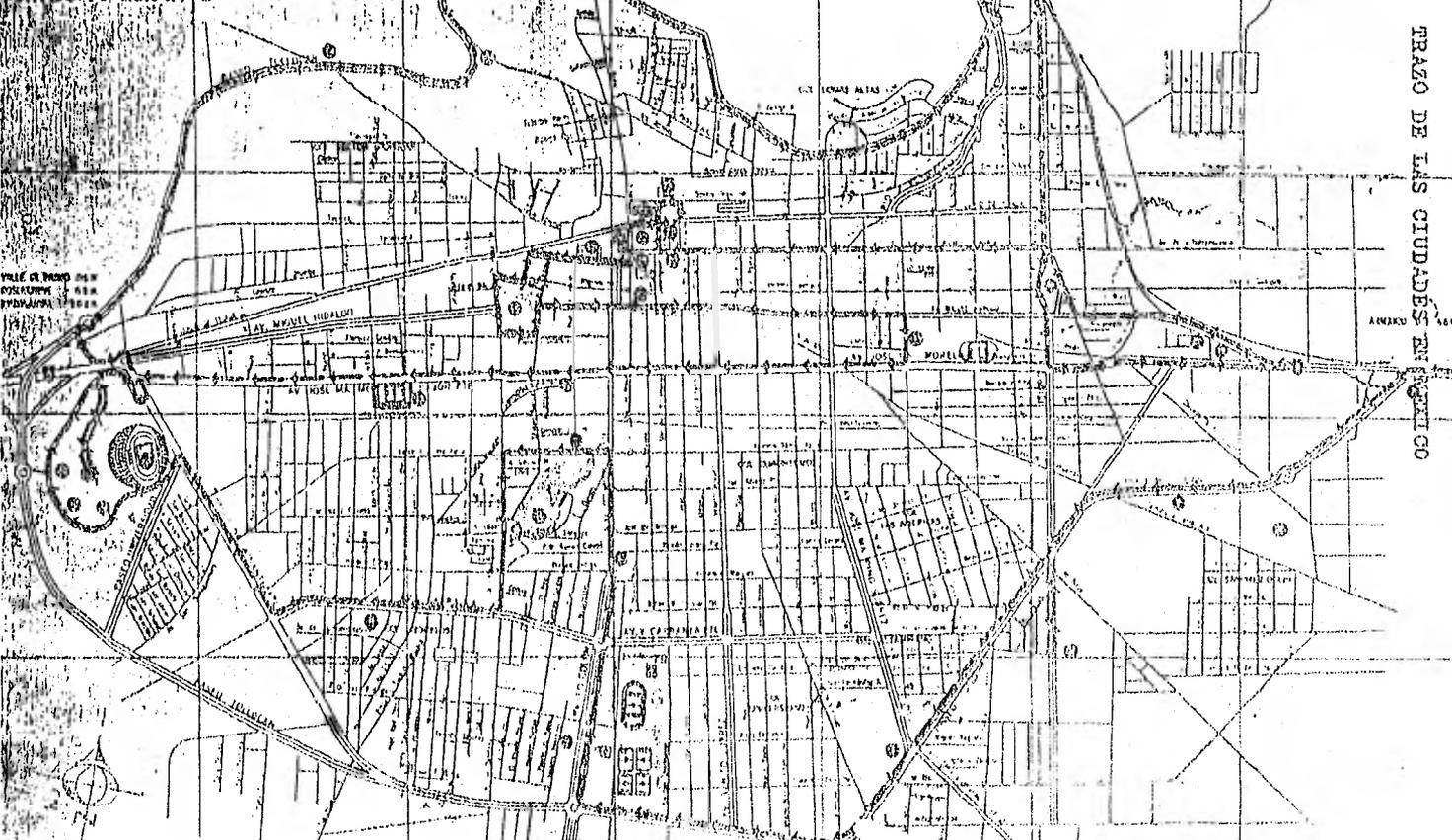
Movimientos internos.- Estos aumentan con el tamaño de la ciudad y son por lo general de la periferia hacia el centro viejo de la ciudad o hacia los nuevos centros comerciales, los que se convierten en polos de atracción.

Movimientos externos.- Se presentan sobre todo en ciudades pequeñas en las que la mayoría de los vehículos las cruzan por pasar los caminos por los centros de éstas, pero por lo general no se detienen.

TOLUCA DE RUICA DE CUICACA

- | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 1.—Paseo Tobocon | 3 D | 13.—Facultad de Comercio | A A | 24.—Museo de Usos y Costumbres | 3 D |
| 2.—Casa de los Artesanos | 4 F | 14.—Monumento Adolfo López | | 25.—Escuela de Artes y Oficios | 3 D |
| 3.—Central Camionera Toluca | 4 F | 15.—Maternidad | 1 D | 26.—Plaza de Justicia | 3 D |
| 4.—Club de Fútbol | 5 E | 16.—Paseo Tobocon (Parque) | 2 C | 27.—Catedral | 3 D |
| 5.—Paseo Colón | 5 C | 17.—Iglesia San Agustín | 2 C | 28.—Vestíbulo | 3 C |
| 6.—Iglesia San José "El Rincón" | 4 D | 18.—Monumento Pedro Pablo Kuczynski | 1 E | 29.—Jardín Obispos (Alameda) | 3 C |
| 7.—Plaza de los Jagueiros | 3 C | 19.—Jardín Reforma | 1 F | 30.—Fortaleza | 3 D |
| 8.—Museo de Ciencias Naturales | 4 C | 20.—Monumento de la Bandera | 1 E | 31.—Alm. S.B. | 3 E |
| 9.—Escuela Normal Superior | 4 B | 21.—Museo de Arte Popular | 1 E | 32.—Museo de la Cienciología | 3 C |
| 10.—Escuela Univeritaria | 4 A | 22.—Presidencia Municipal | 5 C | 33.—Estadio de Fútbol | 3 C |
| 11.—Escuela de Ingeniería | 4 A | 23.—Plaza de los Plátanos | 3 C | 34.—Cuartel | 1 F |
| 12.—Facultad de Leyes | 4 A | 24.—Palacio Legislativo | 3 E | 35.—Calle de San Carlos | 4 D |

SITIOS A VISITAR



GRAZO DE LAS CIUDADES EN MEXICO

PROPIEDAD DE LA COMPAÑIA MEXICANA DE SERVICIOS Y TURISMO

En la actualidad, la planificación vial urbana se ha basado en observaciones de la naturaleza como es la circulación de la sangre en el sistema circulatorio o la sabia en las plantas, las que circulan por conductos que van disminuyendo de diametro conforme se alejan del centro o corazón. Lo mismo sucede con los arroyos, los que van formando riachuelos, estos a su vez rios tributarios y por último rios principales, los que cada vez se vuelven más caudalosos.

Lo anterior es aplicable al movimiento de personas y vehículos respecto al centro de las ciudades, el que es máximo en éste y disminuye hacia la periferia. Para lo que se construyen autopistas diagonales y de tipo radial combinadas con sistemas de transporte urbano masivo con el objeto de poder crear movimientos continuos.

VIALIDAD EN LA CIUDAD DE MEXICO

Las autoridades del Departamento del Distrito Federal continúan con la tarea de dotar a la ciudad de un sistema vial constituido por vías radiales, anillos concentricos y ejes viales, dentro de planes a largo plazo.

Dentro de las principales vías en construcción se encuentran:

Arteria	Longitud		
	Construida	Requerida	Faltante
Circuito interior.	9.4 kms.	34.5 kms.	25.1 kms.
Anillo periferico.	31.8 "	76.0 "	44.2 "
Ejes viales.	230.0 "	540.0 "	309.0 "
Viaducto M. Alemán.	11.5 "	15.3 "	3.8 "
Viaducto Tlalpan.	12.0 "	15.0 "	3.0 "
Radial Aquiles Serdán.	3.0 "	8.8 "	5.8 "
Insurgentes Norte (La Raza a Indios Verdes).	3.8 "	5.0 "	1.2 "
Calz. Ignacio Zaragoza.	0.8 "	2.8 "	2.0 "

VOLUMEN DE TRANSITO

DEFINICION

Se entiende por " Volumen de Tránsito " el número de vehículos de motor que tránsito por un camino en un determinado tiempo y sus unidades están dadas por vehículos por hora, día, semana, mes y año, siendo las dos primeras las más utilizadas. La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo para poder ser considerado eficiente por lo que es conveniente conocer los volúmenes de tránsito en los caminos en estudio.

Existen diferentes volúmenes de tránsito dependiendo del tramo o tipo de camino que se quiere estudiar, los que también tienen variación a lo largo del tiempo.

En los caminos urbanos para conocer el volumen de vehículos entre dos puntos, como puede ser entre las zonas habitacionales y las zonas industriales, comerciales, escolares, de recreo, etc.

En los caminos rurales para conocer el volumen de vehículos entre dos puntos, el que puede ser de tipo comercial con altos volúmenes de vehículos entre semana, turístico con altos volúmenes de vehículos los fines de semana, agrícola aumentando el volumen de vehículos durante ciertas épocas al año, etc.

METODOS DE ESTUDIO

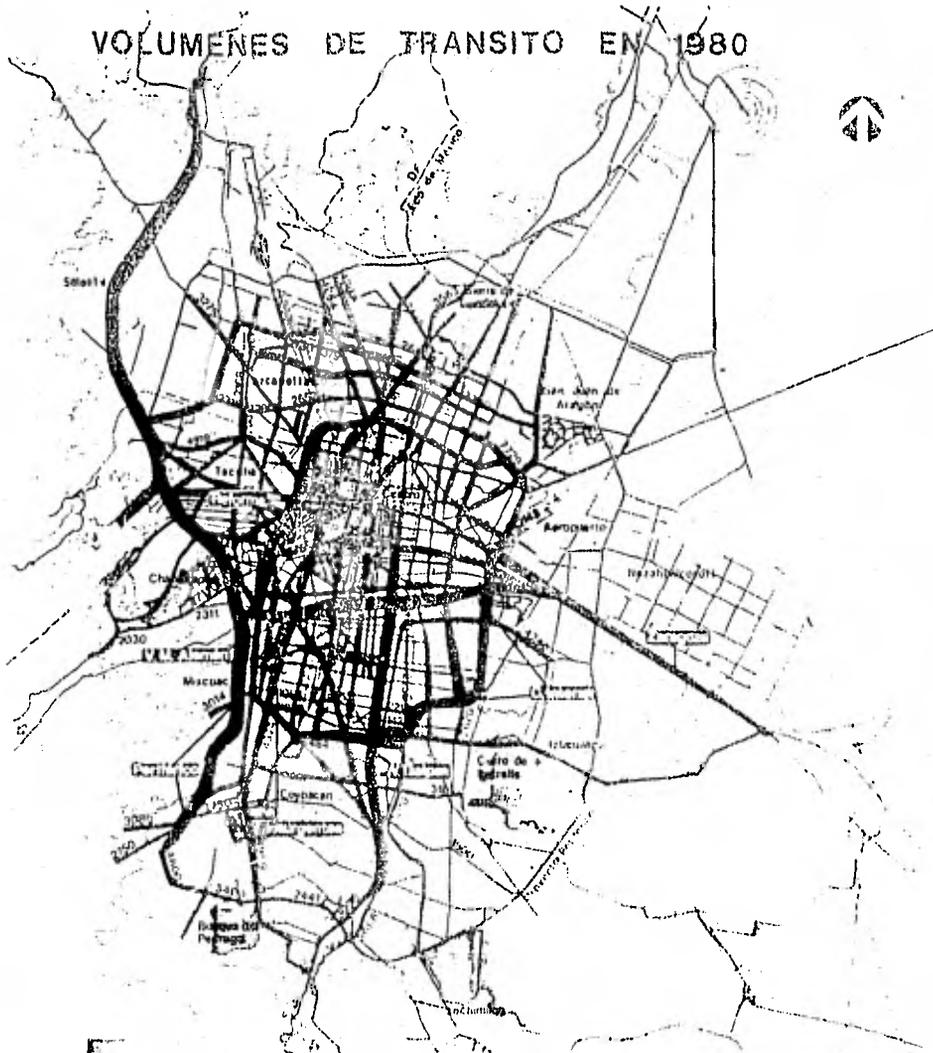
Los estudios sobre Volumen de Tránsito y las variaciones de este a lo largo del tiempo nos permiten conocer la capacidad de nuestros caminos, con lo que las autoridades encargadas de estos pueden ver si es necesario modificarlos, ampliarlos, construir caminos nuevos, etc. o tomar las medidas necesarias para evitar accidentes, reforzando la vigilancia policiaca en ciertas épocas del año, como es en los periodos de vacaciones, etc.

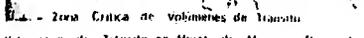
Para la realización de estos estudios existen varios métodos como son los siguientes:

Método manual.- Este método se lleva a cabo por medio de personal de campo que son los encargados de hacer los aforos y se usa principalmente cuando no se cuenta con equipo

VOLUMENES DE TRANSITO EN 1980

28




 Zona Crítica de Volúmenes de Tránsito
 Volúmenes de Tránsito en Horas de Máxima Demanda
 11000 9000 8000 6000 4000 2000 1000 500
 Máxima Demanda Horaria 7:00-9:00 hrs.

0 1 2 3 4 5
 Escala Gráfica Km

de otro tipo. Este método nos permite clasificar los vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes y cualquier otro dato que necesitemos, además de que nos permite controlar cuantos vehículos se siguen de frente, cuantos dan vuelta a la derecha y cuantos dan vuelta a la izquierda, etc. Con este método también se pueden llevar controles peatonales, por lo tanto es el que nos da mayor exactitud y a veces se usa conjuntamente con otros métodos para verificar la exactitud de estos.

Método del automóvil en movimiento.- Consiste en conducir un automóvil dentro de la corriente del tránsito, registrando los vehículos que viajan en el mismo sentido, anotando los vehículos que rebasan al vehículo aforador y los que son rebasados por éste, además de anotar a los vehículos que viajan en sentido contrario, para lo que el vehículo aforador debe viajar a la velocidad promedio de los demás vehículos. El tramo en estudio se debe de recorrer varias veces, recomendándose que la duración del estudio sea de 20 minutos por cada kilómetro recorrido para calles principales y de seis minutos para calles secundarias.

Cuando el tránsito es escaso o nulo se deberá viajar a las velocidades permitidas y en caso de varios carriles es recomendable recorrerlos todos alternadamente.

Se puede determinar el volumen horario de vehículos por medio de la siguiente fórmula:

$$V.H. = \frac{60 Me + (R - A)}{tc + t}$$

Donde: V.H. = Volumen horario de tránsito en un sentido.

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

tc = Tiempo del viaje en minutos circulando en sentido contrario al flujo en estudio.

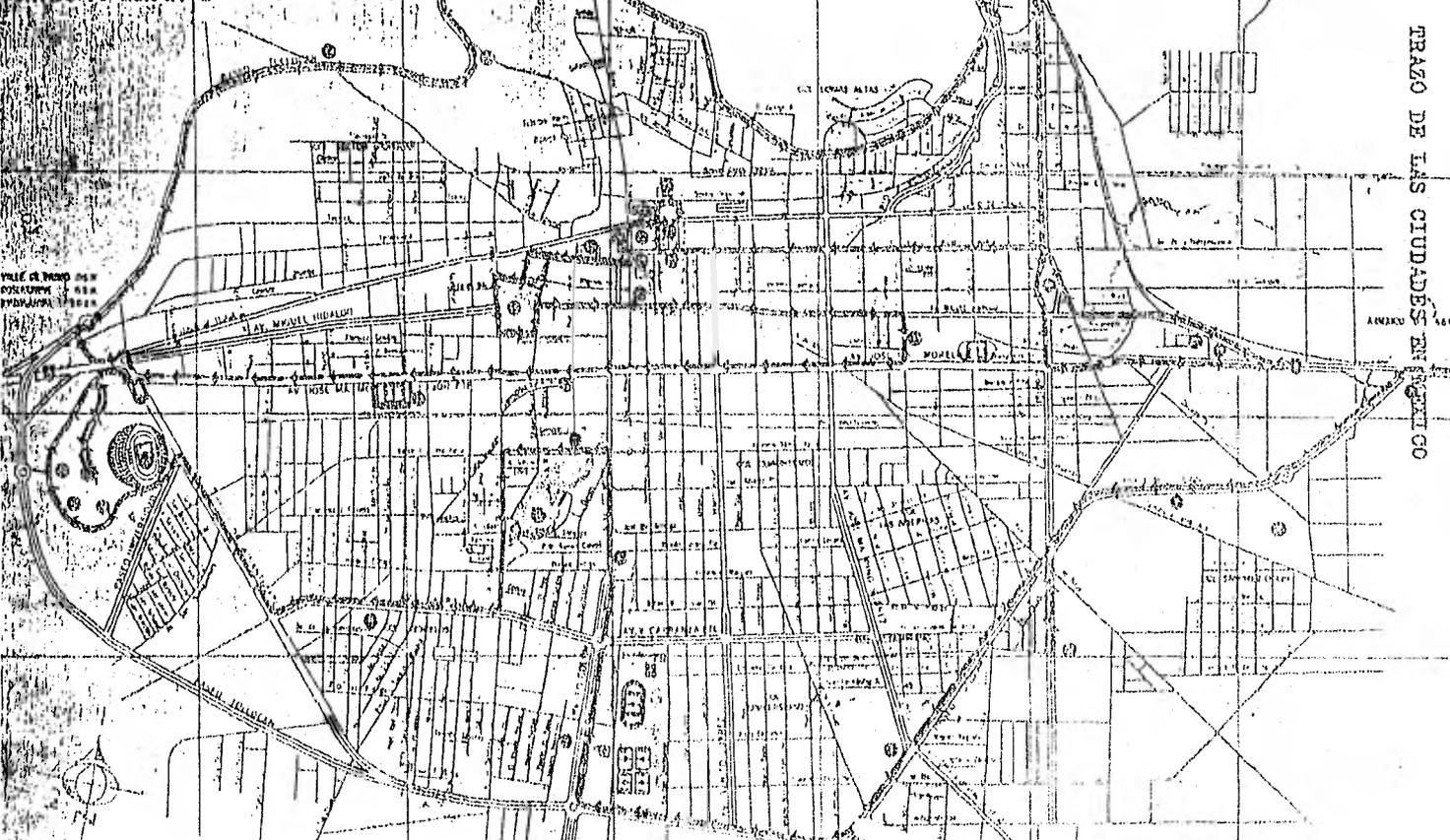
60 = Constante (min/hr.).

Método por medio de dispositivos.- Son aparatos que por

TOLUCA DE RUICA DE CUICACA

- | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 1.—Paseo Toboacán | 3 D | 13.—Facultad de Comercio | A A | 24.—Museo de Usos y Costumbres | 3 D |
| 2.—Casa de los Artesanos | 4 F | 14.—Monumento Adolfo López | | 25.—Escuela de Artes y Oficios | 3 D |
| 3.—Central Camionera Toluca | 4 F | 15.—Maternidad | 1 D | 26.—Plaza de Justicia | 3 D |
| 4.—Club de Fútbol | 5 E | 16.—Paseo Toboacán (Parque) | 2 F | 27.—Catedral | 3 D |
| 5.—Paseo Colón | 5 C | 17.—Iglesia San Agustín | 2 C | 28.—Vestíbulo | 3 C |
| 6.—Iglesia San José "El Rincón" | 4 D | 18.—Monumento Pedro Pablo Kuczynski | 1 E | 29.—Jardín Obispos (Alameda) | 3 C |
| 7.—Plaza de los Jagueiros | 3 C | 19.—Jardín Reforma | 1 F | 30.—Fortaleza | 3 D |
| 8.—Museo de Ciencias Naturales | 4 C | 20.—Monumento de la Bandera | 1 E | 31.—Alm. S.B. | 3 E |
| 9.—Escuela Normal Superior | 4 B | 21.—Museo de Arte Popular | 1 E | 32.—Museo de la Cienciología | 3 C |
| 10.—Escuela Univeritaria | 4 A | 22.—Presidencia Municipal | 5 C | 33.—Estadio de Fútbol | 3 C |
| 11.—Escuela de Ingeniería | 4 A | 23.—Plaza de los Plátanos | 3 C | 34.—Cuartel | 1 F |
| 12.—Facultad de Leyes | 4 A | 24.—Palacio Legislativo | 3 E | 35.—Calle de San Carlos | 4 D |

SITIOS A VISITAR

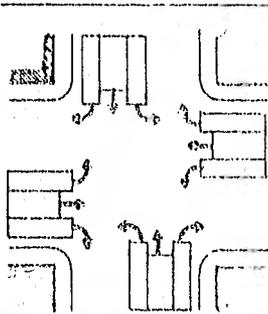


GRAZO DE LAS CIUDADES EN MEXICO

PROYECTO DE LA CIUDAD DE TOLUCA
 DISEÑADO POR EL INGENIERO
 DON JUAN DE LOS RIOS

AFORO DE VEHICULOS INSTRUCCIONES

CRUCE DE _____ EN EL km _____
 CON _____ EN EL km _____
 ENTORQUE DENOMINADO _____
 TIEMPO DE AFORO _____
 MOVIMIENTOS AFORADOS _____
 FECHA _____



HACER UN DIAGRAMA DE LA INTERSECCION
 BAJO ANALISIS, INDICANDO EL NORTE, MO-
 VIMIENTOS AFORADOS Y NOMBRES DE CA-
 LLES Y CAMINOS CON SU NUMERO DE RUTA

INSTRUCCIONES GENERALES

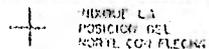
QUE SE VA A CONTAR: A menos que se indique otra cosa, los vehículos entrando a la intersección son los únicos que se cuentan. Cada vehículo va siendo controlado de acuerdo, precisamente, a la dirección a la que está viajando, y por lo tanto de acuerdo con el tipo de movimiento: vuelta derecha, de frente o vuelta izquierda. Los vueltas en "U" deben contarse como vueltas izquierda.

HOJA DE CAMPO: La hoja de campo cuenta con cuatro cuadros en donde se anotan los vehículos que entran a la intersección por cada uno de los cuatro direcciones correspondientes. Antes de iniciar el conteo se puede colocar la hoja de campo de tal modo que cada movimiento quede a su dirección tal para facilitar las anotaciones. Cada hoja se puede utilizar durante un período de tiempo preestablecido. Anétese una hoja vertical para cada vehículo que haya estado cruzando más cuadros con la correspondiente al quinto vehículo, y así sucesivamente.

EQUIPO: (1) Una hoja (2) Dos o más folios (3) Borrador (4) Sacapuntas

AFORO DE VEHICULOS HOJA DE CAMPO

UBICACION _____
 FECHA _____ DIA DE LA SEMANA _____
 HORA INICIAL _____ HORA FINAL _____ TOTAL DE HORAS _____
 CONDICIONES ATMOSFERICAS _____ Y DEL PAVIMENTO _____
 OBSERVADOR _____



Acceso N S E O sobre calle

ACCESO N S E O SOBRE CALLE	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOMOVILES	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOMOVILES
ACCESO N S E O SOBRE CALLE	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOMOVILES	AUTOMOVILES	CAMIONES	AUTOMOVILES

ACCESO N S E O SOBRE CALLE

medio de detectores registran el paso de cada vehículo en un punto dado del camino o calle, enviando el impulso a la estación aforadora para su registro, siendo los principales tipos los siguientes:

- a) Detectores neumáticos.- Este dispositivo consta de un tubo el que se fija al pavimento perpendicularmente al tránsito de los vehículos, con un extremo cerrado y el otro conectado a un interruptor que se acciona bajo la presión del aire al pasar las llantas sobre el tubo, accionando el registrador.

Este tipo de dispositivo tiene un bajo costo inicial y es fácil de instalar y conservar, aún cuando esta expuesto a vandalismo, robo, roturas del tubo por frenadas, barredoras, etc., además su exactitud se ve afectada por el número de camiones de tres o más ejes y por el volumen del tránsito.

- b) Detectores de contacto eléctrico.- Con este dispositivo se puede hacer el conteo de vehículos por carril y consta de dos placas metálicas separadas por gas inerte en las que al pasar las llantas de los vehículos por encima, cierran el dispositivo eléctrico que acciona el registrador. Tiene también la desventaja de ser afectado por vehículos de tres ejes o más y por la acción del tránsito.

- c) Detector fotoeléctrico.- Consiste en una fuente de luz y en una fotocelda que actúa al ser interrumpido el haz luminoso por el paso de los vehículos, se tiene que colocar a una altura en la que no marque los ejes del vehículo o los postes de las ventanas de los mismos, no se recomienda su uso para caminos de dos o más carriles cuando de antemano se sabe que el volumen de tránsito es mayor de 1,000 vehículos por hora.

- d) Detector con radar.- Este detector funciona a base de ondas las que al ser reflejadas por los vehículos en movimiento cambian su frecuencia y al ser recibidas nuevamente por el receptor accionan el registrador. Estos dispositivos tienen un costo inicial más alto que otros tipos de aparatos, pero tienen la ventaja de que no se deterioran por la acción del tránsito.

- e) Detector magnético.- Los vehículos en movimiento originan una señal a través de un campo magnético la que es detectada y enviada al registrador, existen dos tipos de este detector:

Los del tipo autogenerador que constan de una bobina colocada bajo la superficie del pavimento, en los que el impulso o señal es causado por la distorsión de las líneas de fuerza normales al campo magnético terrestre en el área de los vehículos en movimiento.

Los que necesitan un estímulo o excitación por lo general utilizan dos bobinas con el rendimiento ajustado para anular una u otra bajo condiciones normales, cuando el vehículo pasa sobre las bobinas un desequilibrio en los rendimientos de estas provoca una señal, la que es enviada al equipo de ampliación, dando por resultado la detección del vehículo.

- Estos aparatos no se deterioran por la acción del tránsito, sin embargo se pueden ver afectados por instalaciones eléctricas importantes, cables, tanques de almacenamiento subterráneos, etc.

- f) Detector ultrasónico.- Una onda ultrasonica es generada por un diafragma que envia vibraciones y es captada por una celda, la señal se interrumpe con el paso de los vehículos registrando la presencia de estos. Tiene un alto costo inicial y no se ve afectado por la acción del tránsito.

- g) Detector de rayos infrarrojos.- Su funcionamiento es semejante al del detector anterior, por medio de rayos infrarrojos y puede ser de dos tipos: los activos que tienen una fuente de energía infrarroja y los pasivos que detectan el calor generado por los vehículos.

- h) Detector fotográfico.- Es a base de cámaras de cine a las que se les puede dar una velocidad determinada para obtener el registro de los vehículos.

Existen varios tipos de dispositivos de registro los que se pueden acoplar a los detectores:

- I.- Indicador visual.- Es un contador acumulativo en el

que se puede leer directamente la cantidad de vehículos registrados.

- 2.- Cinta impresa.- Este tipo de registrador recoge el impulso del detector y lo almacena en un registrador acumulativo, el que de acuerdo con el tiempo transcurrido imprime los resultados en una cinta.
- 3.- Carta graficadora.- Se pueden registrar volúmenes de tránsito en gráficas circulares, de cero a mil vehículos para intervalos de 5, 10, 15, 20, 30 y 60 minutos en un periodo de 24 horas ó 7 días.
- 4.- Cinta para computadora.- Este tipo de registrador per fora un tipo de cinta especial la que puede procesarse a través de un traductor para su uso en computadoras.

Otro método utilizado para conocer el movimiento de vehículos hacia cierta zona urbana es el llamado " Recuento en Cordón " y consiste en rodear la zona con estaciones de aforo, donde se registran las entradas y salidas de vehículos.

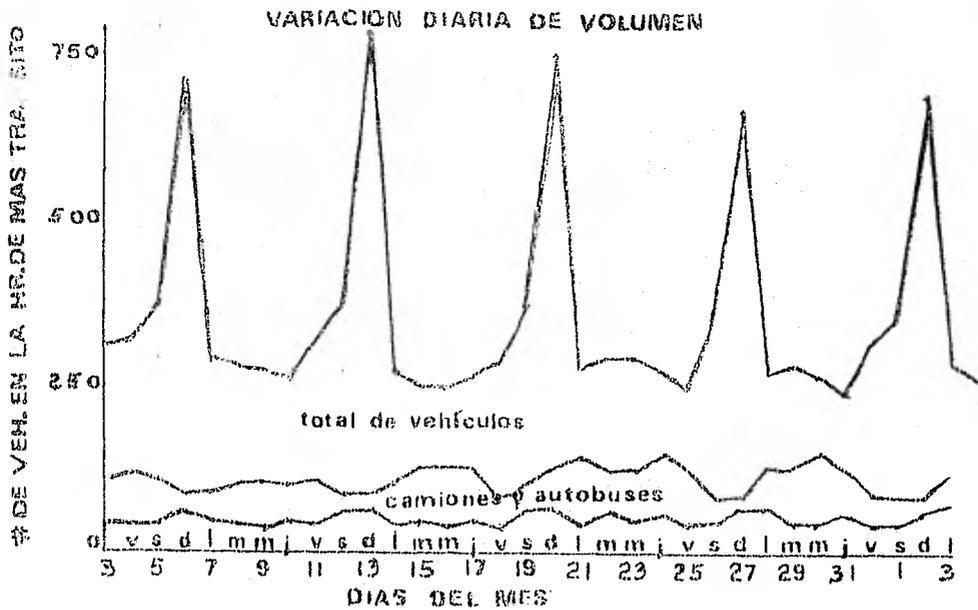
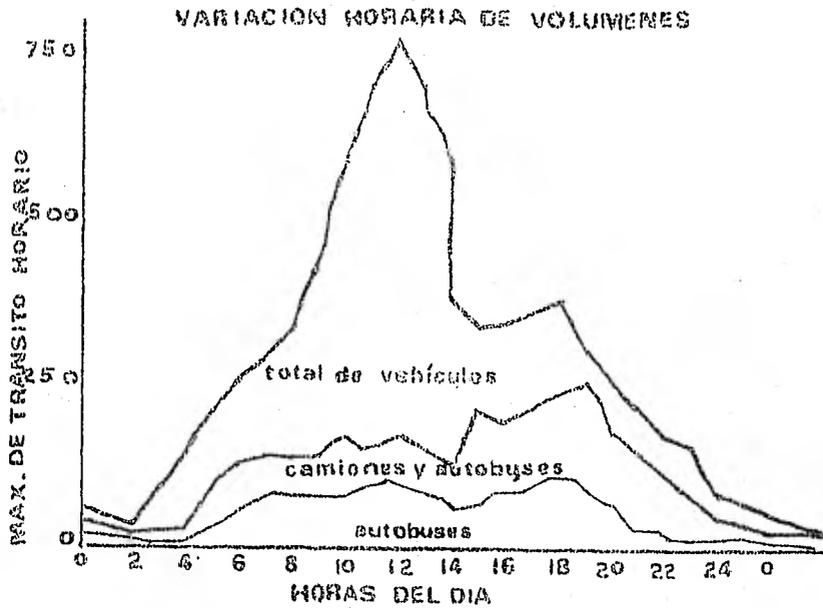
VOLUMEN DE PROYECTO

Para proyectos de vialidad, no se proyecta con el volumen horario máximo anual, ya que éste exigirá inversiones demasiado cuantiosas, sino que se utiliza un volumen horario que se puede presentar un cierto número de veces en el año.

Si hacemos una gráfica del tránsito-horario que se presenta en el año, ya sea actual o pronosticado en orden descendente, se podrá determinar el volumen horario para cada hora de máximo volumen. Por lo general para proyecto se utiliza el volumen de la 30 ava. o de la 50 ava. hora, dependiendo del presupuesto disponible, esto quiere decir que durante 30 ó 50 horas en el año es posible que se produzcan volúmenes superiores al de proyecto.

En los E.E.U.U. durante el año de 1961 se observaron los siguientes volúmenes horario máximos para diferentes tipos de caminos siendo estos:

Carreteras rurales de dos carriles (ambos sentidos) 1870 v.p.h.



Arterias urbanas de 2 carriles (ambos sentidos)	2060 v.p.h.
Carreteras rurales de 4 carriles (un sentido)	1775 v.p.h/c.
Vías rápidas urbanas de 4 carriles (un sentido)	2235 "
Autopistas rurales de 4 carriles (un sentido)	1685 "
Autopistas urbanas de 4 carriles (un sentido)	2030 "

Es muy común que ciertas calles tengan un flujo de tránsito muy elevado a determinada hora del día y que este flujo cambie de sentido a otra hora, como sucede entre las zonas habitacionales y los centros de trabajo, estudio, etc. En cambio existen calles que unen centros de gravedad en las que el flujo del tránsito es igual en los dos sentidos.

Sabemos que el volumen total de tránsito esta formado por diferentes tipos de vehículos como son: camiones, autobuses, automóviles, etc., por lo que es importante determinar el porcentaje de cada uno de estos vehículos por influir de diferente forma en la capacidad de un camino.

VELOCIDAD

DEFINICION

La velocidad es la relación que existe entre el espacio recorrido por el vehículo y el tiempo que tarda este en recorrerlo, para velocidad constante $v = e/t$, estando sus unidades en m/seg. o km/hr.

El tiempo de recorrido es función de la velocidad $t = e/v$, por lo tanto el tiempo que tardamos en recorrer una distancia disminuye al aumentar la velocidad, obteniéndose ahorros de tiempo altos para incrementos de rapidez en velocidades bajas y al ir aumentando la velocidad el ahorro de tiempo se va haciendo menor, sobre todo para velocidades superiores a 90 ó 100 km/hr. como se observa en la tabla.

De estudios realizados respecto al número de corridas y de pasajeros que llegaban y salían diariamente del Distrito Federal, clasificados por distancias, se observó que la mayoría de los viajes efectuados fueron a distancias relativamente cortas, siendo estos para zonas urbanas entre 10 y 20 kms. y para viajes foráneos entre 100 y 200 kms., como se observa en la tabla.

Para poder hablar del proyecto geométrico de carreteras se ha tenido necesidad de utilizar las siguientes definiciones:

VELOCIDAD DE PUNTO

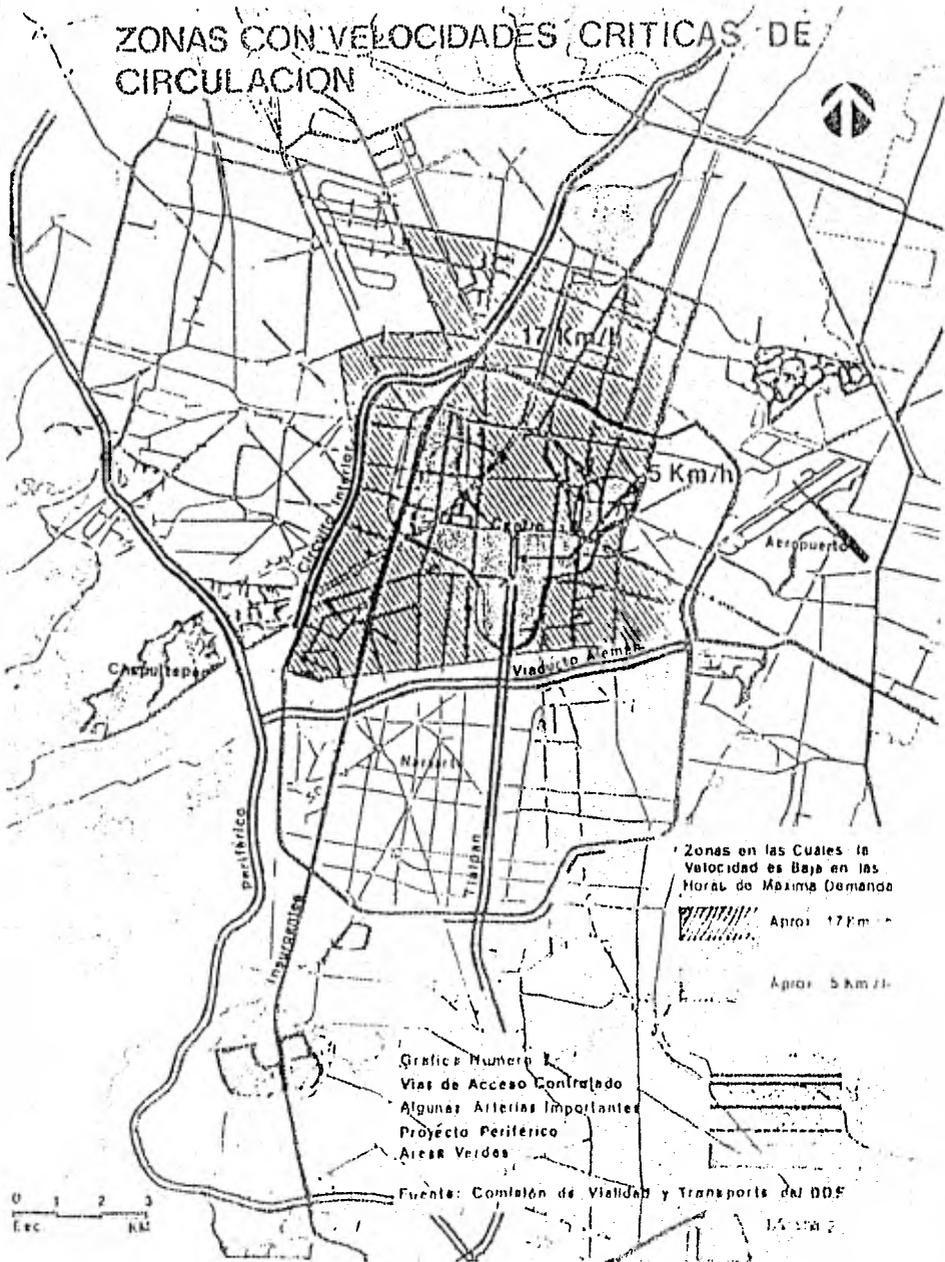
La velocidad de punto es la velocidad a la que viaja un vehículo en determinado punto de una calle o camino, siendo la velocidad de punto promedio, la suma aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos en ese tramo.

$$v = \sum v/n ; \text{ siendo } n \text{ el número de observaciones.}$$

Los estudios sobre velocidad de punto se recomienda se lleven a cabo en los siguientes lugares:

- 1.- En las intersecciones y en otros puntos a mitad de la calle que registran alta frecuencia de accidentes.
- 2.- En puntos en los que se propone la instalación de semáforos y señales de alto.

ZONAS CON VELOCIDADES CRITICAS DE CIRCULACION



24

3.- En todas las arterias principales.

4.- En puntos representativos, escogidos para el estudio de datos básicos.

Se recomienda que los estudios sobre velocidad de punto se efectúen durante cada uno de los siguientes periodos:

Una hora entre las 9:00 y las 12:00 hrs.

" " " " 15:00 y las 18:00 "

" " " " 20:00 y las 22:00 "

Los siguientes son los métodos que se utilizan para medir la velocidad de punto:

a) Método del cronómetro.- Se marca una distancia determinada con dos rayas sobre el camino y se mide con un cronómetro el tiempo que tarda un vehículo en recorrerla, accionando el cronómetro cuando pasan las ruedas delanteras del vehículo por la primera marca y parandolo al pasar las ruedas por la segunda marca, como la velocidad que se obtiene esta en m/seg. se tiene que convertir a km/hr.

b) Radámetro.- Es un aparato que emite ondas de alta frecuencia " Principio Doppler " las que rebotan en los vehículos y son captadas al regresar por un receptor el que registra el cambio de frecuencia, mismo que es traducido a velocidad sobre una carátula.

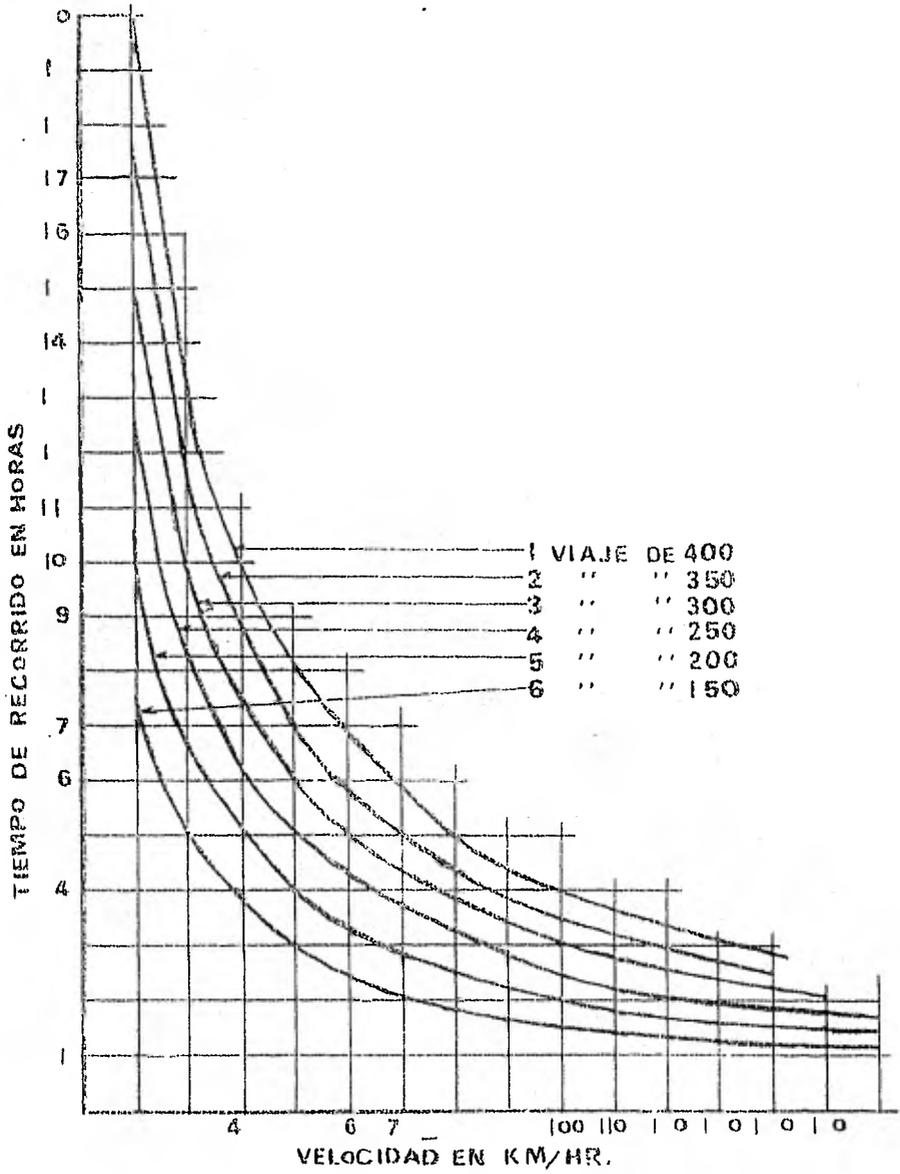
VELOCIDAD DE MARCHA O DE RECORRIDO TOTAL

Es aquella velocidad que resulta de dividir la distancia total recorrida por el vehículo entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. Y se utiliza principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas, ya sea con otra o con la misma ruta cuando se han realizado cambios para medir sus efectos.

VELOCIDAD DE CRUCERO O GLOBAL

Es aquella distancia que resulta de dividir la distancia total recorrida por el vehículo entre el tiempo total en el que el vehículo estuvo en movimiento, o sea que se descontarán los tiempos en los que el vehículo estuvo parado

RELACION VELOCIDAD-TIEMPO DE RECORRIDO



por cualquier causa. Esta velocidad es por lo general superior a la velocidad de recorrido total.

VELOCIDAD DE OPERACION

Es la máxima velocidad a la que puede viajar un vehículo en determinado tramo de un camino, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo.

VELOCIDAD DE PROYECTO

Es una velocidad que se escoge para gobernar y correlacionar las características y proyecto geométrico del camino en su aspecto operacional, para lo que es recomendable tomar en cuenta lo siguiente:

- 1.- La seguridad del conductor y del vehículo, ya que para velocidades superiores a los 100 km/hr. los accidentes aumentan en forma extraordinaria.
- 2.- La capacidad del camino, debido que para altas velocidades la separación entre vehículos es mayor como resultado de que la distancia de frenado aumenta con el cuadrado de la velocidad, lo que reduce el cupo del camino.
- 3.- La economía de tiempo, debido a que la mayoría de los viajes son a distancias cortas y en éstos al aumentar la velocidad por arriba de 90 ó 100 km/hr. los ahorros de tiempo se vuelven despreciables.
- 4.- El costo del camino, ya que para velocidades altas las características geométricas del camino crecen aumentando el costo del mismo.

La velocidad que se toma para proyecto no es la velocidad promedio, considerandose el 85 porcentual como aquella velocidad a la que viajan el 85% de los vehículos y arriba de la cual viaja el 15% de los mismos.

TIEMPO DE RECORRIDO

Velocidad Tiempo Ahorro de Total uho Velocidad Tiempo Ahorro de Total uho
 - (km/hr) (hrs) tiempo(hr) rrado(hr) (km/hr) (hr) tiempo(hr) rrado(hr)

PARA UN VIAJE DE 150 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hrs)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	7.5	---	---
30	5.0	2.5	2.5
40	3.75	1.25	3.75
50	3.00	0.75	4.50
60	2.50	0.50	5.00
70	2.141	0.359	5.359
80	1.875	0.266	5.625
90	1.666	0.209	5.834
100	1.500	0.166	6.000
110	1.363	0.137	6.137
130	1.150	0.083	6.350
150	1.000	0.070	6.500

PARA UN VIAJE DE 200 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hr)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	10.00	---	---
30	6.66	3.34	3.34
40	5.00	1.66	5.00
50	4.00	1.00	6.00
60	3.34	0.66	6.66
70	2.86	0.48	7.14
80	2.50	0.36	7.50
90	2.22	0.28	7.78
100	2.00	0.22	8.00
110	1.82	0.18	8.18
130	1.54	0.12	8.46
150	1.33	0.10	8.67

PARA UN VIAJE DE 250 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hrs)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	12.5	---	---
30	8.33	4.17	4.17
40	6.25	2.08	6.25
50	5.00	1.25	7.50
60	4.17	0.83	8.33
70	3.57	0.60	8.99
80	3.12	0.45	9.44
90	2.77	0.35	9.97
100	2.50	0.27	10.06
110	2.27	0.23	10.29
130	1.92	0.14	10.64
150	1.66	0.13	10.90

PARA UN VIAJE DE 300 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hrs)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	15.00	---	---
30	10.00	5.00	5.00
40	7.50	2.50	7.50
50	6.00	1.50	9.00
60	5.00	1.00	10.00
70	4.28	0.72	10.72
80	3.75	0.53	11.25
90	3.33	0.42	11.67
100	3.00	0.33	12.00
110	2.72	0.28	12.28
130	2.30	0.42	12.72
150	2.00	0.30	13.02

PARA UN VIAJE DE 350 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hrs)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	17.50	---	---
30	11.66	5.84	5.84
40	8.75	2.91	8.75
50	7.00	1.75	10.50
60	5.86	1.14	11.64
70	5.00	0.86	12.50
80	4.37	0.63	13.12
90	3.88	0.49	13.62
100	3.50	0.38	14.00
110	3.18	0.32	14.32
130	2.70	0.48	14.80
150	2.33	0.37	15.17

PARA UN VIAJE DE 400 KM

Velocidad (km/hr)	Tiempo (hrs)	Ahorro de tiempo(hr)	Total uho rrado(hr)
20	20.00	---	---
30	13.33	6.67	6.67
40	10.00	3.33	10.00
50	8.00	2.00	12.00
60	6.66	1.32	13.32
70	5.72	0.96	14.28
80	5.00	0.72	15.00
90	4.44	0.56	15.56
100	4.00	0.44	16.00
110	3.64	0.36	16.36
130	3.08	0.56	16.92
150	2.67	0.41	17.33

NUMERO DE CORRIDAS Y DE PASAJEROS, CLASIFICADOS POR DISTANCIAS DE RECORRIDO, QUE LLEGABAN Y SALIAN DIARIAMENTE DEL DISTRITO FEDERAL EN EL AÑO DE 1969.

Kilometros recorridos	Corridas.		Total de pasajeros.	
	En servicio de 1, 2 y mixto.	%	En servicio de 1, 2 y mixto.	%
	Total.		Total	
I a 100	2,580	61.78	80,530	60.08
101 a 200	803	19.23	27,980	20.87
201 a 300	67	1.60	2,105	1.58
301 a 400	156	3.76	4,925	3.67
401 a 500	237	5.68	7,685	5.73
501 a 600	90	2.16	2,910	2.17
601 a 700	100	2.39	3,210	2.39
701 a 800	16	0.38	540	0.40
801 a 900	13	0.31	425	0.32
901 a 1000	14	0.32	450	0.34
1001 a 1100	14	0.32	450	0.34
1101 a 1200	4	0.10	140	0.10
1201 a 1300	23	0.60	730	0.54
1301 a 1400	16	0.32	550	0.42
1401 a 1500	4	0.10	140	0.10
1501 a 1600	0	0.00	0	0.00
1601 a 1700	0	0.00	0	0.00
1701 a 1800	0	0.00	0	0.00
1801 a 1900	0	0.00	0	0.00
1901 a 2000	0	0.00	0	0.00
2001 o más	28	0.67	940	0.70
TOTALES	4,170	100.00	134,045	100.00

CONGESTIONAMIENTO

DEFINICION

Se dice que existe "Congestionamiento", cuando el movimiento es deficiente debido a saturación, pérdida de velocidad, etc. El congestionamiento se mide por comparación con los movimientos de otros caminos en condiciones ideales, para lo que se miden los tiempos de recorrido y de retardo, además de analizar la velocidad promedio de crucero.

Se entiende por tiempo total de recorrido, el tiempo total que tardamos desde que se inicia la marcha hasta que se detiene el vehículo. Siendo el tiempo de retardo el tiempo durante el recorrido en el que el vehículo no está en movimiento debido a semáforos, al detenerse o dar vuelta un vehículo, al cruzar peatones, al detenerse los autobuses para el ascenso y descenso de pasaje, etc.

METODOS DE MEDICION

Los métodos que se utilizan para medir la velocidad y el retardo son los siguientes:

- a) Método de observaciones a cierta altura.-- Desde un edificio o punto elevado se miden los tiempos de recorrido de los vehículos dentro de la corriente del tránsito en un trayecto cuya longitud se ha medido previamente, midiendo con un cronómetro el tiempo total que tarda el vehículo en recorrer la longitud y con otro cronómetro se miden los tiempos de demoras, cada vez que se hace alto por cualquier motivo.
- b) Método flotando en el tránsito.-- Consiste en que el observador forma parte de la corriente del tránsito recorriendo con el vehículo la longitud que se quiere estudiar, procurando mantener sus movimientos normales y el conductor personalmente va tomando nota de sus tiempos totales y de demoras.
- c) Método de mediciones dentro de la corriente.-- Es una variante del método anterior en la que el observador toma los tiempos totales y de demoras de los otros vehículos dentro de la corriente del tránsito, para lo que se recomienda se haga el recorrido varias veces.

DEMORAS

Las demoras se producen cuando el vehículo se tiene que de tener debido a varias causas como son:

- a) Debidas a los dispositivos, señales y autoridades encargadas de controlar el tránsito.
- b) Ocasionadas por la misma corriente del tránsito.

La influencia de todas estas demoras se puede medir como una relación, la que ha sido determinada por el Comité Nacional de Transporte Urbano, como la diferencia entre la relación de movimiento considerado normal para diferentes tipos de vías urbanas.

Los valores mínimos para la relación de movimiento normal han sido dadas en km/hr. como sigue:

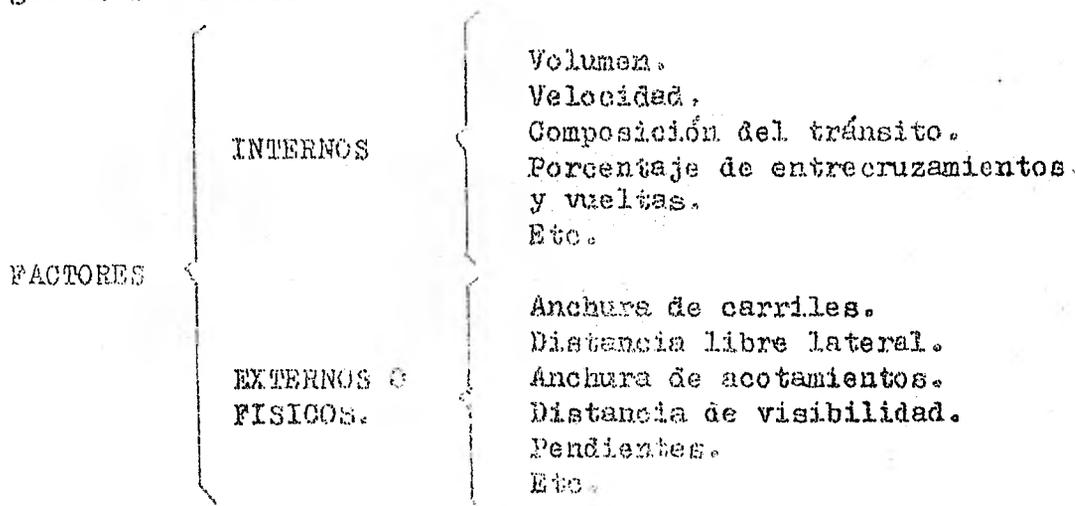
- | | |
|------------------------------------|-----------|
| a) Autopistas de acceso controlado | 56 km/hr. |
| b) Arterias principales | 40 " |
| c) Calles secundarias | 32 " |

CAPACIDAD VIAL

CONCEPTOS GENERALES

Capacidad vial, es el número máximo de vehículos que pueden pasar por unidad de tiempo, por carril, pero bajo determinadas condiciones del camino y del tránsito.

En los estudios de capacidad en las calles y caminos, se pretende determinar la calidad de servicio que presta cierto tramo o componente de una arteria, para lo que se usa el concepto de "Nivel de Servicio", que es una medida cualitativa del efecto que tienen en la capacidad los siguientes factores:

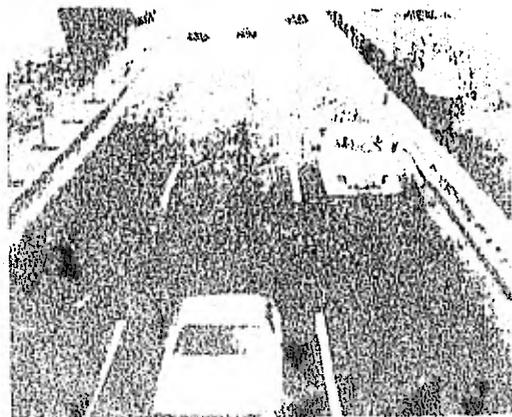


A cada nivel de servicio corresponde un volumen de servicio, que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo (por lo general una hora) que pasará mientras se conserve dicho nivel.

Los estudios realizados por la Junta de Investigación Vial de los Estados Unidos, fijan seis niveles de servicio como sigue:

NIVEL	FLUJO	VOLUMEN	VELOCIDADES	MANIOBRAS
A	Libre	Bajo	Altas	Libres
B	Estable	Modéraco	Tiene restricciones	Libertad razonable
C	Estable	Medio	Moderada	Restringidas

NIVELES DE SERVICIO



nivel A



nivel B



nivel D



nivel F

D	Cerca de flujo inestable	Alto	Tolerable	Poca libertad
E	Inestable	Máxima capacidad	Cerca de 50 km/hr.	Limitado con paradas posibles
F	Forzado	Menor que la cap.	Bajas	Congestionamiento.

El nivel B es considerado para fines de proyecto en el medio urbano y el nivel C para carreteras.

Factor de hora máxima.-- Este factor se obtiene estudiando la hora de máxima demanda, pero como se considera que el flujo de vehículos no está uniformemente distribuido en ese lapso, generalmente se acostumbra utilizar un periodo de 15 minutos máximos y la relación de volumen horario a cuatro veces el volumen de los 15 minutos máximos es llamado el factor de hora máxima.

$$F.H.M. = \frac{\text{Volumen de la hora máxima.}}{\text{Volumen de los 15 minutos máximos} \times 4.}$$

Factor de carga.-- Este factor es usado en las intersecciones controladas por semáforos y es la relación entre el número de fases verdes que son utilizadas en su totalidad por el tránsito (cargadas) y el número total de fases verdes en un periodo determinado (una hora).

$$F.C. = \frac{\text{Número de fases verdes cargadas.}}{\text{Número total de fases verdes.}}$$

ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Por lo general no se realizan estudios de capacidad para determinar la cantidad máxima de vehículos que puede alojar cierta parte del camino, más bien se trata de determinar el nivel de servicio en que funciona cierto tramo o bien el volumen admisible dentro de cierto nivel de servicio.

En función del nivel de servicio, estará el número de vehículos por unidad de tiempo que puede admitir el camino y se le conoce como el Volumen de Servicio. Este volumen va aumentando a medida que el nivel de servicio va siendo de menor calidad, hasta llegar al nivel E o capacidad del camino.

La capacidad de un camino, es tan variable, como pueden serlo las variables físicas del mismo o las condiciones del tránsito, por esta razón los análisis de capacidad se realizan aislando diversas partes de un camino como un tramo recto, con curvas, con pendientes, de entrecruzamiento, el acceso a una intersección, etc.

Criterios establecidos para los análisis de capacidad:

- 1.- El volumen y la capacidad, son expresados por automóviles por hora, para cada tramo de camino o calle.
- 2.- El nivel de servicio, se aplica a un tramo significativo del camino.
- 3.- Los elementos usados para medir la capacidad y los niveles de servicio son variables, cuyos valores se obtienen fácilmente de los datos disponibles.
- 4.- Por razones prácticas se han fijado valores de velocidades y relaciones de volumen a capacidad que definen los niveles de servicio para autopistas con y sin control de acceso, carreteras de 2 y 3 carriles, avenidas urbanas y calles del centro de una ciudad.
- 5.- El criterio usado para una identificación práctica de los niveles de servicio de diversos tipos de caminos establece que deben considerarse los siguientes elementos:

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA VALORIZAR EL NIVEL DE SERVICIO

Elemento	De acceso controlado.	Sin control de acceso.	Carretera de 2 y 3 carriles.	Arterias urbana.
Elementos básicos:				
Velocidad de operación del tramo.	x	x	x	x
Promedio de velocidad de recorrido.	-	-	-	x
Relación de volumen a capacidad:				
a.- En el punto más crítico.	x	x	x	x
b.- En cada subtramo.	x	x	x	x
c.- En todo tramo.	x	x	x	x
Elementos relativos:				
a.- Velocidad promedio del camino.	x	x	x	x
b.- Número de carriles.	x	-	-	-
c.- Distancia de visibilidad.	-	-	x	-

TRAMOS RECTOS

FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE UN CAMINO

Para los tramos rectos se analizan diversos factores y se recomienda un criterio de análisis para tránsito continuo como sigue:

FACTORES RELATIVOS AL CAMINO

Son todos aquellos factores físicos, propios del diseño geométrico que tienen influencia directa o indirecta en la capacidad de un camino:

El alineamiento, es uno de los factores físicos que influyen en la capacidad, considerando el promedio ponderado de las velocidades de proyecto para cada subtramo. El alineamiento horizontal y vertical debe permitir velocidades de 110 km/hr. o mayores sin restricciones por distancia de visibilidad como en las autopistas.

La anchura de carril menor de 3.65 m. reduce la capacidad, esta anchura se mide de la orilla del pavimento a la primera raya, entre centros de rayas o dividiendo la anchura del pavimento entre el número de carriles cuando no existen rayas.

La distancia libre lateral también afecta a la capacidad cuando es menor de 1.80 m., como son las distancias a las guarniciones, muros de contención, postes de alumbrado, defensas, etc.

Los acotamientos, ya que ayudan a mantener la capacidad del camino proporcionando refugio a vehículos averiados, que de otra manera bloquearían el tránsito.

Los carriles auxiliares usados para estacionamiento, cambios de velocidad, entrecruzamientos, vueltas, etc.

El estado de la superficie de rodamiento afecta directamente a la capacidad ya que una carpeta deteriorada provoca que los vehículos disminuyan su velocidad, comodidad y seguridad, sobre todo cuando se tiene que circular a velocidades menores de 50 km/hr.

Las pendientes afectan la capacidad de un camino de la siguiente forma:

- a) Reducen la distancia de visibilidad.
- b) Modifican las distancias de frenado.
- c) Reducen la velocidad de los vehículos pesados.

FACTORES RELATIVOS AL TRANSITO

Son aquellos que afectan la capacidad de un camino, tales como: la composición, distribución, variación del tránsito, los hábitos y deseos del conductor.

Camiones.- Equivalen a varios vehículos ligeros (automóviles) por sus características de aceleración y dimensiones según el tipo de camino por el que circulan.

Autobuses.- Semejante al camión, pero en menor grado.

Distribución por carril.- Para caminos con varios carriles no todos llevan el mismo volumen de tránsito lo que se debe tomar en cuenta para la capacidad del mismo.

Variaciones en el volumen del tránsito.- En general el volumen horario de proyecto se determina aplicando un porcentaje al tránsito promedio diario anual.

Interrupciones en el tránsito.- Existen elementos en el tránsito que con alguna frecuencia pueden interrumpir la circulación del mismo, afectando a la capacidad.

Como criterio de análisis se recomienda el siguiente:

- 1.- Subdivida el tramo del camino en subtramos razonablemente uniformes. También identifique cualquier punto que pueda ser crítico para la capacidad por separado.
- 2.- Determine en cada subtramo y puntos críticos la capacidad, el volumen de demanda y la relación de volumen a capacidad.
- 3.- Para cada subtramo se usa la relación V/C para determinar la velocidad de operación. Esta se obtiene de

tablas o curvas que relacionen la velocidad y el volumen tomando en cuenta el tipo de camino.

- 4.- Determine el nivel de servicio general para los varios subtramos combinados. Primero calcule los promedios de las velocidades de operación y de las relaciones V/C para todo el tramo. Use promedios para determinar el nivel de servicio general para el tipo de carretera.
- 5.- Revise las relaciones V/C más críticas del tramo para asegurar que no se ha excedido la capacidad de ningún punto.

Procedimiento de cálculo para volúmenes de servicio en condiciones ideales:

1.- Para carretera de dos carriles con cruces a nivel:

$$V.S. = 2,000 (V/C) WTB, \quad (\text{para ambos sentidos})$$

2.- Para carretera con más de 2 carriles con cruces a nivel:

$$V.S. = 2,000 (V/C) N WTB$$

Donde: V.S. = Volumen de servicio (veh./hr.) por sentido.
W = Factor de ajuste por anchura de un carril y por claro lateral libre, tablas B e I.
T = Factor de ajuste para camiones, tablas C, D y E ó D y F; M, J y K ó K y L.
B = Factor de ajuste por autobuses, tablas D y E ó F y G; K y N ó K y J.
N = Número de carriles (en un sentido).
(V/C) = Relación volumen-capacidad, tabla A y H.

El volumen de servicio V.S. en ambos casos se calculará para un nivel de servicio C de proyecto y el resultado se comparará con el volumen horario de proyecto (V.H.P.).

Donde: V.S. = V.H.P.

INTERSECCIONES A NIVEL

Las intersecciones a nivel son uno de los elementos más importantes en las limitaciones de la capacidad de un

camino, ya que rara vez se encontrará que todos los accesos a la intersección trabajen en las mismas condiciones debido a que la cantidad de vehículos que admite un acceso depende de varios factores, de los cuales algunos son variables como el número y tipo de vehículos y otros son fijos como las dimensiones del camino. Siendo esto especialmente cierto en las calles de una ciudad, para lo que se tendrá que analizar cada uno de los accesos.

En general para fines de análisis, las intersecciones sin control a base de semáforos se pueden estudiar como controladas por semáforos, suponiendo una distribución de tiempo en función de los volúmenes de tránsito y de la anchura de los accesos.

Cuando existe control a base de semáforos, los factores variables deben de ser considerados solo cuando hay flujo de tránsito, es decir cuando el semáforo esta en verde y sus unidades serán vehículos por hora de luz verde y deben de incluir los siguientes factores.

Factores que afectan la capacidad y los niveles de servicio de una intersección a nivel:

Condiciones físicas y operacionales:

Anchura del acceso.

Uno o dos sentidos de circulación.

Tipo de estacionamiento.

Condiciones ambientales:

Factor de carga.

Factor de hora de máxima demanda.

Población del área metropolitana.

Características del tránsito:

Vueltas.

Camiones y autobuses foráneos.

Medidas de control:

Semáforos.

Marcas en el pavimento.

Los factores por evaluar que se analizan en este tipo de intersecciones caen dentro de las siguientes cuatro categorías.

1.- Factores de condición básica.- El establecimiento de condiciones básicas bajo las cuales otros factores pueden ser evaluados, involucra la determinación de:

La anchura.- La expresión usada para indicar la capacidad de una intersección es de " por metro de anchura ", en lugar del número o dimensión de carriles.

El tipo de circulación.- La circulación en un solo sentido facilita la operación progresiva de semáforos y facilita los movimientos de vuelta a la izquierda debido a la ausencia de tránsito en el sentido opuesto, por estas razones un sentido o dos sentidos de circulación en un acceso serán un factor condicional básico.

2.- Factores de demanda.- Estos factores representan características de la corriente del tránsito que no pueden ser cambiados fácilmente por alteraciones en el diseño o en los elementos de control de la intersección, siendo estos:

El factor de carga.

El factor de hora máxima.

El tamaño de la población metropolitana.- Debido a que en las ciudades grandes existen mejores medidas de control y los conductores están más familiarizados con éstas para condiciones de alta densidad y congestión que en las ciudades pequeñas.

Los vehículos comerciales.- Debido a que la presencia de vehículos con llantas dobles reducen la capacidad de un camino por tener menor aceleración (son más lentos) y por ocupar mayor espacio que los vehículos ligeros. Por lo que el porcentaje de estos deberá ser medido en la hora de máxima demanda.

La ubicación dentro de la ciudad.- La localización de la zona comercial central, el perímetro de ésta, la zona comercial alejada o la zona residencial, afectan a la capacidad debido a que el tránsito se mueve en forma diferente en cada una de ellas por la interferencia de peatones.

3.- Factor de movimiento de vueltas.- Son muy importantes en la capacidad de la intersección y se mide el porcentaje

según salen los vehículos de la intersección clasificados en: de frente, vuelta derecha y vuelta izquierda.

4.- Factores de control.- Toman en cuenta otras medidas utilizadas por el Ingeniero de Tránsito para mejorar la operación de las intersecciones, como son la prohibición de vueltas y estacionamiento o su limitación y la programación de semáforos.

Para la obtención de los Volúmenes de Servicio se utiliza la siguiente fórmula:

V.S. = Volumen en el acceso x el factor compuesto.

Factor compuesto = F.C. = $P \times PHM \times BT \times VD \times VI \times AL \times V/Ci$

Donde: V.S. = Volumen de servicio.

P = Factor por tamaño de la población.

PHM = Factor de hora máxima.

BT = Factor de autobuses y camiones.

VD = Factor de vueltas derechas.

VI = Factor de vueltas izquierdas.

AL = Factor de autobuses locales.

V/Ci = Relación verde a ciclo.

Volumen en el acceso.- Se obtiene por medio de la gráfica

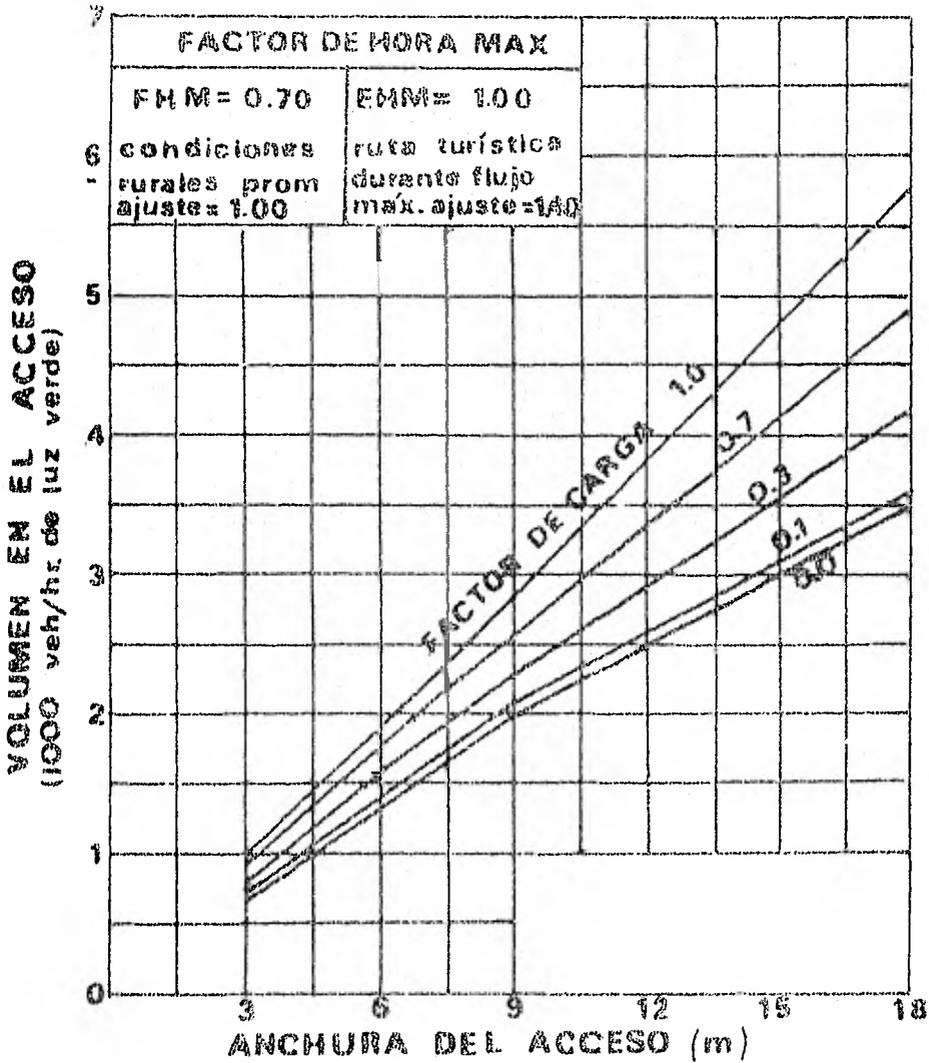
El volumen de servicio también se puede calcular gráficamente por medio de nomogramas publicados por la Administración de Caminos Federales de los E.E.U.U.

Relación entre el factor de carga y el nivel de servicio.

Nivel de Servicio.	Circulación	Factor de Carga.
A	Libre.	0.0
B	Estable.	0.1
C	Estable.	0.3
D	Poco estable	0.7
E	Inestable.	1.0
F	Forzada.	No es aplicable.

Factor de Camiones y Autobuses.- Es aplicable solo en caso de que existan estos.

Volumenes de servicio por acceso para intersecciones rurales, en veh/hr. de luz verde para carreteras de dos sentidos sin estacionamiento permitido.



Factor de ubicación dentro de la ciudad.

Zona comercial centro.	I.0
Zona circundante al centro.	I.I
Zona comercial fuera del centro.	I.I
Zona residencial.	I.2

TRAMOS DE ENTRECruzamiento

Se entiende por entrecruzamiento, el cruce de corrientes del tránsito que se mueven en la misma dirección general logrado esto mediante maniobras sucesivas de convergencia y de divergencia. Por lo tanto un tramo de entrecruzamiento es el tramo de camino de un solo sentido de circulación que permite el cruce de corrientes de tránsito, en uno de cuyos extremos convergen dos caminos con el mismo sentido de circulación y en el otro extremo se separan, este puede ir desde un tramo para cambio de carriles hasta una intersección rotatoria o glorieta.

Los tramos de entrecruzamiento pueden ser simples o múltiples y además manejan dos clases de corrientes de tránsito; la que pasa a través sin cruzar con la trayectoria normal de otros vehículos y la que se cruza con otros vehículos que usen el tramo.

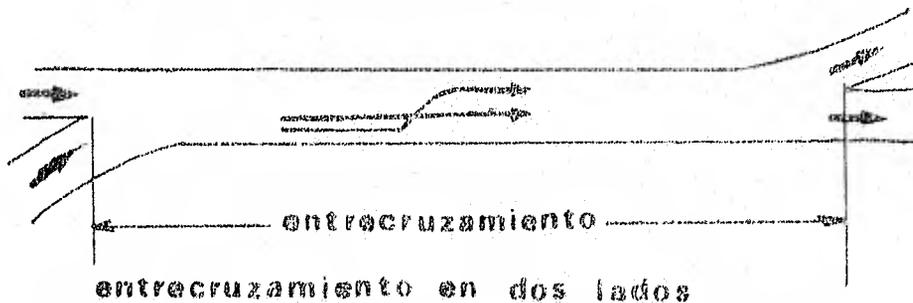
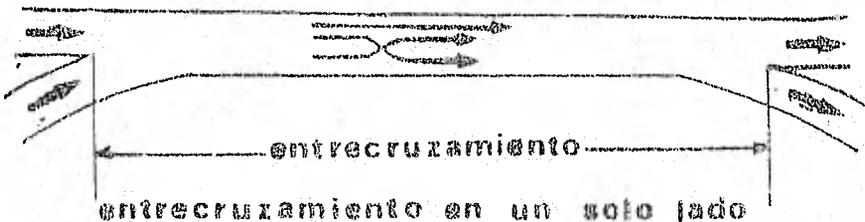
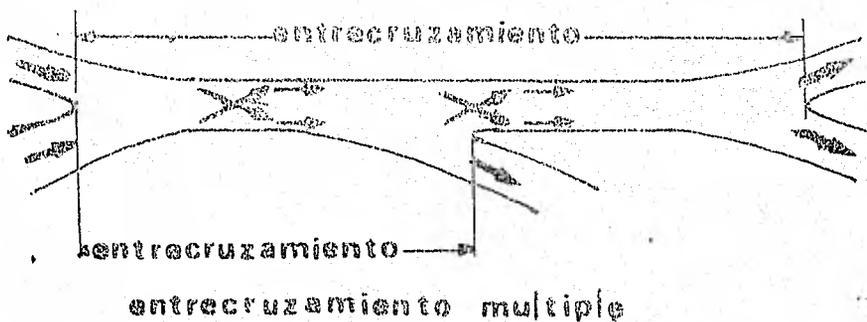
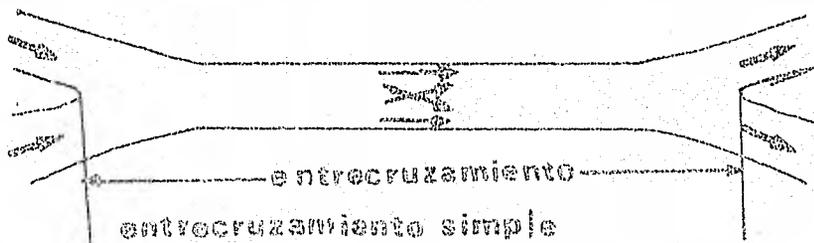
En tramos bien proyectados estas dos corrientes tienden a funcionar separadamente, por lo que se pueden analizar en forma independiente.

Relación entre calidad de flujo, volumen de servicio máximo y velocidad de operación:

CALIDAD DE FLUJO.	VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMOS POR CARRIL. (autos/hora)	VELOCIDAD DE OPERACIÓN
I	2,000	80 km/hr. o más
II	1,900	70 - 80 km/hr.
III	1,800	60 - 70 "
IV	1,700	50 - 60 "
V	1,600	50 km/hr. máximo.

Cuando las combinaciones Volumen-Longitud de la siguiente tabla sean excedidas no es necesario proyectar el tramo

TIPOS DE ENTRECruzAMIENTO



de camino como zona de entrecruzamiento, sino bajo la base de circulación continua.

Volúmenes que se entrecruzan vehículos por hora (ligeros)	Longitud de la zona de entrecruzamiento en m.
500	300
1,000	750
1,500	1,250
2,000	1,850

RAMPAS

Una rampa o entace es un tramo de camino que permite la conexión de dos ramas de una intersección a desnivel.

Tipos de rampas.- Una rampa es un tramo de camino por lo general de un sentido de circulación, con una gran variedad de formas, siendo las siguientes algunos de los principales tipos de rampas:

Rampas diagonales.- Son por lo general de un solo sentido de circulación y usualmente tienen movimientos de vuelta izquierdos y derechos en los extremos próximos a los caminos secundarios; los entronques a desnivel del tipo diamante generalmente tienen cuatro rampas en diagonal.

Rampas tipo gaza.- Permite la vuelta izquierda sin cruces con el tránsito de sentido contrario. La distancia de recorrido de éste tipo de rampa es mayor que en los otros tipos. La combinación de una rampa diagonal y una de gaza forman la intersección en forma de trébol.

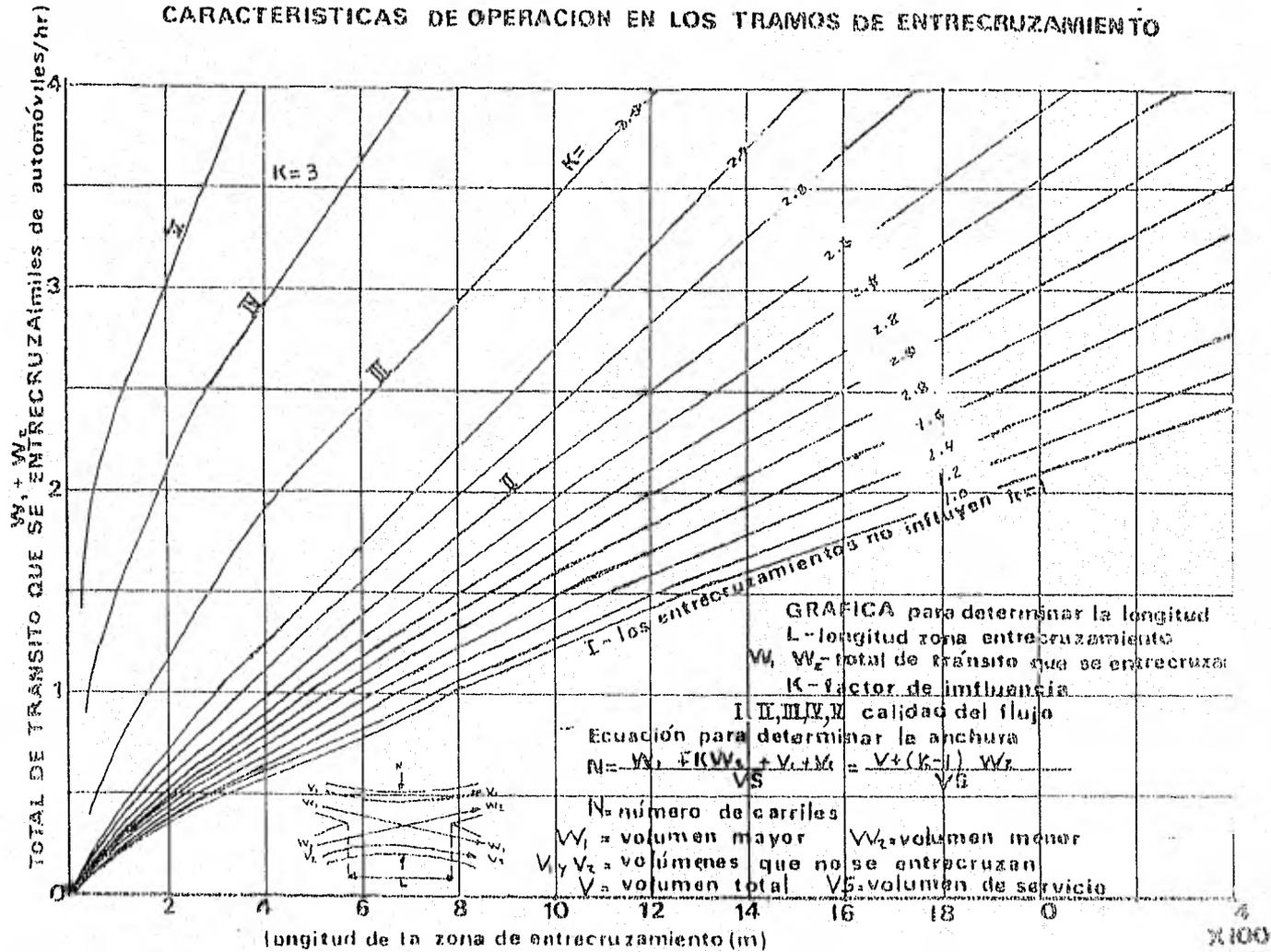
Rampas semidirectas.- Cuando se requiere la convergencia con caminos de un solo sentido de circulación son utilizadas para vueltas izquierdas y se utilizan para vueltas derechas solo en el caso de que no se pueda construir una rampa diagonal.

Rampas directas.- Permiten a los conductores efectuar las vueltas con movimientos directos.

Velocidad de proyecto en los extremos de las rampas. (km/hr)

En la carretera	30	40	50	60	70	80	90	100	110
En los extremos de la R.	30	40	45	55	65	70	80	85	90

CARACTERISTICAS DE OPERACION EN LOS TRAMOS DE ENTRECruzAMIENTO



Distancia entre extremos de rampas sucesivas.

Vel de proyecto(km/hr)	30 a 40	50 a 60	70 a 80	90 a 100	110
Vel de marcha (km/hr)	28 a 37	46 a 55	63 a 71	79 a 86	92
Distancia L, en metros					
Mínima	40.00	60.00	90.00	110.00	130.0
Deseable	100.00	150.00	200.00	240.00	260.0

Se toma como capacidad de la rampa el menor de los 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.

TABLA "A"

NIVELES DE SERVICIO MAXIMO EN CAMINOS DE DOS CARRILES BAJO CONDICIONES DE FLUJO LIBRE.

Nivel de Servicio	Condiciones del flujo del tránsito.		Distancia de visibilidad de rebase 450 m. (km/hr.)	Velocidad de proyecto límite 110 km/hr.	Volumen de servicio/ capacidad (v/c)					Máximo volumen de servicio bajo condiciones ideales, velocidad de proyecto de 110 km/hr.
	Descripción.	Velocidad de operación km/hr.			Velocidad promedio de proyecto (km/hr.)					
					95	80	70	65	55	
A	Flujo libre	95	100	0.20	---	---	---	---	---	400
			80	0.18	---	---	---	---		
			60	0.15	---	---	---	---		
			40	0.12	---	---	---	---		
			20	0.08	---	---	---	---		
			0	0.04	---	---	---	---		
100 B	Flujo estable	80	100	0.45	0.40	---	---	---	---	900
			80	0.38	0.30	---	---	---		
			60	0.38	0.35	---	---	---		
			40	0.34	0.24	---	---	---		
			20	0.30	0.18	---	---	---		
			0	0.24	---	---	---	---		
C	Flujo estable	65	100	0.70	0.66	0.56	0.51	---	---	1400
			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	Acercándose al flujo inestable.	55	100	0.85	0.83	0.75	0.67	0.58	---	1700
			80	0.85	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	Flujo inestable	50	No aplicable.						2000	
F	Flujo forzado	50	No aplicable.						Amplitud variable.	

TABLA "B"

EFEECTO COMBINADO DE ANCHURA DE CARRIL Y CLARO LATERAL EN LA CAPACIDAD Y VOLUMENES DE SERVICIO EN GAMINOS DE DOS CARRILES CON FLUJO ININTERRUMPIDO.

Distancia de la orilla del camino a la obstrucción. (m)	Factores de ajuste W para claros y anchura de carril.							
	3.60m	3.60m	3.30m	3.30m	3.00m	3.00m	2.70m	2.70m
	Nivel B	Nivel E	Nivel B	Nivel E	Nivel B	Nivel E	Nivel B	Nivel E
	Obstrucción en un lado únicamente.							
1.80	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
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70
0.00	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66
	Obstrucción en ambos lados							
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.81	0.76	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0.00	0.70	0.85	0.60	0.67	0.54	0.62	0.49	0.58

TABLA "C"

PROMEDIO DE FACTORES DE AJUSTE PARA CAMIONES EN CAMINOS DE DOS CARRILES EN SECCIONES DE LONGITUDES EXTENSAS.

Porcentaje de camiones.	Factor de ajuste de camiones T.								
	Terreno a nivel			Terreno ondulado			Terreno montañoso		
	Niveles de Servicio								
	A	B y C	D y E	A	B y C	D y E	A	B y C	D y E
1	0.98	0.99	0.99	0.97	0.96	0.94	0.94	0.92	0.90
2	0.96	0.97	0.98	0.94	0.93	0.93	0.89	0.85	0.82
3	0.94	0.96	0.97	0.92	0.89	0.89	0.85	0.79	0.75
4	0.93	0.95	0.96	0.89	0.86	0.86	0.81	0.74	0.69
5	0.91	0.93	0.95	0.87	0.83	0.83	0.77	0.69	0.65
6	0.89	0.92	0.94	0.85	0.81	0.81	0.74	0.65	0.60
7	0.88	0.91	0.93	0.83	0.78	0.78	0.70	0.61	0.57
8	0.86	0.90	0.93	0.81	0.76	0.76	0.68	0.58	0.53
9	0.85	0.89	0.92	0.79	0.74	0.74	0.65	0.55	0.50
10	0.83	0.87	0.91	0.77	0.71	0.71	0.63	0.53	0.48
12	0.81	0.85	0.89	0.74	0.68	0.68	0.58	0.48	0.43
14	0.78	0.83	0.88	0.70	0.64	0.64	0.54	0.44	0.39
16	0.76	0.81	0.86	0.68	0.61	0.61	0.51	0.41	0.36
18	0.74	0.80	0.85	0.65	0.58	0.58	0.48	0.38	0.34
20	0.71	0.77	0.83	0.63	0.56	0.56	0.45	0.36	0.31

No aplicable a autobuses, para estos utilizar las tablas F y G.

TABLA "D"

PROMEDIO DE AUTOMOVILES EQUIVANTES, CAMIONES Y AUTOBUSES EN CAMINOS DE DOS CARRILES EN SECCIONES DE LONGITUDES EXTENSAS.
 (INCLUYE PENDIENTES DE SUBIDA Y BAJADA Y SUBTRAMOS A NIVEL)

EQUIVALENTE	NIVEL DE SERVICIO	EQUIVALENTE PARA TERRENO		
		PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
Camiones.	A	3	4	7
	B y C	2.5	5	10
	D y E	2	5	12
Autobuses.	Para todos los niveles.	2	4	6

TABLA "E"

FACTORES DE AJUSTE PARA CAMIONES Y AUTOBUSES EN SUBTRAMOS INDIVIDUALES CON PENDIENTES EN CAMINOS DE DOS CARRILES.

Automóviles equivalentes y porcentaje de camiones o autobuses.

Automóviles equivalentes	Factor de ajuste de camiones T (B para autobuses) Porcentaje de camiones (o de autobuses)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
2	0.99	0.90	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85	0.83
3	0.98	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.71
4	0.97	0.94	0.92	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74	0.70	0.68	0.65	0.63
5	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.71	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56
6	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50
7	0.89	0.85	0.81	0.77	0.74	0.70	0.68	0.65	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.45	0.43
8	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.54	0.51	0.47	0.44	0.42
9	0.93	0.86	0.81	0.76	0.71	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.51	0.47	0.44	0.41	0.38
10	0.92	0.85	0.79	0.74	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36
11	0.91	0.83	0.77	0.71	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	0.45	0.42	0.38	0.36	0.33
12	0.90	0.82	0.75	0.69	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.42	0.39	0.38	0.34	0.31
13	0.89	0.81	0.74	0.68	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.45	0.41	0.37	0.34	0.32	0.29
14	0.88	0.79	0.72	0.66	0.61	0.56	0.52	0.49	0.46	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28
15	0.88	0.78	0.70	0.64	0.59	0.54	0.51	0.47	0.44	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26
16	0.87	0.77	0.69	0.63	0.57	0.53	0.49	0.45	0.43	0.40	0.36	0.32	0.29	0.27	0.25
17	0.86	0.76	0.68	0.61	0.56	0.51	0.47	0.44	0.41	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24
18	0.85	0.75	0.66	0.60	0.54	0.49	0.46	0.42	0.40	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23
19	0.85	0.74	0.65	0.58	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	0.32	0.28	0.26	0.24	0.22
20	0.84	0.72	0.64	0.57	0.51	0.47	0.42	0.40	0.37	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21

Continúa en la siguiente hoja.

22	0.83	0.70	0.61	0.54	0.49	0.44	0.40	0.37	0.35	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
24	0.81	0.68	0.59	0.52	0.47	0.42	0.38	0.35	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18
26	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17
28	0.79	0.65	0.55	0.48	0.43	0.38	0.35	0.35	0.32	0.29	0.27	0.24	0.21	0.17	0.16
30	0.78	0.63	0.53	0.46	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.20	0.17	0.16	0.15
35	0.75	0.60	0.49	0.42	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13
40	0.72	0.56	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11
45	0.69	0.53	0.43	0.36	0.31	0.27	0.25	0.23	0.20	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10
50	0.67	0.51	0.40	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09
55	0.65	0.48	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09
60	0.63	0.46	0.36	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.15	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
65	0.61	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07
70	0.59	0.42	0.33	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07
75	0.57	0.40	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
80	0.56	0.39	0.30	0.24	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06
90	0.53	0.36	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05
100	0.50	0.34	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05

TABLA " F "

AUTOMOVILES EQUIVALENTES DE CAMIONES EN CAMINOS DE DOS CARRILES EN SUCECIONES INDIVIDUALES ESPECIFICAS CON PENDIENTE.

Pendiente	Longitud de la pendiente (kms)	Automóviles equivalentes E (para todos los porcentajes de camiones)			
		Nivel de servicio A y B	Nivel de servicio C	Nivel de servicio D y E (capacidad)	
2	Todas	2	2	2	
3	0.4	5	3	2	
	0.8	10	10	7	
	1.2	14	16	14	
	1.6	17	21	20	
	2.4	19	25	26	
2.4	3.2	21	27	29	
	4.8	22	29	31	
	6.4	23	31	32	
	4	0.4	7	6	3
		0.8	16	20	20
1.2		22	30	32	
1.6		26	35	39	
2.4		28	39	44	
4	3.2	30	42	47	
	4.8	31	44	50	
	6.4	32	46	52	
	5	0.4	10	10	7
		0.8	24	33	37
1.2		29	42	47	
1.6		33	47	54	
2.4		35	51	59	
5	3.2	37	54	53	
	4.8	39	56	66	
	6.4	40	57	68	

Continúa en la siguiente hoja

6	0.4	14	17	16
	0.8	33	47	54
	1.2	39	56	65
	1.6	41	59	70
	2.4	44	62	75
	3.2	46	65	80
	4.8	48	68	84
7	6.4	50	71	87
	0.4	24	32	35
	0.8	44	63	75
	1.2	50	71	84
	1.6	53	74	90
	2.4	56	79	95
	3.2	58	82	100
4.8	60	85	104	
6.4	62	87	108	

TABLA " G "

AUTOMOVILES EQUIVALENTES DE AUTOBUSES EN CAMINOS DE DOS CARRILES EN SUBSECCIONES INDIVIDUALES ESPECIFICADAS CON PENDIENTES

Pendiente porcentaje	Automóviles equivalentes, 2F		
	Nivel de Servicio A y B	Nivel de Servicio C	Nivel de Servicio D y F (capacidad)
4 (*)	2	2	2
5 "	4	3	2
6 "	7	6	4
7 "	12	12	10

- 1.- Todas las longitudes.
- 2.- Para todos los porcentajes de autobuses.
- 3.- Uso generalmente restringido a pendientes de 900 m. de longitud o mayor. (*)

TABLA "H"

NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA CAMINOS DE MULTIPLES CARRILES SIN DIVISION Y/O SIN ACCESO CONTROLADO BAJO CONDICION DE FLUJO INTERRUMPIDO.
(Normalmente representativo de operaciones rurales)

Niveles de servicio.	Condiciones del flujo del tránsito.		Relacion Volumen de Servicio/Capacidad (V/C)			Volumenes de servicio máximo bajo condiciones ideales con velocidades promedio de 110 km/hr.(v.p.h. en una dirección.		
	Descripción	Velocidad de operación km/hr,	Valor límite para velocidad de proyecto de 110 km/hr.	Velocidad de proyecto.		80 km/hr.	6 carriles (3 carriles en una dirección	Cada carril adicional.
				4 carriles (2 en una dirección	95 km/hr.			
A	Flujo libre	95	0.30	- - - -	- - - -	1200	1800	500
B	Flujo estable (alta velocidad)	90	0.50	0.20	- - - -	2000	3000	1000
C	Flujo estable	70	0.75	0.50	0.25	3000	4500	1500
D	Acercándose al flujo inestable	55	0.90	0.85	0.70	3600	5400	1800
E	Flujo inestable	50	- - - -	1.00	- - - -	6000	4000	2000
F	Flujo forzado	50	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	Variable	(0 a capacidad)

TABLA " I "

EFFECTOS COMBINADOS DE ANCHURA DE CARRIL Y CLARO LATERAL EN LA CAPACIDAD Y VOLUMENES DE SERVICIO EN CAMINO DE MÚLTIPLES CARRILES SIN DIVISION Y CON FLUJO INTERRUMPIDO.

Distancia de la orilla a la obstrucción (m.)	Factor de ajuste W para claro lateral y anchura de carril							
	Obstrucción del lado derecho unicamente.				Obstrucción a ambos lados.			
	Carriles	Carriles	Carriles	Carriles	Carriles	Carriles	Carriles	Carriles
	a) 4 carriles en carretera sin dividir, un sentido.							
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
b) 6 carriles en carreteras sin dividir, un sentido.								
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

N.A. = No aplicable, úsese el ajuste para obstáculos del lado derecho.

TABLA " J " .

PROMEDIO DE AUTOMOVILES EQUIVALENTES, DE CAMIONES Y AUTOBUSES EN CAMINOS DE MULTIPLES CARRILES, EN SECCIONES DE LONGITUDES EXTENSAS.

(INCLUYE PENDIENTES DE SUBIDA Y DE BAJADA Y SUBTRAMOS A NIVEL)

N I V E L D E S E R V I C I O	E, equivalente para		
	Terrano a nivel.	Terrano ondulado.	Terrano montañoso.
A	Amplitud variable		
B o E	para camiones para autobuses	2.0 1.6	8.0 5.0

TABLA " K "

FACTORES DE AJUSTE PARA CAMIONES Y AUTOMOVILES EN SUBTRAMOS INDIVIDUALES CON
PENDIENTES EN CAMINOS DE MULTIPLES CARRILES

(automóviles equivalentes y porcentaje de camiones o autobuses)

Automóviles equivalentes E	Factor de ajuste de camiones T (B para autobuses)															
	Porcentaje de camiones (o de autobuses) de:															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
2	0.99	0.98	0.97	0.95	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.86	0.86	0.85	0.83	
3	0.98	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.88	0.86	0.85	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.71	
4	0.97	0.94	0.93	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74	0.70	0.68	0.65	0.63	
5	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.71	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	
6	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.53	
7	0.94	0.89	0.85	0.81	0.77	0.74	0.70	0.68	0.65	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.45	
8	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.54	0.51	0.47	0.44	0.42	
9	0.93	0.86	0.81	0.76	0.71	0.68	0.64	0.61	0.58	0.56	0.51	0.47	0.44	0.41	0.38	
10	0.92	0.85	0.79	0.74	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	
11	0.91	0.83	0.77	0.71	0.67	0.63	0.59	0.55	0.53	0.50	0.45	0.42	0.38	0.36	0.33	
12	0.90	0.82	0.75	0.69	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.43	0.39	0.36	0.34	0.31	
13	0.89	0.81	0.74	0.68	0.63	0.58	0.54	0.51	0.48	0.45	0.41	0.37	0.34	0.32	0.29	
14	0.88	0.79	0.72	0.66	0.61	0.56	0.52	0.49	0.46	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	
15	0.88	0.78	0.70	0.64	0.59	0.54	0.51	0.47	0.44	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	
16	0.87	0.77	0.69	0.63	0.57	0.53	0.49	0.45	0.43	0.40	0.36	0.32	0.29	0.27	0.25	
17	0.86	0.76	0.68	0.61	0.56	0.51	0.47	0.44	0.41	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	
18	0.85	0.75	0.66	0.60	0.54	0.49	0.46	0.42	0.40	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	
19	0.85	0.74	0.65	0.58	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38	0.36	0.32	0.28	0.26	0.24	0.22	
20	0.84	0.72	0.64	0.57	0.51	0.47	0.42	0.40	0.37	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	
21	0.83	0.71	0.63	0.56	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	
22	0.83	0.70	0.61	0.54	0.49	0.44	0.40	0.37	0.35	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	
23	0.82	0.69	0.60	0.53	0.48	0.43	0.39	0.36	0.34	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.19	
24	0.81	0.68	0.59	0.52	0.47	0.42	0.38	0.35	0.33	0.30	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	
25	0.80	0.67	0.58	0.51	0.46	0.41	0.37	0.34	0.32	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	

TABLA " L "

AUTOMOVILES EQUIVALENTES DE CAMIONES EN CAMINOS DE MULTIPLES CARRILES EN SUBSECCIONES INDIVIDUALES ESPECIFICAS CON PENDIENTES

Pendiente %	Longitud de la sección km.	Automóviles equivalentes E										
		Niveles de servicio A a C para camiones					Niveles de servicio D y E para camiones					
		3%	5%	10%	15%	20%	3%	5%	10%	15%	20%	
0-1 2	Todas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	0.4 a 0.8	5	4	4	3	3	5	4	4	3	3	
	1.2 a 1.6	7	5	5	4	4	7	5	5	4	4	
	2.4 a 3.2	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6	
	4.8 a 6.4	8	8	7	7	7	8	8	7	7	7	
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	5	4	
	1.6	10	8	6	6	5	10	8	6	5	5	
	2.4	10	9	7	7	7	10	9	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	10	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		13	13	12	12	12	14	14	13	13	13	
6.4		15	15	14	13	12	16	16	15	14	13	

Continúa en la siguiente hoja

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	14	14	13	13	13	15	14	14	14	14
	4.8	16	16	14	14	13	17	17	17	17	14
6.4	19	19	17	17	15	22	21	19	19	16	
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	16	15	15	15	14
	3.2	16	15	15	14	14	18	16	16	15	15
	4.8	18	17	16	16	14	20	19	19	19	15
6.4	20	20	19	19	19	23	23	20	20	20	

TABLA " M "

PROMEDIO DE FACTORES DE AJUSTE PARA CAMIONES EN CAMINOS DE CARRILES MULTIPLES EN SECCIONES DE LONGITUDES EXTENSAS

Porcentaje de camiones.	Factor T para todos los niveles.		
	Terreno a nivel	Terreno ondulado	Terreno montañoso
1	0.99	0.97	0.93
2	0.98	0.94	0.88
3	0.97	0.92	0.83
4	0.96	0.89	0.78
5	0.95	0.87	0.74
6	0.94	0.85	0.70
7	0.93	0.83	0.67
8	0.93	0.81	0.64
9	0.92	0.79	0.61
10	0.91	0.77	0.59
12	0.89	0.74	0.54
14	0.88	0.70	0.51
16	0.86	0.68	0.47
18	0.85	0.65	0.44
20	0.83	0.63	0.42

No aplicable para autobuses para estos utilizar las tablas T y N.

TABLA " N "

AUTOMOVILES EQUIVALENTES DE AUTOBUSES EN CAMINOS DE MULTIPLES CARRILES EN SUBSECCIONES INDIVIDUALES ESPECIFICAS CON PENDIENTE

Pendiente %	Automóviles equivalentes E.	
	Nivel de servicio A a C	Nivel de servicio D y E (capacidad)
0-4	1.6	1.6
5 (*)	4.0	2.0
6 "	7.0	4.0
7 "	12.0	10.0

1.- Todas las longitudes.

2.- Para todos los porcentajes de autobuses.

3.- Uso generalmente restringido a pendientes de 800 m. de longitud o mayor. (*)

ACCIDENTES

ESTUDIO DE ACCIDENTES

Uno de los principales resultados del problema del tránsito son los accidentes, siendo estos un suceso eventual o inesperado y por lo general desagradable. Los que se manifiestan en grandes bajas entre la población por el número de muertos y heridos, así como considerables pérdidas económicas.

Para la Ingeniería de Tránsito es de gran importancia el estudio de los accidentes, ya que será esta la que de la solución adecuada a través del correcto análisis del problema. Lo que se logrará del estudio de los datos obtenidos cada año sobre accidentes (estadística) para lo que se ha encontrado conveniente determinar tres importantes datos que son:

- 1.- La causa aparente de los accidentes.
- 2.- La falla operacional.
- 3.- La magnitud del problema.

Causa aparente.- La causa aparente o hechos de tránsito es aquella que aparece en el informe de accidentes de tránsito y es la base de la estadística de éstos. Es el agente de tránsito la persona con la responsabilidad oficial de rendir estos informes de acuerdo con su criterio, por lo que solo podrá ser causa aparente hasta que el análisis correspondiente determine la causa real. Es importante separar la información que logremos acumular de los accidentes por ubicación, frecuencia, saldos, conductor, empresa, etc.

Falla operacional.- Con frecuencia podremos determinar las causas reales, del análisis de las causas aparentes, las que nos permitirán saber si la falla de operación dependió del camino, del vehículo o del conductor. Lo que nos permitirá tomar las medidas necesarias para corregirlas eliminando o disminuyendo los accidentes.

Magnitud del problema.- Para conocer la magnitud del problema de los accidentes, necesitamos de cifras o índices que nos permitan comparar éstos con los de otros tramos de caminos, otros caminos, ciudades, estados, o países.

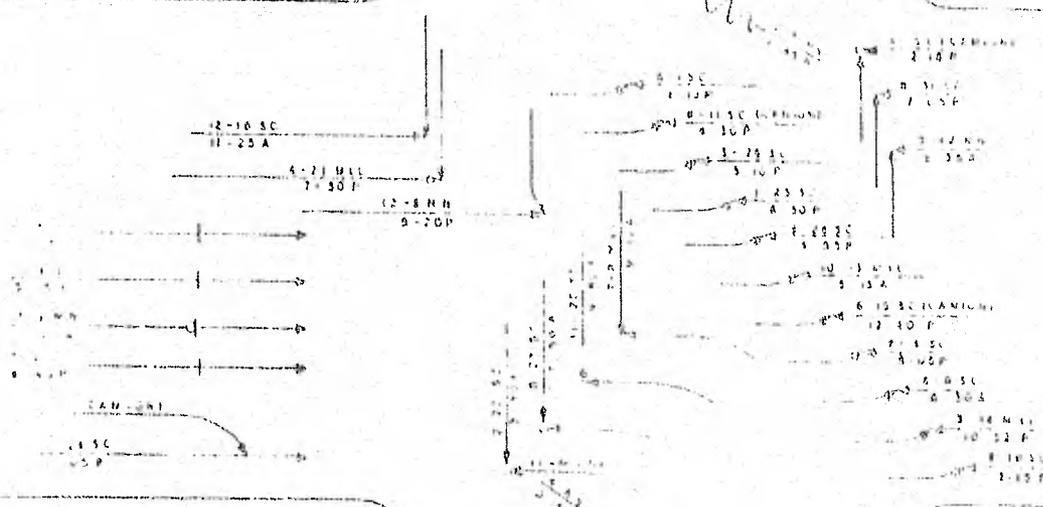


CAMINO JORGEN

DEPTO DE INGENIERIA DE TRANSITO DE
CUALQUIER CIUDAD

UBICACION _____
FECHA DE RECOMPLICACION _____
PERIODO CUBIERTO _____

DIAGRAMA DE COLISIONES



117

SIGLOS CONVENCIONALES

- VEHICULOS EN MOVIMIENTO _____ →
 - PLATON _____ →
 - PUERTO _____ ○
 - REHIDO _____ ○
 - COLISION POR DETRAS (ALCANCE) _____ →
 - VEHICULO ESTACIONADO _____ □
 - OBJETO FIJO _____ □
 - VOCAJUNA _____ →
 - VEHICULO SIN CONTROL _____ →
 - COLISION LATERAL _____ →
- HORA: A + AM, P + PM
 PAGAMENTO: S + Seco, H + Hielo, M + Mojado
 TIEMPO: C + Claro, H + Niebla, L + Lluvia

AV FRANKLIN

SAIDO DE ACCIDENTES

ACCIDENTE	DIAS	NOCHE	TOTAL
MUERTOS	0	0	0
PELTONES AIROPELLADOS	0	0	0
LESIONADOS	6	2	8
SOLO DAÑO A A LA PROPIEDAD	12	11	23
TOTAL	20	13	33

ESTUDIOS DE ACCIDENTES

Para lo que podemos utilizar el Índice de Accidentes que considera el total de éstos o el Índice de Mortalidad que considera únicamente el número de muertos en el año.

Índice de accidentes con base en la población.

$$\frac{I^A}{P} = \frac{N \text{ de accidentes en el año} \times 100,000}{N \text{ de habitantes.}}$$

Util para comparar ciudades, entidades políticas, o sistemas de caminos semejantes en la base socio-económica. (accidentes por cada 100,000 habitantes).

Índice de accidentes con base en los vehículos.

$$\frac{I^A}{V} = \frac{N \text{ de accidentes en el año} \times 10,000}{N \text{ de vehículos registrados.}}$$

Util para comparar ciudades, entidades o países, aunque exista diferente base socio-económica, (accidentes por cada 10,000 vehículos).

$$\frac{I^A}{K} = \frac{N \text{ de accidentes en el año} \times 1,000,000}{N \text{ de vehículos por kilometraje generado.}}$$

Util para comparar núcleos de población, entidades, países o caminos individuales. Se puede utilizar el número de vehículos al año por la longitud del camino o el consumo de combustible anual por el rendimiento promedio. (accidentes por cada 1,000,000 de vehículos-kilómetro).

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

Las causas de los accidentes son numerosas y frecuentemente difíciles de determinar, estando en ocasiones involucradas una serie de circunstancias. Siendo las principales causas las debidas al conductor, al camino y al vehículo.

DEL CONDUCTOR	}	Exceso de velocidad (caminos no adecuados para los vehículos modernos, para velocidades no muy altas). Invasión de la circulación contraria (sobre todo en carreteras de doble circulación). Alcoholismo. Imprudencia para manejar. Cansancio. Etc.
DEL CAMINO	}	Falta de señales. Variación de la sobreelevación (por repavimentación). Animales. Curvas cerradas. Piedras y derrumbes. Aceite y diessel. Etc.
DEL VEHICULO	}	Llantas en mal estado. Dirección. Frenos. Luces. Etc.

La siguiente tabla nos muestra las principales causas de accidentes en diferentes lugares.

Causa del accidente	E.E.U.U. (1952)	Caminos Federales (México 1956)	Cd. Puebla (1948)
Exceso de velocidad.	46%	26%	4.1%
Imprudencia del conductor.		18%	
Invasión de la circulación contraria.	19.2%	12%	1.8%
Desperfectos del vehículo.		11%	47.5%
Imprudencia de peatones.	12.4%	8%	
Dormirse manejando.		7%	
Estado alcohólico.		4%	9.4%

Estacionarse sin protección.	4%	7.5%
Falla del camino.	2%	
Deslumbriamiento.	2%	
No respetar la señal de alto.		21.5%
Otras causas.	21.6%	6%
Total.	100.0%	100.0%

DATOS ESTADISTICOS

VICTIMAS DE ACCIDENTES DE TRANSITO POR ENTIDADES EN 1970

ENTIDAD	TOTAL DE ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS
Aguascalientes.	280	237	80
Baja California N.	5,383	3,830	200
Baja California S.	521	339	31
Campeche.	689	453	31
Coahuila.	3,525	1,768	120
Colima	514	342	33
Chiapas.	631	563	90
Chihuahua.	7,320	3,724	194
Distrito Federal.	10,826	9,872	689
Durango.	753	626	63
Guamajuato.	2,052	1,874	272
Guerrero.	2,789	1,461	152
Hidalgo.	840	702	161
Jalisco.	6,219	3,681	292
México.	3,838	2,744	370
Michoacán.	2,276	1,646	274
Morelos.	1,101	934	126
Nayarit.	521	528	103
Nuevo León.	12,517	8,191	224
Oaxaca.	1,381	913	155
Puebla.	1,948	1,630	295
Querétaro.	712	420	98
Quintana Roo.	126	118	12
San Luis Potosí.	1,794	1,407	159
Sinaloa.	2,313	1,915	174
Sonora.	4,958	3,853	210
Tabasco.	587	585	89
Tamaulipas.	6,940	3,953	210
Tlaxcala.	335	256	72
Veracruz.	4,124	3,025	405
Yucatán.	2,534	1,461	64
Zacatecas.	633	580	106

Para el Distrito Federal se tienen los siguientes datos.

DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRANSITO EN EL D. F. (1975-1978).

LUGAR DONDE OCURRIO EL DECESO.	AÑOS			
	1975	1976	1977	1978
Murieron en el lugar del accidente.	944	1,051	1,058	1,005
Murieron durante el traslado.	41	26	43	27
Murieron en el hospi tal.	1,393	1,431	1,515	1,515
TOTAL DE MUERTOS	2,378	2,508	2,606	2,547

DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRANSITO POR TIPO DE USUARIO EN
EL DISTRITO FEDERAL ENTRE LOS AÑOS DE 1975 Y 1978.

USUARIO	1975	%	1976	%	1978	%
Peatones.	1,720	72.4	1,855	75.2	1,869	73.4
Pasajeros.	317	13.4	314	12.5	333	13.1
Conductores.	179	7.5	222	8.9	240	9.3
Motociclistas.	36	1.5	31	1.2	33	1.3
Ciclistas.	33	1.3	16	0.6	41	1.7
Se ignora.	93	3.9	40	1.6	31	1.2
TOTAL.	2,378	100.0	2,508	100.0	2,547	100.0

DEFUNCIONES EN HECHOS DE TRANSITO POR TIPOS DE VEHICULOS
EN EL DISTRITO FEDERAL DE 1976-1978.

TIPO DE VEHICULO	1976	%	1977	%	1978	%
Automóvil part.	579	23.1	666	25.6	617	24.2
Autobús urbano.	334	13.4	336	12.9	282	11.0
Camión.	174	7.0	229	8.8	228	8.9
Taxi.	67	2.7	59	2.3	51	2.0
Motocicleta.	62	2.5	54	2.1	49	1.9
Camioneta.	45	1.8	36	1.4	38	1.5
Bicicleta.	19	0.7	22	0.8	40	1.6
Autobús feráneo.	18	0.7	15	0.5	32	1.3
Autobús suburbano.	24	0.9	19	0.7	23	0.9

Trolebús.	12	0.4	0	0.0	10	0.4
Metro.	11	0.4	8	0.3	4	0.2
Ferrocarril.	30	1.2	26	0.9	31	1.2
Tranvía	4	0.1	16	0.6	5	0.2
Ambulancia.	2	0.1	1	0.1	0	0.0
Patrulla.	1	0.1	2	0.1	3	0.1
Barredora.	3	0.1	0	0.0	0	0.0
Avioneta.	2	0.1	2	0.1	4	0.2
Tractor.	3	0.1	0	0.0	0	0.0
Helicóptero.	0	0.0	0	0.0	1	0.1
Se ignora.	1,110	44.6	1,115	42.8	1,129	44.3
TOTAL.	2,508	100.0	2,606	100.0	2,547	100.0

DISTRIBUCION DE DEFUNCIONES POR HECHOS DE TRANSITO EN EL DISTRITO FEDERAL SEGUN LA EDAD DE LAS VICTIMAS.

EDAD EN AÑOS	1976		1977		1978	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
1 a 4 años.	125	4.9	117	4.5	110	4.5
5 a 9 "	150	5.9	130	5.0	145	5.7
10 a 14 "	118	4.7	127	4.9	135	5.3
15 a 19 "	208	8.3	213	8.2	218	8.4
20 a 24 "	267	10.8	298	11.4	298	11.5
25 a 29 "	227	9.4	278	10.7	261	10.2
30 a 34 "	201	8.1	197	7.6	179	7.0
35 a 39 "	182	7.3	198	7.6	168	6.6
40 a 44 "	142	5.6	148	5.7	170	6.7
45 a 49 "	176	7.1	148	5.7	151	6.0
50 a 54 "	126	5.0	145	5.6	129	5.0
55 a 59 "	106	4.2	132	5.0	127	4.9
60 a 69 "	219	8.6	242	9.2	206	8.3
70 a 79 "	183	7.2	159	6.1	177	7.0
80 a 89 "	63	2.4	60	2.3	58	2.2
90 a 99 "	9	0.3	9	0.3	11	0.5
100 ó más años	0	0.0	2	0.1	0	0.0
Fetos	5	0.1	3	0.1	4	0.2
TOTAL.	2,508	100.0	2,606	100.0	2,547	100.00

Los datos anteriores nos muestran que casi las tres cuartas partes de muertos eran peatones y que la cuarta parte de estos corresponde a niños y jóvenes hasta de 19 años. También cabe destacar que los automóviles, aunque constituían el 86% de los vehículos, solo causaron el 24.7% de

las muertes, en cambio los autobuses siendo el 1% de los vehículos, causaron el 13.2% de las muertes.

ANALISIS DE ACCIDENTES

Es importante llevar la estadística de los accidentes por años, separando los informes de éstos por ubicación así como por las personas que intervienen en éstos. Para lo que se recomienda seguir los seis pasos básicos que se muestran a continuación:

- 1.- Obtención de los informes de accidentes en una forma adecuada.
- 2.- Seleccionar los lugares con alta frecuencia de accidentes según la importancia de éstos.
- 3.- Preparar diagramas de colisiones y de condiciones físicas para cada lugar en estudio.
- 4.- Hacer un resumen con los datos obtenidos.
- 5.- Obtener datos complementarios con observaciones de campo en las horas en que ocurrieron la mayoría de los accidentes.
- 6.- Analizar los datos anteriores y proponer la solución al problema.

Diagrama de accidentes.- Es la representación gráfica de los accidentes en un cruce.

Mapa de frecuencia de accidentes.- Es la representación gráfica de los accidentes ocurridos en una zona, una ciudad, etc.

Diagrama de condiciones físicas.- Es la representación gráfica de las condiciones del lugar donde ocurrió el accidente, como son los postes, semáforos, árboles, banquetas, etc

Tanto en los diagramas como en los mapas de frecuencia de accidentes es importante anotar la hora, la fecha, las condiciones del tiempo o cualquier otro dato que sea de interés. Los que permiten a las autoridades ver cuales son los tipos de accidentes más frecuentes, en que épocas del año aumentan estos, etc. Para poder tomar las medidas necesarias para evitar los accidentes, como puede ser reforzar la vigilancia policiaca en ciertas fechas. Además cuando se ha realizado algún cambio o modificación nos permiten ver los resultados de éstos.

Los informes de accidentes.- Son el reporte escrito que debe contener todos los detalles del mismo, para lo que se utilizan formas impresas en forma de cuestionario con el objeto de no dejar nada a la memoria. Las personas encargadas de llevar a cabo estos informes son los agentes de la ley, los que anotarán la causa aparente del accidente.

Los informes de accidentes deben ser lo más veraces posible ya que servirán de base a peritos, abogados, compañías de seguros, ingenieros, etc.

NORMAS DE SEGURIDAD

Normas recomendables de implantar por parte de las autoridades encargadas de dirigir y controlar el tránsito, con el objeto de reducir al máximo los accidentes en las calles y caminos.

1.- Inspección vehicular en forma periódica.- Es recomendable que todos los vehículos sean inspeccionados por lo menos una vez al año, ya que con esto se logra disminuir los accidentes al encontrarse los vehículos en mejores condiciones mecánicas. Además de que esto provoca que los propietarios de los vehículos los conserven en mejores condiciones en general y permite a las autoridades verificar la documentación de los mismos.

2.- Educación vial del peatón y del conductor.- Ya que todo mundo participamos diariamente en problemas de tránsito es muy importante dar educación vial a toda la población desde la edad escolar. Los conductores en especial deben de recibir una educación vial más completa, debido a que el vehículo sin la educación vial del conductor se convierte en un arma en manos de éste.

3.- Seguridad de los motociclistas.- Es recomendable el uso de casco y lentes protectores para los motociclistas, así como para sus acompañantes, con lo que se disminuye la magnitud de los accidentes.

4.- Uso de cinturones de seguridad.- El uso de cinturones de seguridad por parte de los ocupantes de los automóviles disminuye la gravedad de los accidentes.

- 5.- Servicio médico de emergencia.- Los servicios de primeros auxilios se deben localizar lo más cerca posible de las zonas conflictivas, tanto urbanas como rurales, con el objeto de poder prestar éstos servicios lo más pronto posible. Las ambulancias deben contar con el equipo necesario para auxiliar a las víctimas de los accidentes durante su traslado a los hospitales.
- 6.- Limpieza y control de residuos de accidentes.- Se debe contar con brigadas de rescate y limpieza para poder auxiliar a las víctimas de accidentes lo más pronto posible y poder restablecer la circulación de vehículos en forma segura a la mayor brevedad posible. Además de advertir a los demás vehículos del lugar del accidente para evitar que éste sea de mayores consecuencias.
- 7.- Vigilancia policiaca en los sitios detectados como peligrosos para el tránsito.- En caminos en los que por sus características físicas o climatológicas son reconocidos por las autoridades como peligrosos, se debe establecer una vigilancia permanente por medio de patrullas con el objeto de que los usuarios de éstos respeten al máximo las restricciones indicadas.
- 8.- Registro de accidentes.- Se debe de llevar un registro de accidentes con el mayor número de datos posibles lo que nos permitirá determinar cuales son las causas más comunes de los mismos, con la variación de éstos a lo largo del tiempo, etc. Con lo que se podrá dar la solución adecuada para evitar accidentes.
- 9.- Reglamento de tránsito y su aplicación legal.- Es necesario actualizar y uniformizar los reglamentos de tránsito, así como contar con un cuerpo policiaco suficiente y capaz, con lo que se logrará un mejor control del tránsito y se podrán reducir considerablemente los accidentes.
- 10.- Diseño, construcción y mantenimiento adecuado a calles y caminos.- Con lo anterior se logrará un tránsito más eficiente y por lo tanto disminuirán los accidentes. El diseño debe hacerlo un Ingeniero de Tránsito para que sea el más adecuado, evitando así que se siga cayendo en los mismos errores que hasta ahora.

II.- Aplicación de la Ingeniería de Tránsito.- Para ésto es

necesario contar con un número suficiente de Ingenieros de Tránsito, así como de oficinas o departamentos de Ingeniería de Tránsito en todas las ciudades donde existan problemas del mismo, ya que serán éstos los que nos den las soluciones a esos problemas.

ORIGEN Y DESTINO

IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

Para la planeación en la localización, diseño, construcción y programación de caminos nuevos o mejorados, transporte público y estacionamiento, los estudios de Origen y Destino están diseñados para recopilar toda la información necesaria sobre el número y tipo de viajes, incluyendo los movimientos de pasajeros y vehículos desde sus puntos o zonas de origen, hasta sus puntos o zonas de destino. Con lo que se conocerá cuales son sus deseos básicos de movimiento, cual es la demanda de traslado, de donde vienen y a donde van.

MÉTODOS DE ESTUDIO

Los métodos más utilizados en los estudios de Origen y Destino, son los siguientes:

Encuesta directa a conductores de vehículos.- Para este estudio se instalan una o varias casetas de aforo dependiendo de la magnitud del estudio, donde se detiene a los vehículos y se interroga a los conductores de los mismos, preguntándoles su origen y destino, así como cualquier otro dato si se desea. En este tipo de estudio no se obtienen datos de los pasajeros de los transportes públicos.

Método de la tarjeta postal.- Este método es similar al anterior pero se utiliza cuando el tránsito es pesado y no puede ser detenido el tiempo necesario para la encuesta, para lo que se entrega una tarjeta debidamente timbrada a los conductores de los vehículos y se les pide la devolver por correo con el cuestionario contestado. Tiene el inconveniente de que muchas tarjetas se pierden y otras se reciben con datos incompletos.

Método de las placas de los vehículos en movimiento.- Este método es similar a los dos métodos anteriores y consiste en anotar los números de las placas de los vehículos a la entrada y a la salida del camino o zona en estudio durante periodos de tiempo de 15 minutos. Otras variantes de este método consisten en colocar una tarjeta al vehículo o se le entrega al conductor a la entrada de la zona en estudio explicándoles el motivo y recogiendo las a la salida de la zona en estudio. También se puede pedir a los conductores

**CUESTIONARIO PARA DETERMINACION DEL ORIGEN Y DESTINO DE USUARIOS
DENTRO DE LA CIUDAD**

ANEXO I



Cuestionario No

Ruta No

Sector No

Unidad de Muestreo
Número

129

I - FECHA DE VIAJES

"A" - NUMERO DE AUTOMOVILES QUE POSEEN LOS HOJADORES

"B" - NUMERO TOTAL DE HABITANTES

"C" - NUMERO DE HABITANTES MAYORES DE 5 AÑOS

"D" - CARACTERISTICAS DE LOS HABITANTES INDICADOS EN "C"

	NUMERO DE PERSONAS	EJEMPLOS	SEXO	RELACION FAMILIAR	OCUPACION	VIAJES	
						SI	NO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

II - "E" - NUMERO TOTAL DE VIAJES REGISTRADOS

1. No. DE PERSONAS MAYORES DE 5 AÑOS QUE EFECTUARON EL VIAJE

2. No. DE PERSONAS MAYORES DE 5 AÑOS QUE NO EFECTUARON EL VIAJE

3. No. DE PERSONAS MAYORES DE 5 AÑOS CUYOS VIAJES NO HAYAN SIDO PRECISADOS

"F" OBSERVACIONES

III - CONTROL INTERNO

Recopelador Si ()

VISITAS DIA Y HORA

1 -

2 -

3 -

4 -

FECHA CAUSA

REPORTE INCOMPLETO

COMENTARIO DEL SUPERVISOR

SE COMPLETO ESTE CUESTIONARIO

EL DIA

ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

RUTA		VIAJERA	UNIDAD MUESTREADA	SECTOR	FECHA DEL VIAJE	PROPOSITO DE VIAJE		TIPO DE ESTACIONAMIENTO
1	2	3	4	5	6	7	8	9
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	
						1- TRABAJO 2- MEDICOS 3- MEDICO 4- ESCUELA 5- MERCADO 6- PASEO 7- SERVICIOS 8- COMPRAS 9- ACOMPAÑANTE 10- CASA	1- ACERA 2- LOTE 3- GARAGE 4- GARAGE PARTICULAR 5- TALLER 6- NO SE ESTACIONA	

130

ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

que enciendan las luces de los vehículos al cruzar la zona en estudio, sobre todo en las intersecciones rotatorias para estudiar cada una de las ramas por separado.

Método de encuestas domiciliarias.-- Es el método que proporciona resultados más completos mediante el interrogatorio de los habitantes de una zona. Con lo que se determina el destino, propósito y frecuencia de los viajes, así como cualquier otro dato que se requiera, por lo general se completa este tipo de estudio con una encuesta a conductores.

Método del cuestionario postal a los propietarios de vehículos.-- Este método es similar al método de la tarjeta postal, se envía por correo un cuestionario debidamente timbrado a los propietarios de vehículos para que lo llenen y lo regresen por correo, tiene las mismas fallas que la tarjeta postal.

APLICACIONES

Algunas de las principales aplicaciones de los estudios de Origen y Destino son las siguientes:

Nos permite conocer la demanda que existe dentro de una ciudad para poder usar más eficientemente ciertas calles.

Nos permite localizar la ubicación óptima de uno o varios pasos a través de barreras naturales.

Nos permite fijar rutas para desviar a los transportes pesados y vehículos que no desean pasar por el centro de una ciudad.

Nos permite localizar un camino nuevo, o nos permite ver que camino hay que mejorar dentro de una red de caminos.

Nos permite conocer el mejor trazo para pasar un camino a través de una población, ya sea por dentro o fuera de ésta.

Permite la justificación para la construcción de un camino nuevo, la ampliación de un camino existente, etc., aportando datos como son los volúmenes de tránsito a futuro,

ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO PARA EL DISTRITO FEDERAL

Según estudios realizados por La Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal para el plan de desarrollo urbano, las zonas o polos de atracción más importantes para la Ciudad de México y Área Metropolitana son de norte a sur las siguientes: Plaza Satélite, el Instituto Politécnico Nacional, San Juan de Aragón, Chapultepec, la Zona Centro, La Merced, el Aeropuerto la Ciudad Deportiva, Insurgentes Sur, Ciudad Universitaria y la Zona Hospitalaria del Viaducto Tlalpan.

VIAJES GENERADOS EN 1977 POR LAS ZONAS MAS IMPORTANTES DEL AREA METROPOLITANA

ZONA	NUMERO DE VIAJES	PORCENTAJE
Dentro del Circuito Exterior	4, 463, 610	50.0
Naucalpan - Cuajimalpa	986, 390	11.0
Azcapotzalco - La Villa	803, 130	9.0
Cd. Netzahualcóyotl	722, 440	8.7
Ecatepec - Villa G.A.Madero	583, 250	6.5
Tlanepantla	556, 540	6.2
Sn. Angel - zona comercial		
Insurgentes Sur	542, 450	6.1
Iztapalapa	225, 280	2.5
Total	8, 883, 090	100.0

VIAJES ATRAIDOS EN 1977 POR LAS ZONAS MAS IMPORTANTES DEL AREA METROPOLITANA

ZONA	NUMERO DE VIAJES	PORCENTAJE
Dentro del Circuito Interior	4, 069, 100	55.5
Azcapotzalco - La Villa	1, 121, 070	15.3
Centro SCOP - Coyocacán -		
San Angel	610, 040	8.3
Ciudad Universitaria	424, 820	5.8
Naucalpan	315, 100	4.3
Tlanepantla	242, 540	3.3
Calz. Zaragoza - Aeropuerto	234, 580	3.2
Ecatepec	153, 620	2.1
Iztapalapa	85, 340	1.2
Plaza Satélite	72, 360	1.0
Total	7, 328, 570	100.0

TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS

EL TRANSPORTE PUBLICO COMO FACTOR IMPORTANTE DEL DESARROLLO

La necesidad que tiene el hombre moderno de transportarse para poder realizar sus actividades cotidianas y la dificultad que existe para que todas las personas se trasladan en vehículos propios hacen del transporte público de pasajeros o transporte masivo un factor importante para la economía de un país. Debido por un lado a que el número de pasajeros que transporta es bastante elevado, siendo en México aproximadamente de 700 millones de pasajeros por año y por otro lado requiere de un gran número de trabajadores, de vehículos los que se tienen que sustituir periódicamente, de instalaciones fijas como son: estaciones, terminales, talleres de mantenimiento y reparación, oficinas, agencias expendedoras de boletos, etc.

Todo esto generando actividad económica y requiriendo de un gran número de industrias proveedoras y complementarias como es la Industria Automotriz, manifestandose todo esto en el desarrollo económico del país.

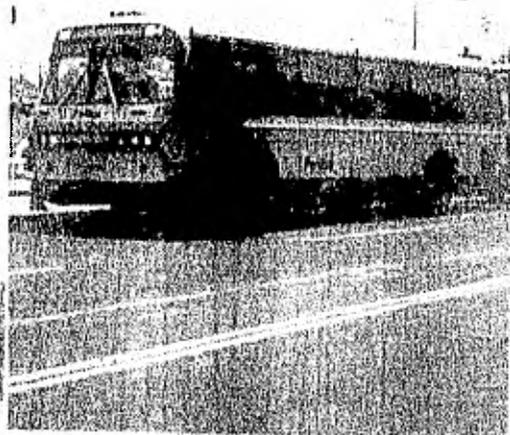
SISTEMAS DE TRANSPORTE AUTOMOTOR

Principales sistemas de transporte urbano y sus características en cuanto a capacidad, limitaciones de operación en función de la red vial, uso del suelo, costos y eficiencia.

Tranvía.- Con gran aceptación a principios de siglo, es un sistema rígido, sin producción de elementos contaminantes atmosféricos, de 70 a 75 decibeles de ruido, capacidad de transportación de 2 a 3 mil pasajeros/hr., rango de velocidad de 5 a 25 km/hr., costo de operación por persona transportada-km. 46% más barato que en autobús, requiere de áreas y radios de giro considerables, circula sobre vías, junto con otros tipos de vehículos creando fricciones entre ellos y ocasiona una reducción de la capacidad de la calle por la que circula.

Trolebús.- Sistema rígido, sin producción de elementos contaminantes atmosféricos, 65 a 70 decibeles de ruido, capacidad de transportación 2250 a 3150 pasajeros/hr., rango de velocidad 5 a 25 km/hr., costo de operación por persona transportada-km. 53% más barato que el autobús, se alimenta de fluido eléctrico de líneas guías y presenta las mismas desventajas que el tranvía.

TIPOS DE TRANSPORTES URBANO



autobús



pesero



Autobús

Autobús.- Sistema flexible, con producción de elementos contaminantes atmosféricos que pueden regularse, 90 decibeles de ruido, rango de velocidad de 7 a 30 km/hr., requiere de zonas de transferencia menores que los sistemas anteriores.

Automóvil de alquiler (pesero).- Sistema flexible, con producción de elementos contaminantes atmosféricos que se pueden regular, 65 a 75 decibeles de ruido, capacidad de transportación de 500 a 625 pasajeros/hr., rango de velocidad de 10 a 40 km/hr., costo de operación por persona-km. 175 a 200% más caro que el autobús.

Metro.- Sistema rígido, sin producción de elementos contaminantes atmosféricos, rango de velocidad 36 km/hr., capacidad de transportación 60,000 pasajeros por hora en una dirección (con 9 carros, con capacidad de 1,530 pasajeros por tren), se transporta sobre pista exclusiva, no tiene problemas de congestión, pero requiere de otros tipos de transporte para su alimentación.

En México, la transportación a larga distancia es ha base de autobuses, los que han evolucionado en forma extraordinaria convirtiéndose en el medio popular para viajar por su comodidad y altas velocidades de operación, logrando desplazar al ferrocarril a un segundo término.

TREN METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MEXICO

La construcción de la primera etapa del tren metropolitano de la Ciudad de México " METRO " se inicio el 19 de junio de 1967, la que fue planeada para una red de tres líneas con una longitud de 42,2 km. y 45 estaciones distribuidas de la siguiente forma:

Línea 1, con 17 estaciones y una longitud de 16.99 km.

Línea 2, con 20 estaciones y una longitud de 18,82 km.

Línea 3, con 5 estaciones y con una longitud de 5.71 km.

Además de 3 estaciones de transferencia entre las 3 líneas.

El día 5 de septiembre de 1969 entró en operación la Línea 1 y el 1º de agosto y 20 de noviembre de 1970, entraron en operación las Líneas 2 y 3 respectivamente.

Fue hasta el 27 de agosto de 1977 (diez años después) que

se inició la construcción de la prolongación Norte de la Línea 3 y el 16 de enero de 1978, la prolongación Sur de la misma Línea 3 con un total de 10 estaciones más y con una longitud de 10.65 km.

El 20 de marzo de 1978, se inició la construcción de la Línea 4 la que contará con 10 estaciones, 2 de las cuales serán de transferencia con la Línea 1 y con la Línea 5, con una longitud de 10.74 km.

El 15 de mayo de 1979, se inició la construcción de la Línea 5 la que contará con 13 estaciones, de las cuales 3 serán de transferencia con las Líneas 1, 3 y 4, con una longitud de 15.79 km.

Además están en construcción las siguientes Líneas:

La Línea 6 la que tendrá 7 estaciones, de las cuales una será de correspondencia con la Línea 5, con una longitud de 8.32 km.

La Línea 7 con 10 estaciones, de las cuales 2 serán de correspondencia con las Líneas 1 y 2, con una longitud de 12.63 km.

La Línea 1 se prolongará en una longitud de 2 km., con una estación de correspondencia con La Línea 5.

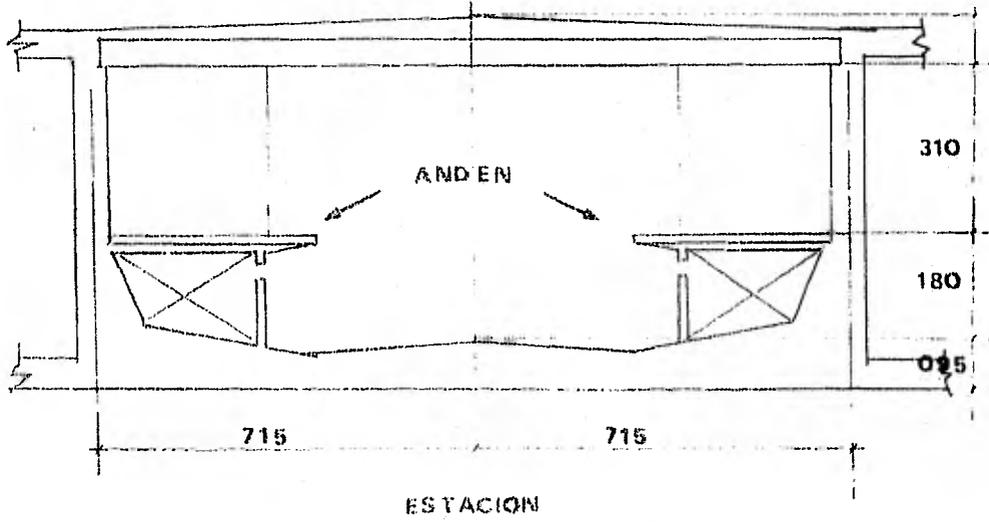
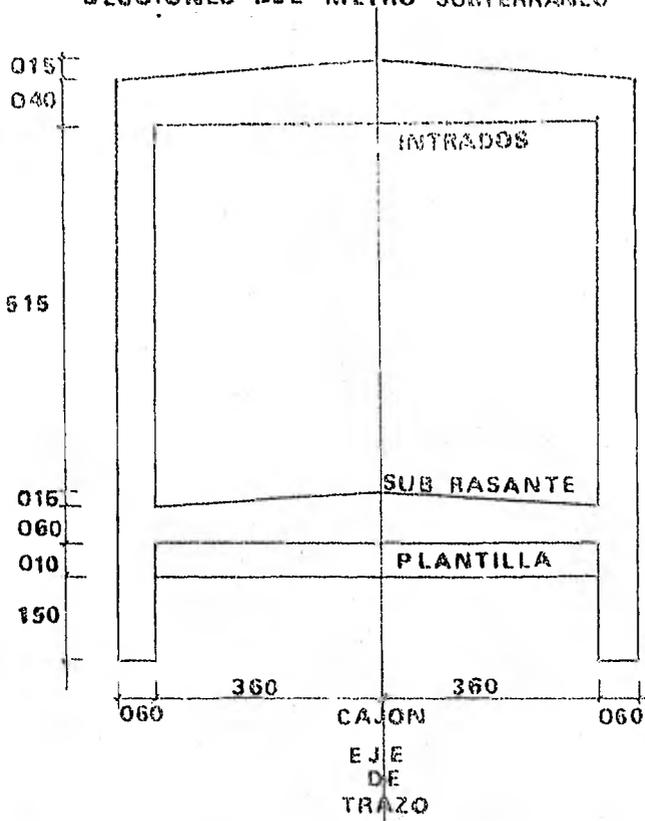
La Línea 2 se prolongará en una longitud de 3 km., con 2 - estaciones más.

CONSTRUCCION DEL METRO

El Metro, es un sistema de transporte rígido, en el que un tren se compone de 6 ó 9 carros, con capacidad para mover de 1,020 a 1,530 pasajeros por tren, puede desarrollar velocidades de 80 km/hr., pero su velocidad de operación es de 36 km/hr. y se desplaza sobre un sistema doble de vías.

El primer sistema o pistas de rodamiento sirve de apoyo a las ruedas neumáticas de carga, además cuenta con dos barras guía sobre las que se apoyan unas ruedas horizontales que sirven para controlar los movimientos laterales del tren y toma de éstas la corriente eléctrica (corriente directa de 750 volts) de que se alimenta por medio de unas escobillas que transmiten la energía a los motores.

SECCIONES DEL METRO SUBTERRANEO



El segundo sistema de vías esta formado por dos rieles de seguridad sobre durmientes de madera o concreto lo mismo que las pistas de rodamiento, sobre los que se apoyan unas ruedas metálicas tradicionales que operan en casos de emergencia o sea cuando fallan las ruedas con neumáticos.

Los durmientes se apoyaban sobre una cama de balasto y en la línea 6 del metro se van a apoyar sobre una losa de concreto, fijados a ésta por medio de anclas con resina epóxica.

Además en la construcción del METRO se han utilizado diferentes sistemas constructivos de acuerdo a los diferentes obstaculos que se han encontrado a lo largo de su trazo y zona por la que tránsito como sigue:

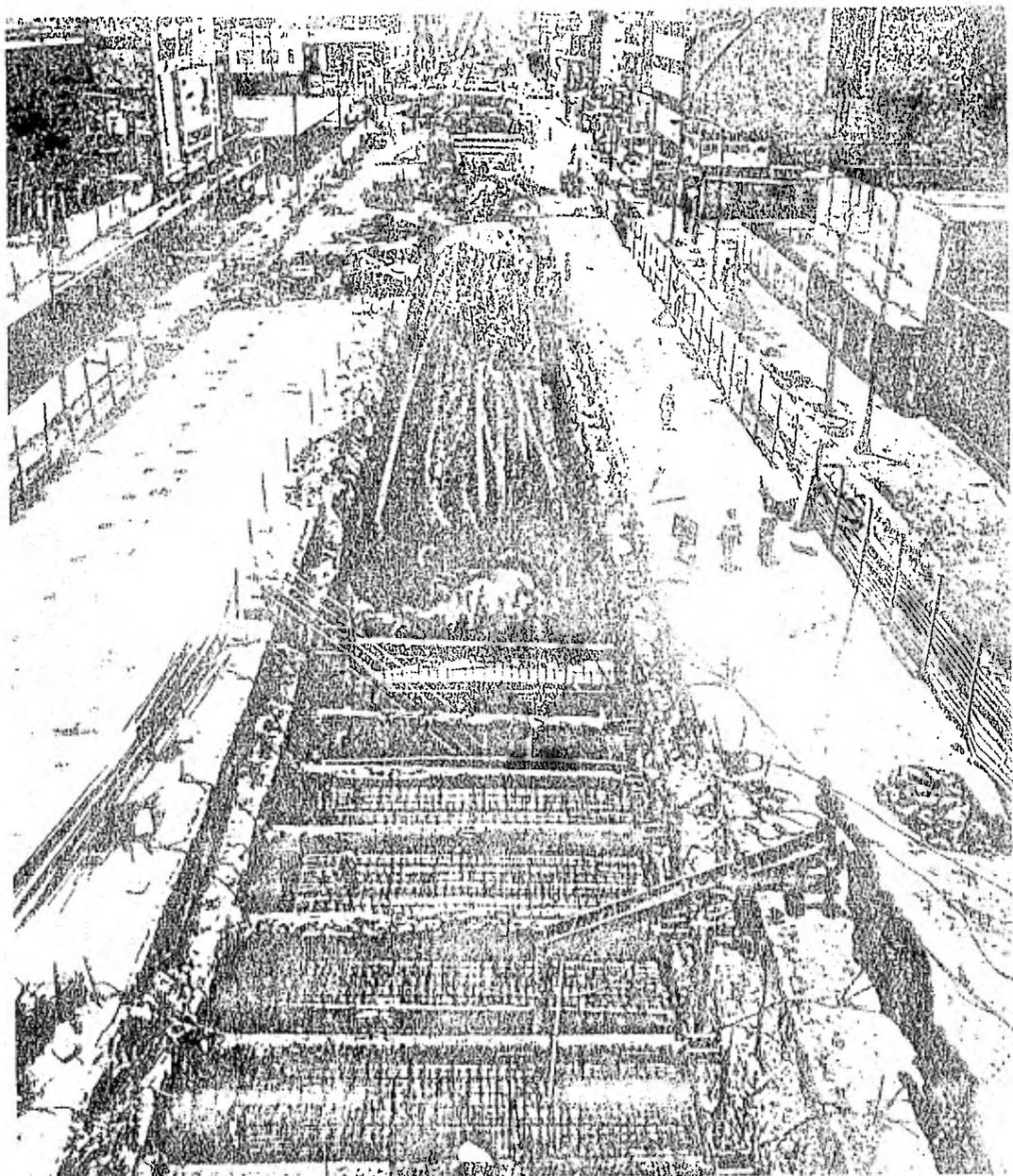
Solución de tunel profundo.-- Este tipo de solución solo se utilizó en una longitud de 1.5 km. en la construcción de la primera etapa por razones económicas y se utilizará en una longitud de 12.63 km. en la tercera etapa de la línea 7.

Solución de cajón subterráneo.-- Esta solución es la más aceptada ya que tiene un costo menor que la solución de tunel profundo y además no afecta la capacidad de las calles por las que pasa. Es una estructura de concreto armado llamada cajón, la que va a una profundidad promedio de 7 m. con el objeto de poder librar las instalaciones existentes y además poder alojar los servicios municipales. Las estaciones en este tipo de solución tambien son subterráneas.

Solución de superficie.-- Este tipo de solución solo es aplicable cuando se cuenta con avenidas lo suficientemente anchas para no afectar la capacidad de las mismas. Como fue el caso de la calzada de Tlalpan, en donde se utilizó el derecho de vía de los tranvías y en la avenida de los Insurgentes Norte en donde se aprovecho el ancho del camellón.

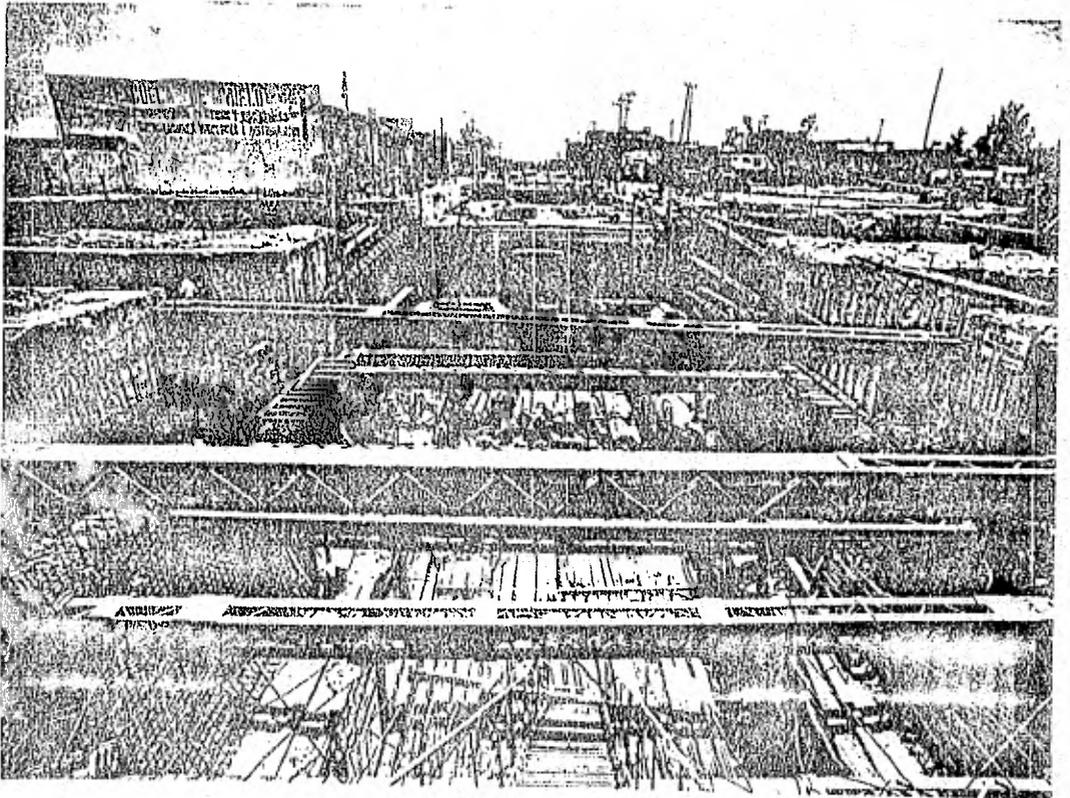
Solución elevada.-- Esta solución solo se ha aplicado en la construcción de la línea 4 con una longitud de 10.7 km. Sí afecta la capacidad de las calles por las que pasa y en algunos países se ha dejado de utilizar este tipo de solución.

TREN METROPOLITANO



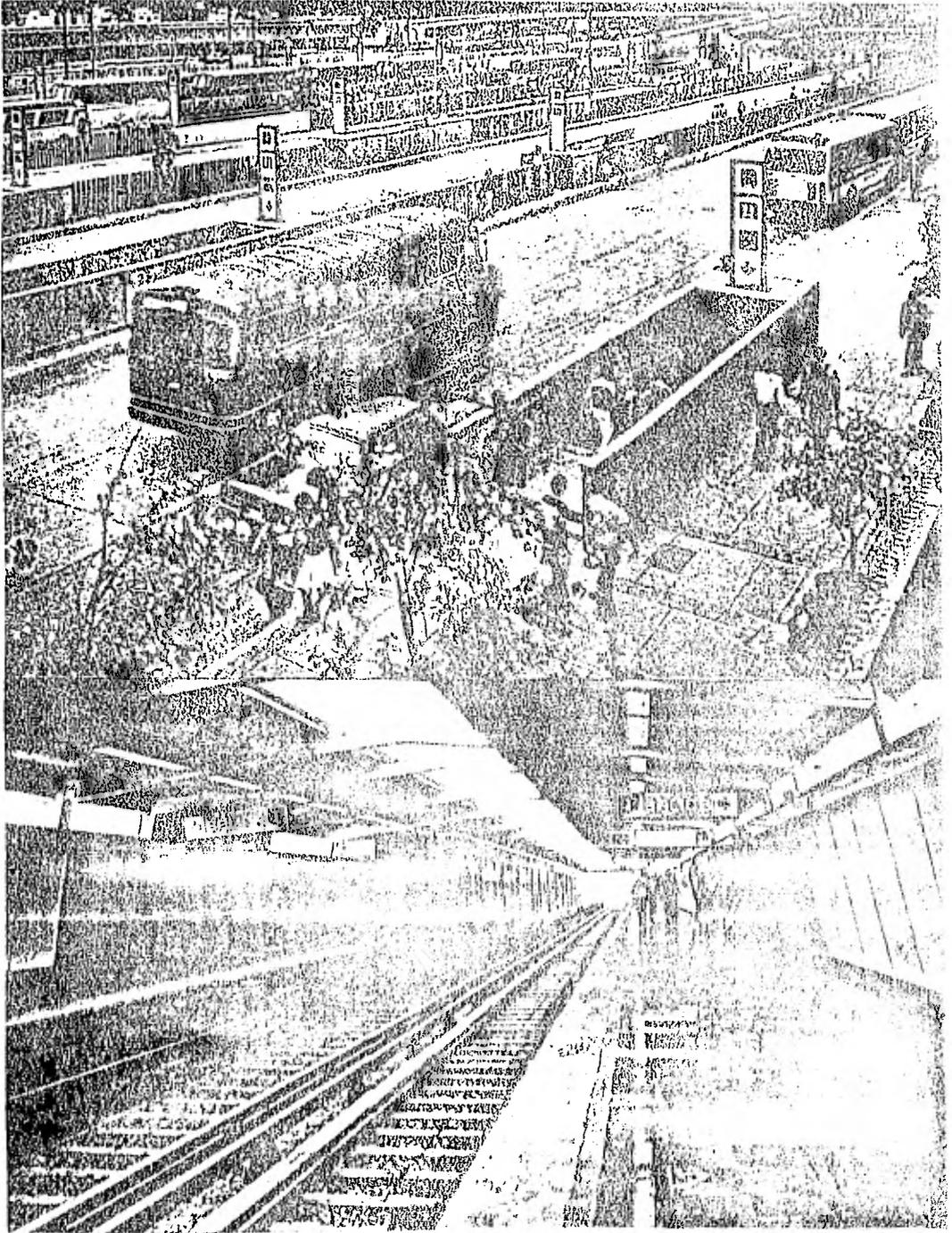
CONSTRUCCION DE UN BRANCO DE METRO SUPERTERRIZHO ENTRE ESTACIONES.

TREN METROPOLITANO



CONSTRUCCION DE UNA ESTACION DEL METRO SUBTERRANEA

TREN METROPOLITANO



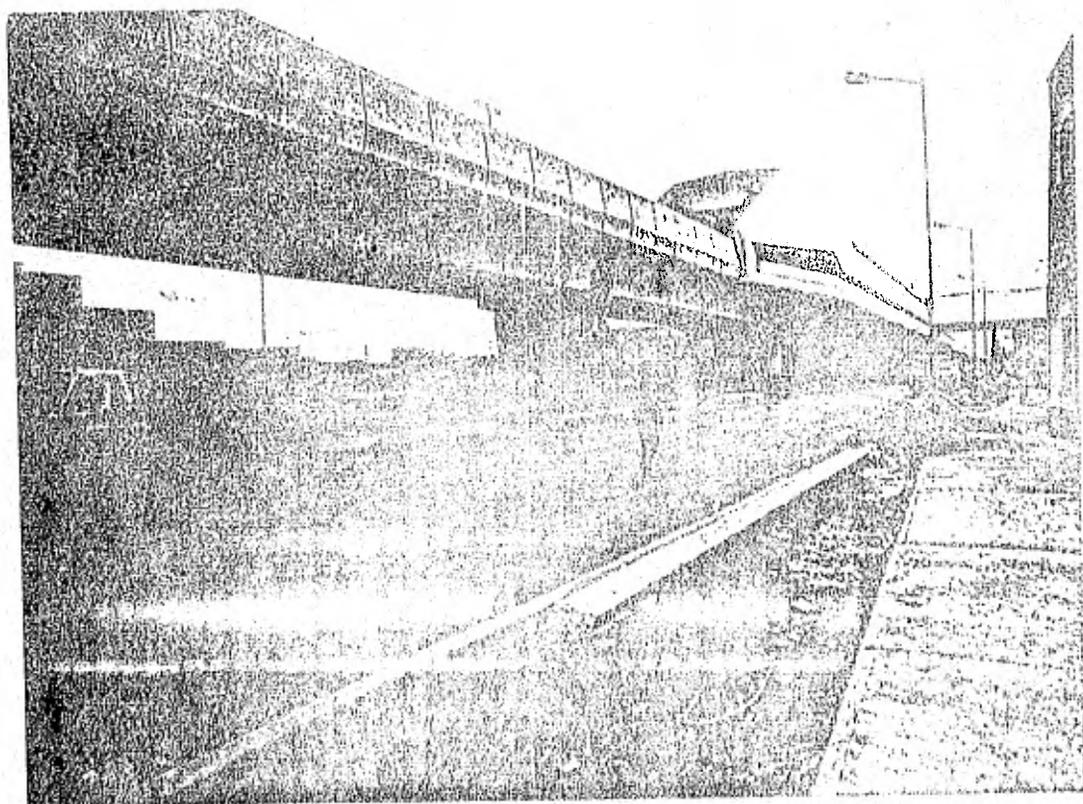
VISTA EXTERIOR E INTERIOR DE UNA ESTACION SUBTERRANEA

TREN METROPOLITANO



CONSTRUCCIÓN DEL UN TUNEL DE METRO ELEVADO EN UN
ESTACION.

TREN METROPOLITANO



VISTA DE UN TRAMO Y ESTACION DEL FERRO METROPOLITANO

Distribución modal de pasajeros en el Distrito Federal en el año de 1979.

Tipo de transporte	Viajes/persona/día	Porcentaje
Autobuses urbanos y sub-urbanos	9,347,200	50.8
Taxis	2,392,000	13.0
Metro	2,097,500	11.4
Trolebuses y tranvías	607,000	3.3
Automóviles	3,532,800	19.2
Bicicletas y motocicletas	432,200	2.3
Totales	18,208,800	100.0

SEGURIDAD, EFICIENCIA Y COMODIDAD

La seguridad es el primer requisito que debe satisfacer para poder operar cualquier sistema de transporte público, ya sea de pasajeros o de carga para garantía de la vida humana y de las propiedades.

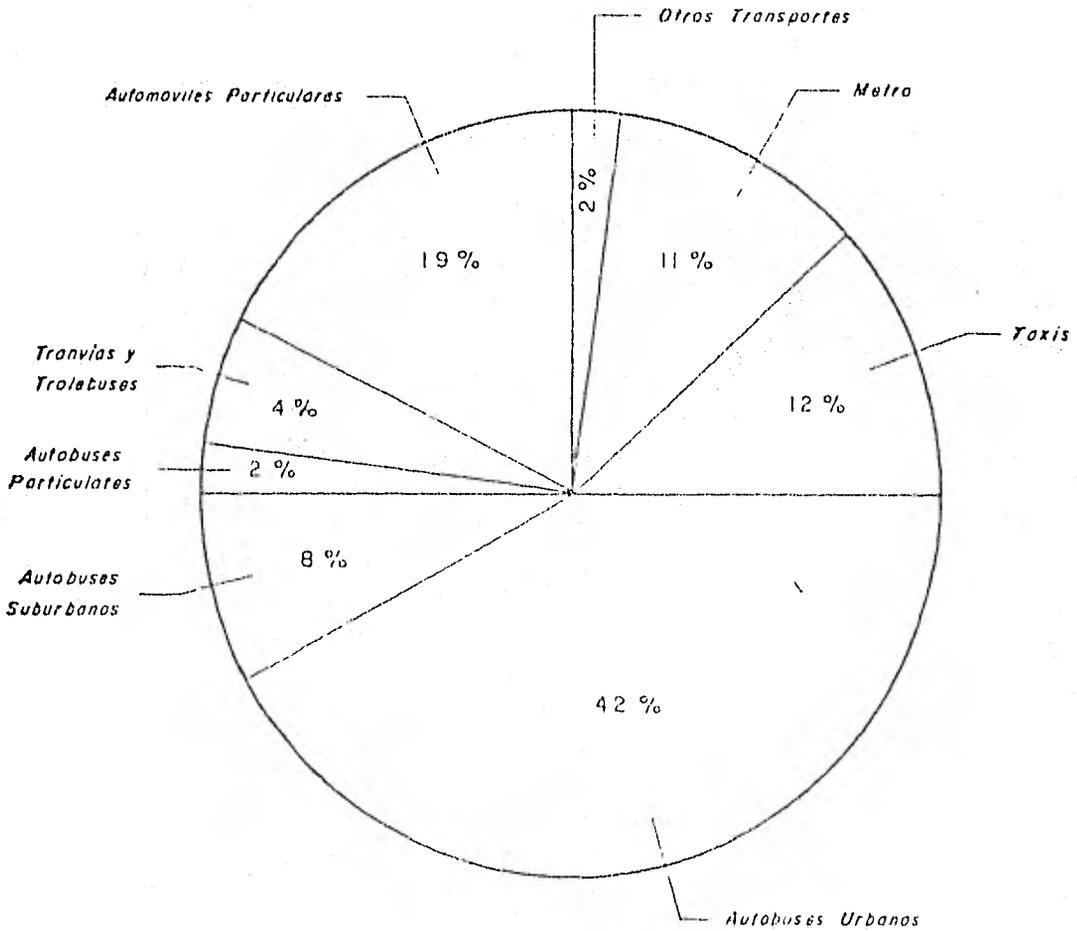
Grado de inseguridad de los medio de transporte urbano en base al número de accidentes registrados en el año de 1974 y en la estimación de pasajeros transportados.

Medio de transporte.	Grado de inseguridad.
Metro	1.0
Autobús, trolebús y tranvía	2.5
Taxis	9.0
Automóvil particular	45.0

La eficiencia en los sistemas de transporte público radica en que éstos deben de contar con el número suficiente de unidades en buenas condiciones de operación para poder garantizar un movimiento continuo, ya sea de pasajeros o de carga durante todo el año, con tiempos de recorrido razonables.

La comodidad es importante en el transporte de pasajeros ya que éstos preferirán aquel servicio que además de ser el más comodo los transporte con rapidez y seguridad.

DISTRIBUCION DE VIAJES EFECTUADOS EN UN DIA
POR LOS DIFERENTES MEDIOS DE TRANSPORTE.



VIAJES/HABITANTE EN UN DIA MEDIO EN EL DISTRITO FEDERAL EN
EL AÑO DE 1975.

ESTUDIOS TECNICOS

La necesidad de que los sistemas de transporte público operen con la mayor eficacia en las zonas urbanas nos lleva a realizar una serie de estudios con el objeto de hacer las mejoras necesarias para el mejor funcionamiento de éstos, siendo algunos de los principales estudios los siguientes:

Recuentos de pasaje en los puntos de máxima demanda.- El deseo de operar con la máxima eficiencia posible nos lleva a realizar este estudio a lo largo de las rutas que siguen las unidades con el objeto de investigar los volúmenes de pasajeros en los puntos de máxima demanda por ejemplo: en las zonas industriales, comerciales, de estudios, etc., para poder conocer la variación horaria de estos volúmenes. Para este estudio un observador contará el número de pasajeros en cada unidad en los puntos importantes del recorrido anotando la hora de salida y de llegada del vehículo, en general basta con el recuento en un día normal de labores, pero se recomienda llevar a cabo este tipo de estudios una vez al mes.

Recuento de ascenso y descenso de pasaje.- Este estudio se realiza contando los pasajeros que suben y bajan del vehículo en las horas de máxima demanda, clasificándolos por hora y lugar, lo que permite conocer los cambios de la demanda y su variación diaria, semanal, anual, etc. Además nos permite determinar si una ruta se debe ampliar o si se puede reducir su longitud o suprimir algunas paradas, programar el número de unidades, etc. Para este estudio el observador va en el vehículo anotando los pasajeros que suben y bajan, la hora, el lugar, etc., se aconseja se realicen recuentos en varios viajes dentro de las horas de máxima demanda así como en horas intermedias.

Tiempo de recorrido.- Con este estudio se determina la velocidad del vehículo a lo largo de la ruta, así como el tipo, causa y magnitud de los retardos que ocurren en ésta como son: las condiciones del tránsito, la eficiencia de la operación y el equipo. Sirve para encontrar los puntos de máximo retardo, ver el resultado de la modernización del equipo, verificar el comportamiento de los conductores etc. Para este estudio el observador puede viajar en el vehículo midiendo los tiempos de recorrido y de retardo o

DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTES
OFICINA DE TRANSPORTES

LINEA: Lomas de Chapultepec Reforma NUM. RUTA: 100 GRUPO NUM. _____
 ESCAPE: Satelite Metro Chapultepec TERMINAL: Suburbia
 DESPACHADOR: Eduardo Ramirez INVESTIGADOR: Eduardo Ramirez
 FECHA: Julio 6 de 1976 DIA DE LA SEMANA: Martes HOJA NUM. 1 de 6

NUMERO SALIDA	UNIDAD	OPERADOR	HORA		TIEMPO POR VUELTA	BOLTAJE		BOLETOS VENDIDO
			SALIDA	LLEGADA		SALIDA	LLEGADA	
1	531	236	6:22	7:34	72'	18827	18975	148
2	553	224	6:30	7:40	70	26749	26897	148
3	536	170	6:36	7:45	69	45272	15441	165
4	530	69	6:38	10:08		36715	"Torcido"	
5	539	102	6:46	7:50	64	24581	24748	167
6	544	253	6:48	8:00	72	37964	38130	166
7	529	198	6:53	8:04	71	36015	36145	130
8	556	107	6:55	8:08	73	42045	42206	161
9	542	56	7:00	8:17	77	43671	43851	180
10	549	105	7:02	8:21	79	39481	39657	176
11	534	276	7:08	8:30	82	26876	26997	121
12	538	202	7:10	8:37	83	39594	39754	160
13	535	134	7:17	8:40	83	13843	14012	169
14	550	113	7:20	8:42	62	45733	45907	174
15	545	124	7:27	9:30		35820	"Torcido"	
16	531	236	7:34	9:53	79	18975	19135	160
17	553	224	7:40	9:10	90	26897	27072	175
18	537	3	7:42	8:59	77	42630	42758	128
19	506	511	7:48	NO REPRESO		31776		

Supervisor _____

145

ESTUDIOS TECNICOS

ESTUDIOS TECNICOS

DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTES

OFICINA DE TRANSPORTES

RESUMEN ESTADISTICO SOBRE TIEMPO PROMEDIO/VUELTA

LÍNEA LOMAS DE CHAP. REFORMA RUTA No. 100 GRUPO No. _____

ESCAPE SATELITE - METRO CHAP.

DELFINES

HORA	DIA DE LA SEMANA								
	LUN.	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	PROM.	SAB.	DOM.	PROM.
6:00	68			71		69		82	
6:30	64	71	67	74	76	70	64		
7:00	69	71	72	73	83	71	71	71	
7:30	85	78	78	75	99	75	64	80	
8:00	81	85	78	78	120*	75	70	75	
8:30	83	87	86	82	124*	92	75	79	
9:00	83	92	90	87	128*	75	68	76	
9:30	79	95	92	95	109*	71	74	79	
10:00	79	92	86	92	111*	72	83	78	
10:30	90	86	87	86	106*	91	76	75	
11:00	80	91	92	89	106*	73	83	81	
11:30	86	95	100	95	108*	91	90	82	
12:00	83	97	96	94	103*	95	90	87	
12:30	100	97	96	90	112*	79	98	78	
13:00	87	87	94	89	103*	72	82	86	
13:30	82	83	94	90	110*	72	89	88	
14:00	96	90	92	90	92	72	90	80	
14:30	88	93	87	91	90	70	92	81	
15:00	92	90	100	95	75	70	85	72	
15:30	95	80	86	96	80	72	90	81	
16:00	90	83	68	105*	85	90	75	80	
16:30	82	86	93	105*	91	91	74	75	
17:00	84	107	105	112*	87	79	87	68	
17:30	108	85	101	103*	87	77	80	73	
18:00	127	89	106	103*	91	103	92	73	
18:30	103	102	95	97	96	92	105	70	
19:00	92	102	92	90	102	91	96	79	
19:30	93	95	96	96	95	95	106	70	
20:00	91	90	105	108	82	75	105	85	
20:30	95	100	100		87	90	100	75	
21:00								73	
21:30									
22									
SUMA	2635	2599	2654	2651	2838	77	2364	2332	
PRCM	88	89	91	91	98	91	84	78	
FECHA DEL _____	AL _____	CALCULISTA _____							

puede viajar en un automóvil siguiendo los movimientos del vehículo en estudio.

ADMINISTRACION DE LOS TRANSPORTES PUBLICOS DE PASAJEROS

En México el Estado cada vez tiene una mayor intervención en la administración de los diferentes sistemas de transporte público de pasajeros a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la que se encarga de reglamentar los transportes aéreos, ferroviarios y terrestres de tipo federal (autobuses y camiones foráneos), otorgan concesiones y permisos, así como estableciendo las tarifas de éstos.

En la Ciudad de México, el estado tiene una participación directa en los siguientes tipos de transportes de pasajeros que sirven a la ciudad: Ferrocarriles Nacionales de México; Aeromexico, línea aérea estatal; Sistema de Transporte Colectivo (METRO), organismo estatal; Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. (trolebuses y tranvías), organismo descentralizado y La ruta 100, empresa de autobuses urbanos operada por el mismo Departamento del Distrito Federal. Con lo que se ha dado el primer paso a la Municipalización de los transportes públicos de pasajeros.

Además existe la administración de transportes públicos por parte de empresas privadas las que tienden a desaparecer y por medio de cooperativas o uniones de transportistas en donde las unidades son conducidas por los propietarios.

ESTACIONAMIENTOS

SOLUCION A UNA NECESIDAD

El excesivo aumento de vehículos en las zonas urbanas ha creado el problema de la falta de estacionamientos, ya que estos no han crecido con la misma rapidez que los vehículos provocando que éstos se estacionen en las calles restándoles capacidad y creando congestión. Por lo que es importante tomar en cuenta la construcción de estacionamientos en todo plan de vialidad urbana considerando que la mayoría de los vehículos particulares se pasan estacionados de 20 a 22 horas al día.

TIPOS DE ESTACIONAMIENTOS

Existen básicamente dos tipos de estacionamiento que son en la calle y fuera de ésta.

El estacionamiento en la calle no es recomendable porque les resta capacidad a éstas por lo que es conveniente cuando así se requiera el prohibir el estacionamiento en uno o ambos lados de la calle o limitar el tiempo de estacionamiento por medio de estacionómetros.

Los estacionamientos fuera de la calle son los habilitados en lotes baldíos o en edificios construidos para esto. Los que se clasifican de acuerdo a su operación de la siguiente forma:

- 1.- Estacionamientos con empleados de servicio.
- 2.- Estacionamientos sin empleados de servicio.
- 3.- Estacionamientos mecanizados.

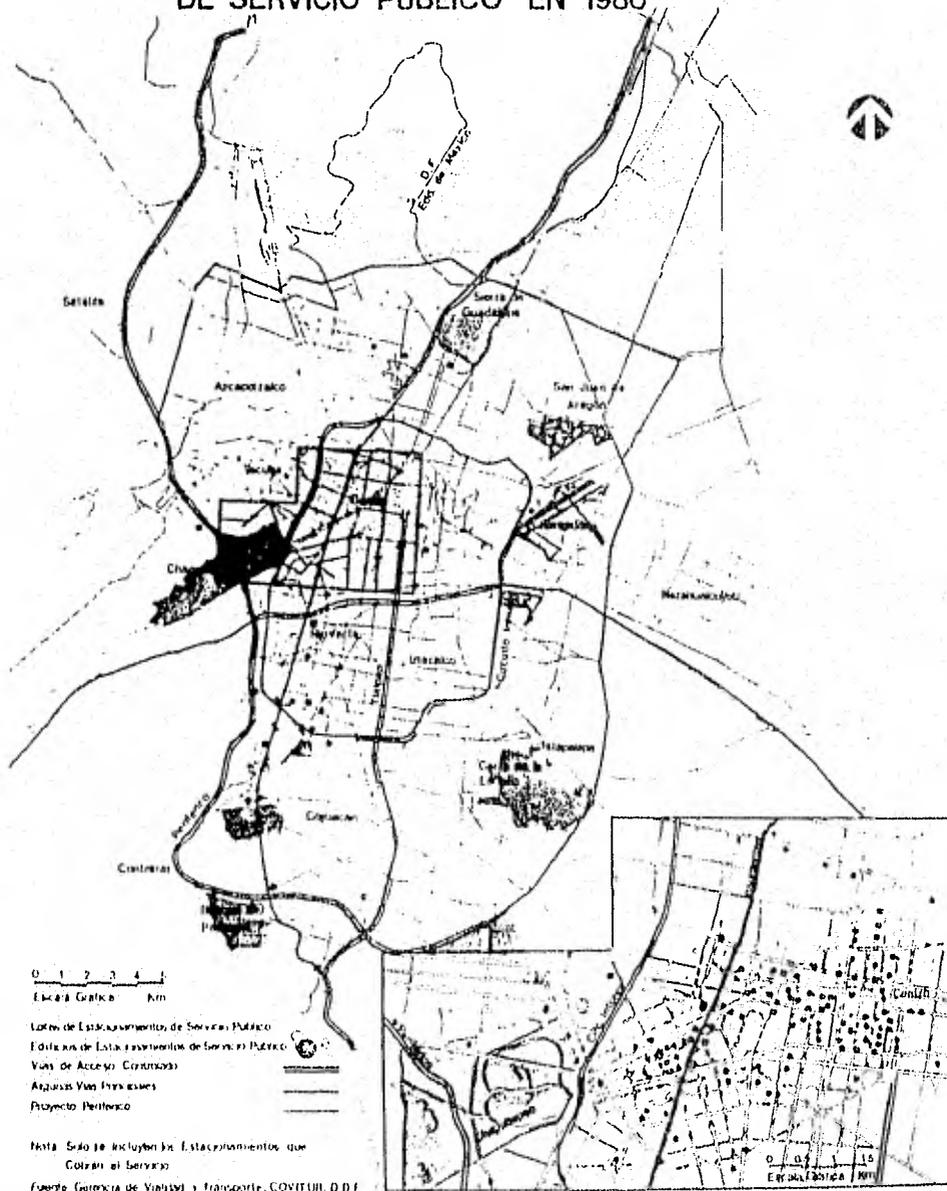
Los que a su vez se dividen de la siguiente forma:

- 1.- Estacionamientos gratuitos.
- 2.- Estacionamientos de cuota.

ESTUDIOS DE ESTACIONAMIENTOS

Estacionamiento en la calle.- Para estudiar el estacionamiento en la calle se hace un inventario de los espacios existentes tomando en cuenta si existe alguna prohibición para estacionarse en la misma. Para cuantificar los espacios

LOCALIZACION DE ESTACIONAMIENTOS DE SERVICIO PUBLICO EN 1980



(conocer la oferta), se mide la longitud de la calle y se obtiene el número de vehículos que caben, restandoles los espacios prohibidos, para conocer la duración del estacionamiento se anotan las placas de los vehículos estacionados y se repite este procedimiento con intervalos de 15 minutos anotando las placas de los vehículos que no estaban estacionados con lo que podemos conocer el tiempo de estacionamiento de cada vehículo.

El promedio de estacionamiento por el número de espacios nos da el número de vehículos que se pueden estacionar durante el día, lo que es igual a la capacidad del estacionamiento. Este estudio se recomienda se realice de las 8:00 a las 18:00 horas, durante varios días y un observador recorre de 3 a 4 cuadras cada 15 minutos.

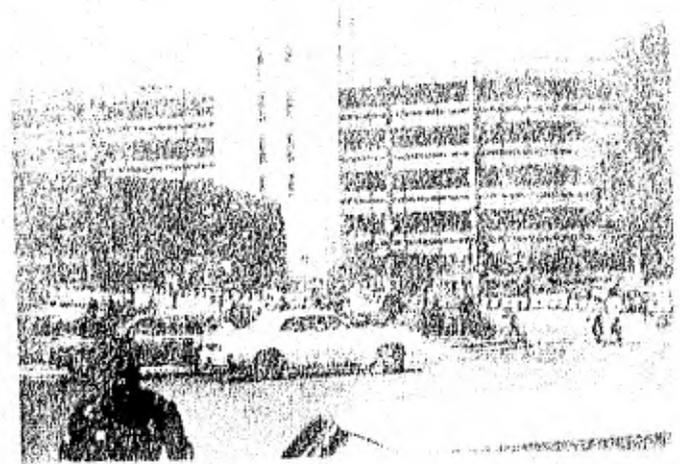
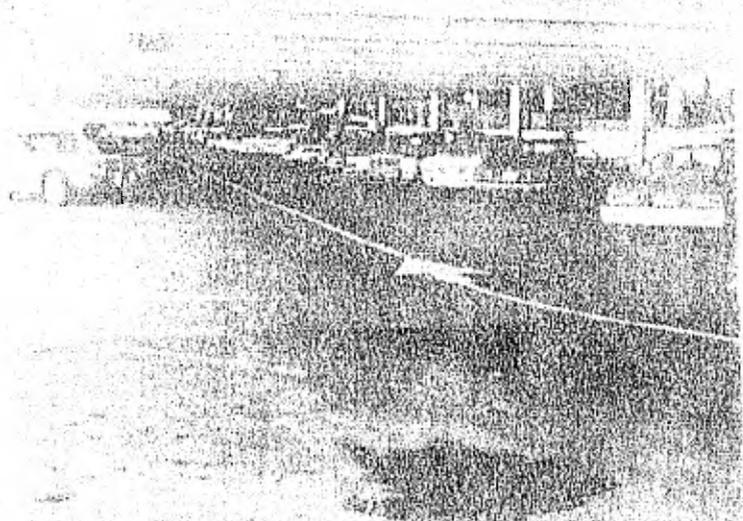
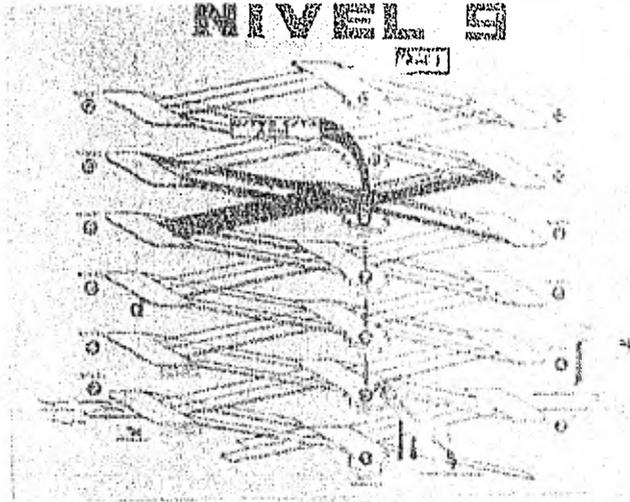
Estacionamiento fuera de la calle.- Para estudiar el estacionamiento fuera de la calle tanto en lotes como en edificios de estacionamiento se obtiene el dato de los espacios disponibles de los encargados de los mismos o se obtiene midiendolos, así mismo el número de vehículos que ocupan el estacionamiento como la duración de éste, la que puede ser proporcionada por los mismos encargados en base a su control o se deducen de forma similar al estudio anterior, con lo que obtendremos la capacidad de los mismos

De esta manera podemos conocer la oferta de estacionamiento que es igual al total de espacios en la calle sin problema de estacionamiento más el total de espacios fuera de ésta.

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO DE ESTACIONAMIENTOS

1. Ubicación.- Es muy importante la distancia que los usuarios tienen que caminar desde el lugar donde estacionan su vehículo hasta su destino, por lo que los estacionamientos deben de estar lo más cerca posible de la zona a la cual prestan servicio.
2. Seguridad.- En todos los proyectos se deben reunir las condiciones necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios.
3. Condiciones de entrada y salida al estacionamiento.- Es necesario determinar los puntos de acceso al estacionamiento, tanto para los vehículos como para los peatones

ESTACIONAMIENTO EN LAS PROPIAS RAMPAS

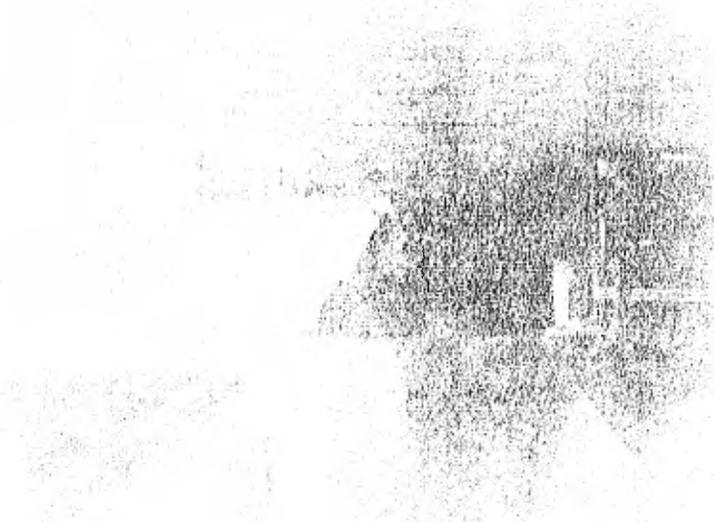
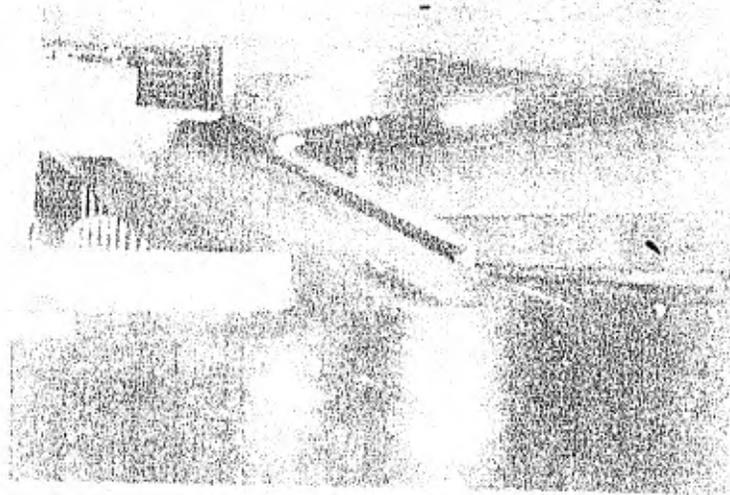


4. La topografía.-- El proyecto del estacionamiento deberá adaptarse a la topografía del terreno para su mejor aprovechamiento y operación.
5. Consideraciones de drenaje.
6. Superficie de rodamiento.-- Esta deberá de satisfacer los requisitos de seguridad, durabilidad y continuidad en el servicio.
7. Marcas y señales.-- Son determinantes en la operación del estacionamiento como flechas para indicar el sentido de circulación, rayas para marcar los cajones y señales para indicar las entradas y salidas.
8. La iluminación.-- Para los estacionamientos con servicio nocturno es indispensable para evitar daños materiales a los vehículos, robos y lesiones a los peatones.
9. El paisaje.-- Para estacionamientos en caminos hay que tomar en cuenta el paisaje.
10. Banquetas para peatones.-- Se recomienda la construcción de banquetas ya que estas dan protección a los peatones las que deben de estar techadas y con un ancho de 1.50m para estacionamiento en un solo lado y 2.50 m. para estacionamiento en ambos lados.
11. Plan de operación.-- Desde el proyecto se debe saber si el estacionamiento va a ser manejado por operadores o por los usuarios, ya que esto varia las dimensiones del mismo.
12. El tipo de vehículos.-- Es importante saber el porcentaje de vehículos pesados que admitirá el estacionamiento ya que esto provocará mayores dimensiones para los cajones.

NORMAS PARA PROYECTO DE ESTACIONAMIENTOS

En 1974 el Departamento del Distrito Federal realizó estudios en donde se analizaron las dimensiones de los vehículos y se pronostico para los diferentes tipos de automóviles llegandose a las siguientes recomendaciones para el proyecto de cajones.

ESTACIONAMIENTO CON RAMPAS RECTAS A MEDIOS NIVELES



DIMENSIONES MINIMAS DE LOS CAJONES

Tipo de automóvil	Dimensiones del cajón(m)	
	En batería	En cordón
Grandes y medianos	5.0 x 2.4	6.0 x 2.4
Chicos	4.2 x 2.2	5.0 x 2.0

Las dimensiones de los pasillos de circulación dependen del ángulo de inclinación de los cajones de estacionamiento recomendándose los siguientes valores:

DIMENSIONES MINIMAS PARA PASILLOS

Angulo del cajón. (grados)	Anchura del pasillo para automóviles(M)	
	Grandes y medianos	Chicos.
30	3.0	2.7
45	3.3	3.0
60	5.0	4.0
90	6.0	5.0

Se recomienda proyectar los cajones de estacionamiento para automóviles grandes y medianos. Solo que existan limitaciones en el espacio disponible se destinará una parte para automóviles chicos.

Recomendaciones Generales del Departamento del Distrito Federal para estacionamientos en edificios:

I. Tipos de rampas.

- Rampas rectas entre plantas.
- Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas.
- Rampas helicoidales.
- Estacionamiento en la propia rampa.
- Por medios mecánicos

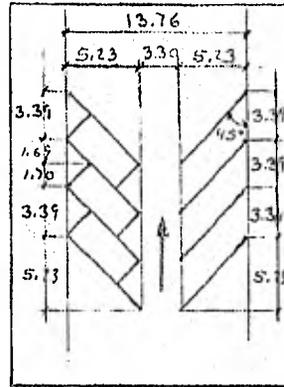
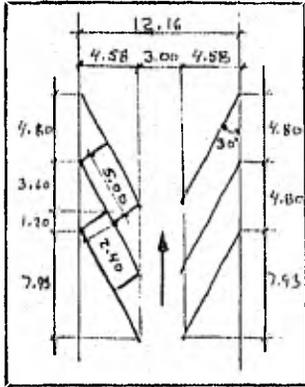
2. Pendientes máximas en las rampas.

- De autoservicio 13%
- Por empleados 15%
- Estacionamiento en la propia rampa 6%

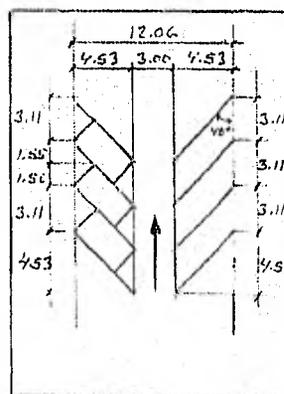
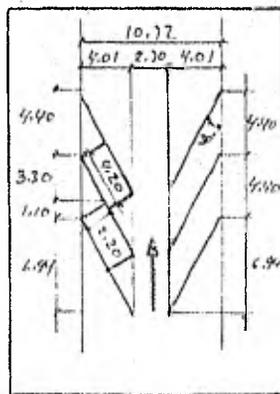
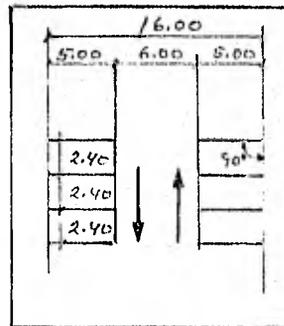
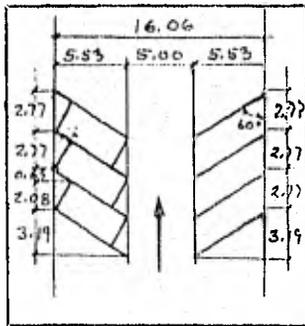
3. Anchura mínima de las fajas separadoras centrales.

- En rampas rectas 30 cm.
- En rampas curvas 45 cm.

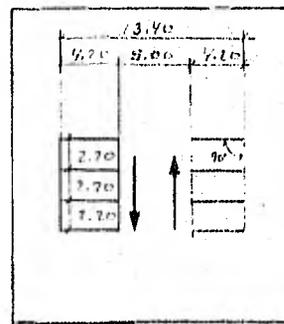
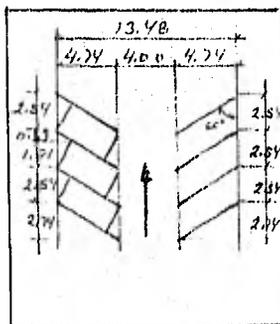
Dimensiones mínimas para estacionamientos (m)



automóviles
grandes y
medianos



automóviles
chicos

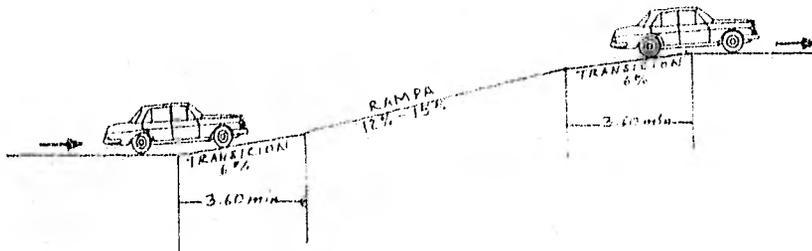
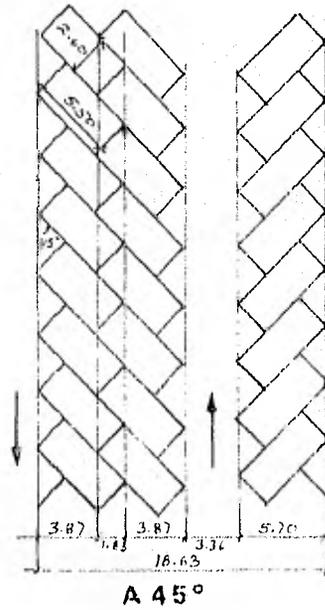
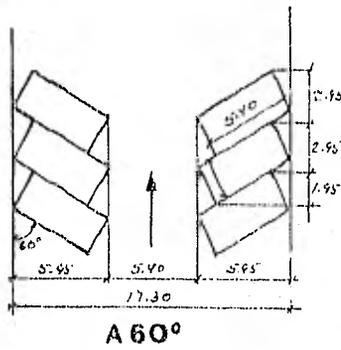
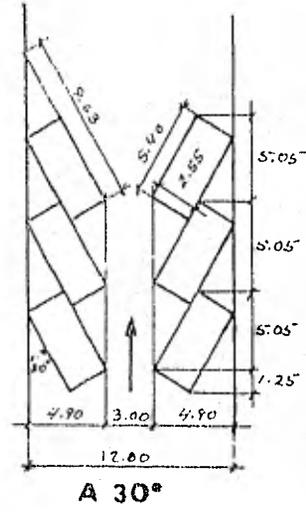
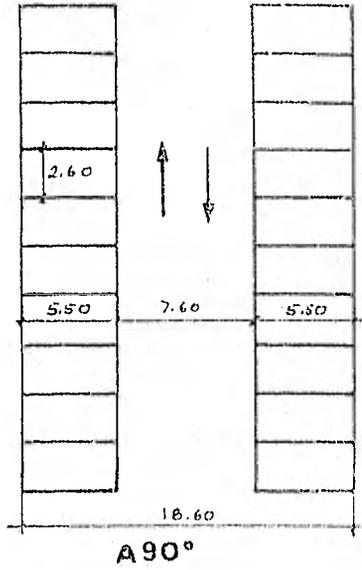


- 4.- Altura máxima de las guarniciones 15 cm.
- 5.- Anchura mínima de los bordillos laterales 30 cm.
- 6.- Altura libre de los entrepisos.
Primer piso 2.65 m.
Pisos subsecuentes 2.10 m.
- 7.- La superficie mínima recomendable para un edificio de estacionamiento con rampas es de 930 m^2 (31 x 31 m.).
- 8.- La anchura mínima de la rampa en rectas será de 2.5 m.
- 9.- En rampas rectas con pendientes mayores del 12% deberán construirse tramos de transición en la entrada y salida de la rampa, con pendiente del 6% y con una longitud mínima de 3.6 m.

Otro tipo de recomendaciones basadas en la experiencia son las siguientes:

- 1.- El proyectista deberá localizar las entradas y salidas del estacionamiento de acuerdo con las normas en vigor antes de comenzar el proyecto (se deben evitar los en tre cr uz a m i e n t o s).
- 2.- Las áreas más convenientes para estacionamientos son las de forma rectangular.
- 3.- Los pasillos de circulación deberán estar alineados pa ra le la m e n t e a los lados mayores del área.
- 4.- Los pasillos de circulación en áreas irregulares serán paralelos a los lados mayores.
- 5.- Los pasillos de circulación deberán ser útiles para dos baterías de cajones de estacionamiento.
- 6.- En el perímetro del área del estacionamiento deberán proyectarse cajones en batería.
- 7.- El movimiento y control vehicular interior deberá ser analizado cuidadosamente para lograr el mayor grado de seguridad y eficiencia.
- 8.- El alumbrado deberá proyectarse después de haber ob t e n i d o el diseño óptimo de capacidad del estacionamiento.

Dimensiones de estacionamientos para automóviles (m)



9. Se aconseja considerar diversas alternativas de anteproyecto del estacionamiento y escoger entre éstas la que proporcione las mayores ventajas.

SEMAFOROS

DEFINICION

El semáforo es un aparato electromecánico o electrónico proyectado específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones en calles y caminos por medio de indicaciones visuales. Siendo su finalidad principal el permitir el paso alternadamente a las corrientes del tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Antes de instalar semáforos será necesario efectuar un estudio completo de las características de la intersección y del tránsito por parte de un técnico. Cuando el sistema haya comenzado a trabajar se deberá comprobar que los semáforos estén funcionando de acuerdo a las necesidades del tránsito y en caso contrario se efectuarán los ajustes necesarios.

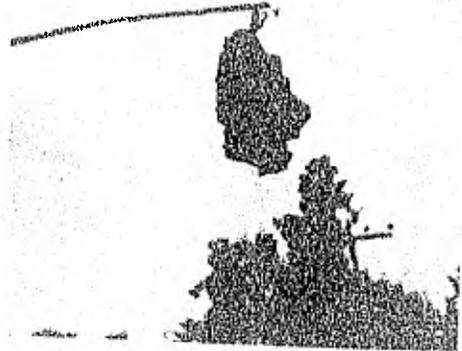
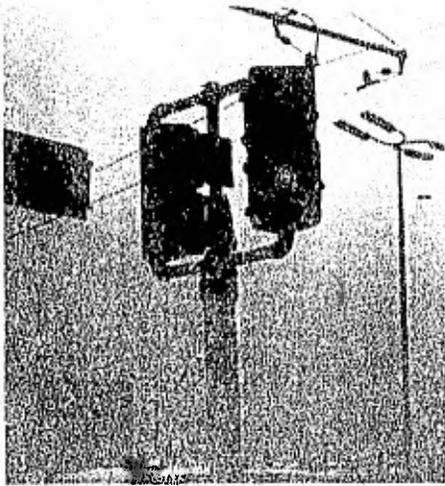
TIPOS DE SEMAFOROS

Los semáforos se clasifican en base al mecanismo de operación de sus controles en la siguiente forma:

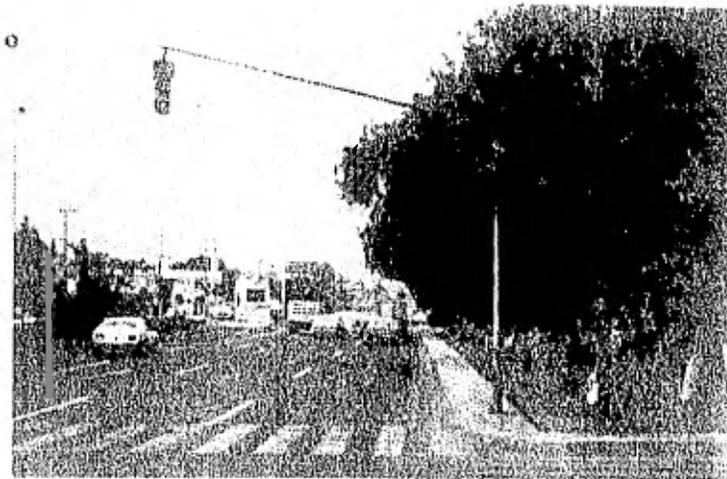
- A) Semáforos para regular el tránsito de vehículos.
 - I.- Semáforos de tiempo de fijo.
 - 2.- Semáforos accionados por el tránsito.
 - a) Totalmente accionados por el tránsito.
 - b) Semiaccionados por el tránsito.
 - c) Adaptables a variaciones del tránsito.
- B) Semáforos para peatones.
- C) Semáforos especiales.
 - I.- De destello.
 - 2.- De control de circulación por carriles.
 - 3.- De control de tránsito a puentes levadizos.
 - 4.- Semáforos y barreras para pasos de ferrocarril a ni vel.

Los semáforos en cuanto a su tipo de soporte se clasifican de la siguiente forma:

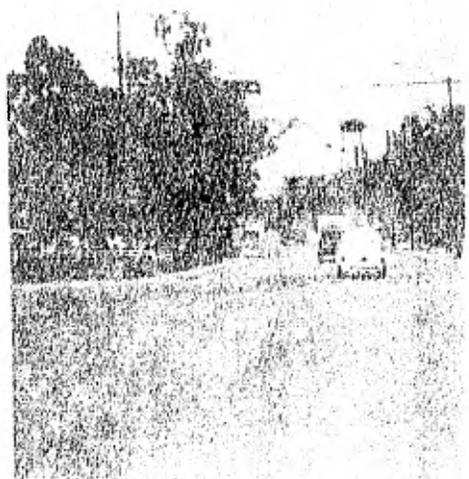
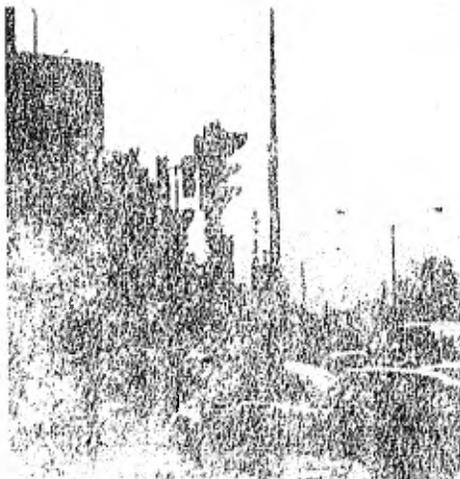
TIPOS DE SEMAFOROS



semaforos para peatones



semaforos para vehiculos



A) Ubicados a un lado del camino.

- 1.- Sobre postes.
- 2.- Sobre ménsulas cortas.

B) Ubicados dentro o sobre el camino.

- 1.- En ménsulas largas sujetas a postes laterales.
- 2.- Suspendidos de cables.
- 3.- Sobre postes o pedestales en isletas.

Los soportes de las caras de los semáforos permitirán ajustes angulares, verticales y horizontales.

CARACTERISTICAS DE LOS SEMAFOROS

Número de lentes y caras.

El número de lentes en la cara de un semáforo varía entre tres y cinco pero se recomienda que éstos solo tengan tres lentes (rojo, ambar y verde) y como máximo cuatro lentes (uno adicional para vueltas izquierdas). Algunos semáforos solo constan de dos lentes, como son los semáforos para peatones (rojo y verde) y los semáforos de destello (rojo y ambar).

En cuanto al orden de las lentes, para posición vertical se colocarán de arriba hacia abajo: rojo, ambar, verde, flecha vuelta izquierda y flecha vuelta derecha; en posición horizontal: rojo, ambar, flecha vuelta izquierda, flecha de frente y flecha vuelta derecha.

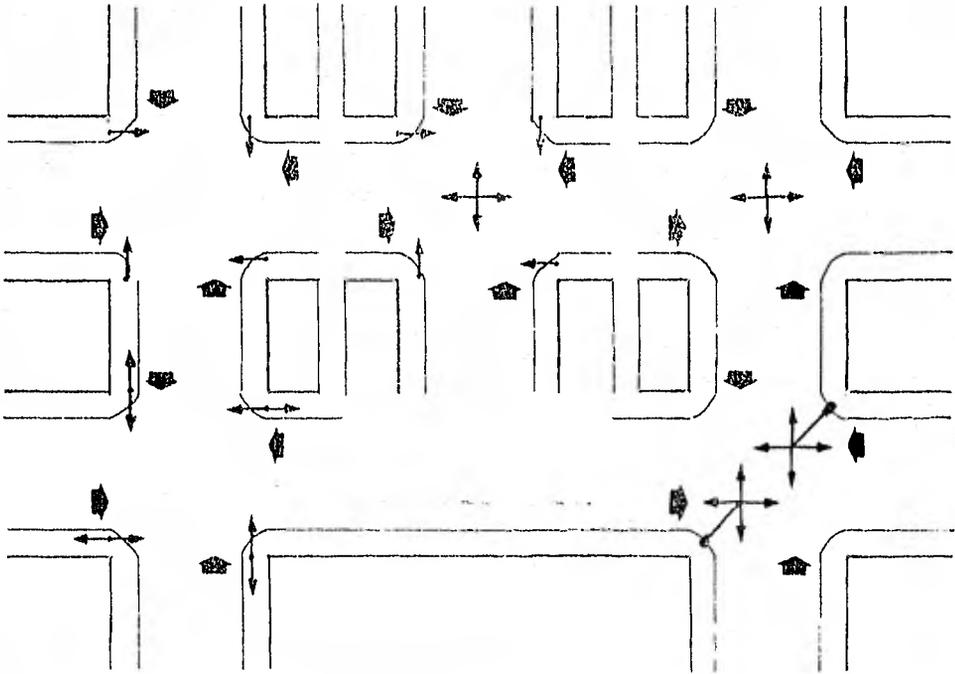
En cuanto al número de caras se recomienda colocar dos caras por acceso como medida de seguridad, para que en caso de que alguna de las caras no se pueda ver desde un cierto punto sea visible la otra cara. Solo se utilizarán más caras por acceso en casos especiales, además un mismo semáforo puede contar con caras adicionales para peatones.

Altura de semáforos para vehículos

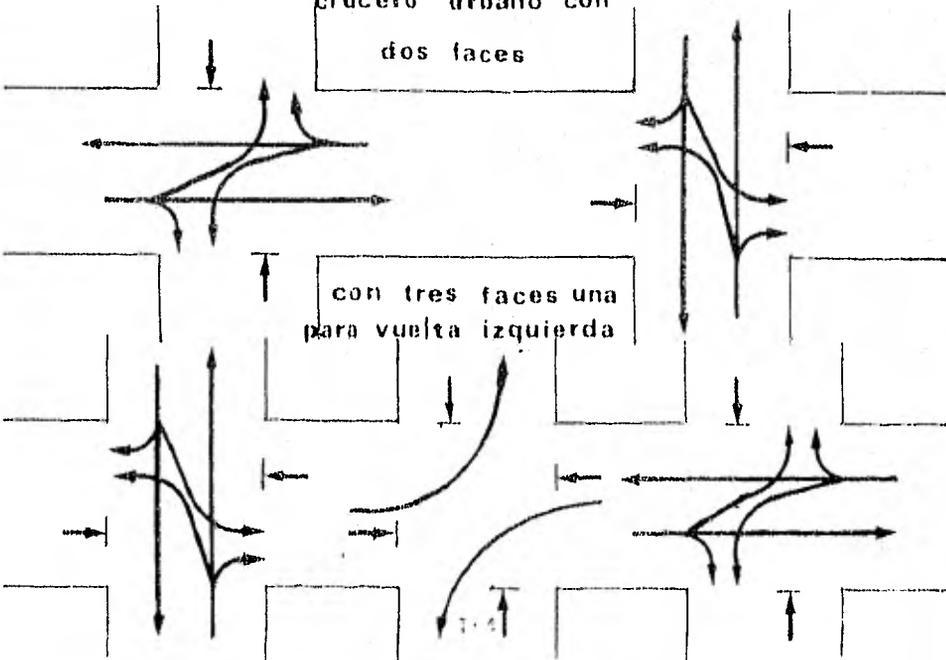
A) Altura libre desde la parte inferior para semáforos de poste:

Altura mínima	2.40 m.
Altura máxima	4.50 m.

Ubicación de Semáforos



Faces de semáforos en un crucero urbano con dos faces



Las alturas se miden desde el nivel de la guarnición, o en su defecto, del centro de la vía.

B) Altura libre, desde la parte inferior para semáforos suspendidos:

Altura mínima 4.50m.

Altura máxima 5.20m.

La altura se mide desde el eje del camino.

DISTRIBUCION DE LA DURACION DEL CICLO

Se llama ciclo al tiempo que transcurre entre la iniciación de un verde y la iniciación del siguiente verde. La distribución de la duración del ciclo es el reparto cuantitativo del tiempo.

Se llama fase a la secuencia de movimientos dentro del ciclo. Por lo que en cada intersección el flujo de vehículos debe ser dividido en diferentes fases para poder hacer uso alternado del espacio por medio de señales de pase alto y vueltas.

Es aconsejable que las fases incluyan el menor número de movimientos simultáneos para admitir el máximo volumen posible de vehículos y reducir al mínimo los retardos. En el ciclo el número de fases diferentes debe de ser el mínimo considerando la máxima seguridad y eficiencia.

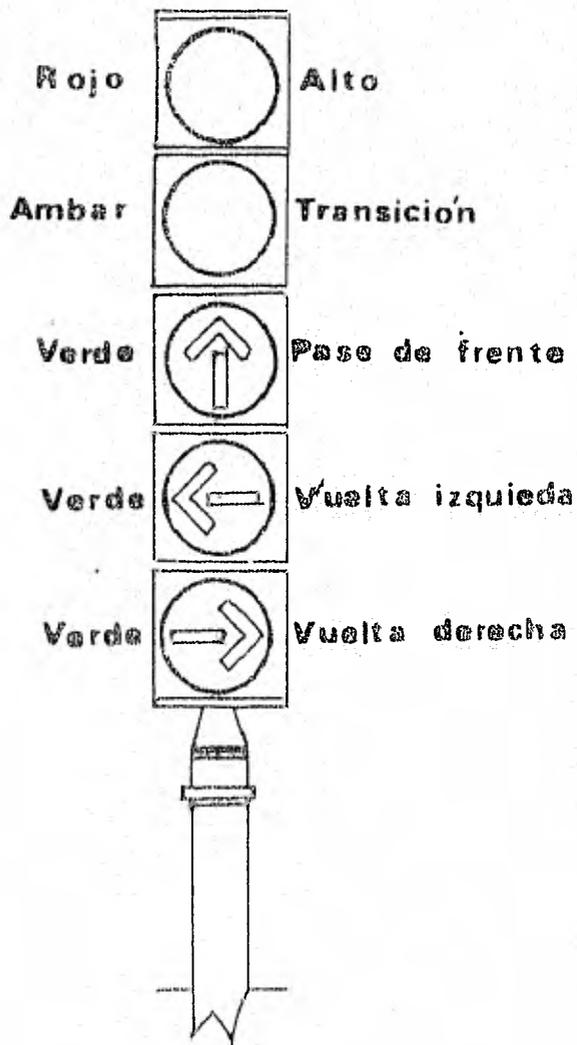
La distribución del tiempo de cada fase del ciclo debe estar en relación directa con los volúmenes del tránsito en cada una de las horas de máxima demanda, para lo que se utilizan las siguientes expresiones:

$$T_A + T_B = K \text{ (duración del ciclo en seg.)} \dots (1)$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{V_A \times E_A}{V_B \times E_B} \dots (2)$$

Donde: T_A y T_B Son el tiempo de duración de las fases para las calles A y B respectivamente.
 V_A y V_B Son los volúmenes de tránsito para la H. M.D., en las direcciones A y B.

POSICION DE LENTES



E_A y E_B Son el espaciamiento de tiempo entre vehículos al arrancar estos en las calles A y B.

Resolviendo el sistema formado por las ecuaciones (1) y (2) como simultáneas nos da el tiempo de duración de las fases para las calles A y B.

Como regla general el lapso para despeje no será menor de 3 segundos ni mayor de 5 seg. Los intervalos mayores provocan impaciencia, por lo que se recomienda en todo caso complementar este tiempo con un intervalo en rojo para las dos direcciones en cruces con anchura excesiva.

Como regla general ningún tiempo de duración de verde (SIGA) será menor que el tiempo necesario para que puedan cruzar los peatones con seguridad, exepcto cuando se dispone de un intervalo especial para el cruce de peatones. Los experimentos con tiempos de semáforos en cuanto a circulación de vehículos han demostrado que se puede alcanzar una máxima eficiencia bajo ciertas condiciones de máxima intensidad de tránsito, con tiempos en verde tan breves como 15 segundos, sin embargo normalmente deben ser algo mayores para permitir a los peatones que crucen con seguridad.

Cuando el tiempo de SIGA para vehículos coincide con el tiempo de cruce para peatones, este debe de ser lo suficientemente prolongado para que se disponga de no menos de 5 segundos en los que se indice a los peatones que pueden comenzar a cruzar y lo suficientemente largo para que los que ya comenzaron a cruzar llegen hasta la zona de seguridad.

$$T_A = T_{DP_A} + T_{CP_A} - T_{DV_A}$$

$$T_B = T_{DP_B} + T_{CP_B} - T_{DV_B}$$

Donde: T_A y T_B Son la máxima duración para la fase SIGA en las calles A y B respectivamente.

T_{DP_A} y T_{DP_B} Son los tiempos de despeje de peatones en las calles A y B respectivamente.

T_{CP_A} y T_{CP_B} Son el tiempo de cruce de peatones en la calle B y A, hasta la zona de seguridad.

-pectivamente.

SEMAFOROS DE TIEMPO FIJO

Los semáforos de tiempo fijo son utilizados en intersecciones en las que los volúmenes de tránsito son bastante estables y se adaptan a cruceos en los que se desea sincronizar el funcionamiento de los semáforos con los otros cruceos próximos.

Ventajas de los semáforos de tiempo fijo:

- A) Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes con más precisión que en el caso de semáforos accionados por el tránsito, especialmente cuando es necesario coordinar los semáforos de varios cruceos o de un sistema de cuadrícula.
- B) Los semáforos de tiempo fijo no dependen de la circulación de los vehículos que pasan por los detectores por lo que la operación de estos semáforos no se afecta desfavorablemente debido a condiciones que impidan la circulación normal frente a un detector, como en caso de vehículos detenidos o de obras en construcción dentro la zona de influencia del detector.
- C) Los semáforos de tiempo fijo son más aceptables que los semáforos accionados por el tránsito en zonas donde exista tránsito de peatones intenso y constante y en las que pudiera provocar confusión el manejo de semáforos accionados por los peatones manualmente.
- D) En general el costo de semáforos de tiempo fijo es menor que el de semáforos accionados por el tránsito y su conservación es más sencilla.

Requisitos que se deben de satisfacer para la instalación de semáforos de tiempo fijo:

- I. Volumen mínimo de vehículos.- Se cumple este requisito cuando existen los volúmenes mínimos indicados en la tabla siguiente en la calle principal y en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria en cada una de cualesquiera ocho horas de un día promedio.

Nº de carriles por acceso		Vxhr en calle principal(ambos accesos)	Vxhr en acceso de mayor vol. de la C.secundaria (un sentido)
C.principal	C.secundaria.		
I	I	500	150
2 ó más	I	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
I	2 ó más	500	200

2.- Interrupción del tránsito continuo.- Se aplica cuando las condiciones de operación de la calle principal son de tal naturaleza que el tránsito en la calle secundaria sufre demoras o riesgos excesivos al entra o al cruzar la calle principal. Este requisito se satisfice cuando durante cada una de cualesquiera ocho horas de un día promedio en la calle principal y en la aproximación de mayor volumen de la calle secundaria se tienen los volúmenes mínimos indicados en la siguiente tabla y si la instalación de semáforos no trastorna la circulación progresiva del tránsito.

Nº de carriles por acceso		Vxhr en calle principal(ambos accesos)	Vxhr en acceso de mayor vol. de la calle secundaria (un sentido)
C.principal	C.secundaria.		
I	I	750	75
2 ó más	I	900	75
2 ó más	2 ó más	900	100
I	2 ó más	750	100

3.- Volumen mínimo de peatones.- Se satisface este requisito de volumen mínimo de peatones si durante cada una de cualesquiera ocho horas de un día promedio se tienen los siguientes volúmenes.

A) A la calle principal entre 600 o más vehículos por hora en la intersección (total para ambas aproximaciones); o si 1,000 ó más vehículos por hora entran a la intersección en la calle principal cuando existe una barrera central de separación con anchura mínima de 1.20 m. y

B) Durante las mismas ocho horas mencionadas en A cruzan

150 o más peatones por hora en el cruce de mayor volumen correspondiente a la calle principal.

En los puntos 2 y 3 si la velocidad promedio del 85% del tránsito que circula por la calle principal excede de 60 km/hr. o si la intersección esta en una población de menos de 10,000 habitantes, el requisito se reduce al 70% de los valores dados.

4. Circulación progresiva.- El control de movimiento progresivo a veces demanda la instalación de semáforos en cruces donde en otras circunstancias no serían necesarios con objeto de regular eficientemente las velocidades de grupos compactos de vehículos. Se satisface este requisito en los siguientes casos:

A) En las calles aisladas con circulación en un solo sentido o en calles en las que prevalece la circulación en un solo sentido y en las que los semáforos adyacentes están demasiado distantes para conservar el agrupamiento compacto y las velocidades deseadas de los vehículos.

B) Si los semáforos adyacentes en una calle con doble circulación no permiten el grado deseado de control, agrupamientos, velocidades y si mediante la instalación de semáforos en el cruce y los cruces adyacentes se puede lograr un sistema de circulación progresiva.

VELOCIDADES DE PROYECTO CON RELACION A LAS AMPLITUDES DE CICLOS Y ESPACIAMIENTOS DE SEMAFOROS PARA SISTEMAS ALTERNOS SENCILLOS (CON VELOCIDADES IDENTICAS EN AMBOS SENTIDOS)

Amplitud del ciclo (segundos)	Velocidad (km/hr.) de proyecto, para un espaciamento de:		
	400 m	300 m	200 m
40	72	54	36
45	64	48	32
50	58	43	29
55	52	39	26
60	48	36	24
65	44	33	22
70	41	31	21
75	38	29	19
80	36	27	18

5. Antecedentes sobre accidentes.- Este requisito debe de ir relacionado con alguno de los requisitos anteriores ya que por sí solo no justifica la instalación de semáforos. Los requisitos relativos a antecedentes sobre accidentes se satisfacen si:

1. Cuando se han utilizado otros procedimientos menos restrictivos como señales sin reducir la frecuencia de los accidentes.

2. Cuando ocurran cinco o más accidentes en un año en los que hubo heridos o daños físicos de consideración.

3. Cuando existan volúmenes de peatones y vehículos no menores del 80% para los especificados en los requisitos de los volúmenes mínimos.

6. Combinación de los requisitos anteriores.- Se puede justificar la colocación de semáforos cuando ninguno de los requisitos anteriores se cumpla siempre y cuando dos requisitos o más se satisfacen en un 80% de los valores mencionados.

Coordinación de semáforos de tiempo fijo.

En general los semáforos de tiempo fijo dentro de un radio de 400 m que regulan las mismas circulaciones de tránsito deben funcionar coordinadamente. A distancias mayores aún puede resultar conveniente la coordinación de semáforos.

Existen cuatro sistemas para la coordinación de semáforos y son los siguientes:

1. Sistema simultáneo.- Es utilizado para volúmenes de tránsito estables y para coordinar cruceos muy cercanos.

La relación entre la velocidad, ciclo y distancia se puede expresar de la siguiente manera:

$$D = 3.6 VC$$

Donde: D = espaciamiento de semáforos en metros.

V = velocidad en km/hr.

C = duración del ciclo en segundos.

2.- Sistema alterno.- Es utilizado en cruces cercanos con calles de igual longitud en los que se requiere que los semáforos trabajen en grupos alternadamente, para lo que el espaciamento mínimo entre un semáforo y los adyacentes esta dado por la fórmula:

$$D = 1.8 CV$$

Donde: D = espaciamento mínimo entre semáforos en m.

C = duración del ciclo en segundos.

V = velocidad de proyecto en km/hr.

3.- Sistema progresivo limitado.- Consiste en varios semáforos funcionando en forma sucesiva a lo largo de una calle que operan dando el siga de acuerdo a una función del tiempo para que los vehículos operen en forma continua, en grupos con velocidad fija.

4.- Sistema progresivo flexible.- Es utilizado en semáforos localizados en cruces entre calles con longitud variable, para lo que se utiliza una duración del ciclo común para todos los semáforos en los cruces lograndose un movimiento continuo con una velocidad adecuada en un sentido.

Diagramas espacio-tiempo.

El diagrama espacio-tiempo es una gráfica en la que el eje horizontal representa los cruces y la longitud de las calles en metros y el eje vertical representa el tiempo en segundos. Lo que permite proyectar los desfasiamientos de los semáforos para obtener movimientos continuos a lo largo de una calle por tanteos, para lo que se fija la duración del ciclo y con una velocidad constante se van obteniendo los desfasiamientos.

SEMAFOROS ACCIONADOS POR EL TRANSITO

Los semáforos accionados por el tránsito son aquellos cuya operación varía de conformidad con las demandas del tránsito que se registran en detectores de vehículos y de peatones, se clasifican en las tres siguientes categorías:

I.- Semáforos semiaccionados por el tránsito.- Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más

accesos, pero no en todas las aproximaciones al crucero.

2. Semáforos totalmente accionados por el tránsito.- Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en to dos los accesos del crucero.
3. Semáforos adaptables al tránsito.- Son aquellos en que la disposición de las indicaciones en los controles locales de una zona o de una arteria varían continuamente de acuerdo con la información recibida sobre las co rrientes del tránsito suministradas a un control maestro computador, por detectores aforadores localizados en puntos claves.

Requisitos que se deben de satisfacer para la instalación de semáforos accionados por el tránsito:

- A) Volúmenes de vehículos.- En las intersecciones donde el volumen de tránsito de vehículos no es suficiente para justificar la instalación de semáforos de tiempo fijo, si hay otras condiciones que justifiquen la necesidad del semáforo accionado por el tránsito y el costo de su instalación.
- B) Circulación transversal.- Cuando el volumen de tránsito de la calle principal es intenso y provoca peligros a la circulación transversal de vehículos y peatones de la calle secundaria, si el tránsito en la calle secunda ria es muy intenso para demandar el derecho de paso a intervalos muy frecuentes de tiempo es necesario limitar la duración del SIGA para la calle principal.
- C) Volúmenes en horas de máxima demanda.- Cuando se requiere el control de un crucero durante un tiempo breve en el día como en las horas de máxima demanda.
- D) Circulación de peatones.- Cuando se tienen los volúmenes mínimos de peatones especificados para semáforos de tiempo fijo, ya que los semáforos accionados por el tránsito, solo detendrán la circulación de vehículos cuando crucen peatones.
- E) Peligro de accidentes.- Cuando sólo se satisface el requisito mínimo relativo a antecedentes de accidentes especificados para semáforos de tiempo fijo.

- F) Amplias fluctuaciones de tránsito.- En los cruceros don de los volúmenes de tránsito en las calles concurrentes varían considerablemente.
- G) Intersecciones complicadas.- En cruceros complicados que requieren fases múltiples de circulaciones.
- H) Sistemas progresivos de semáforos.- Cuando los espaciamientos y otras características de un crucero dentro de un sistema progresivo de semáforos de tiempo fijo sean tales que no se pueda lograr la sinronización progresi va.

Requisitos para semáforos ubicados fuera de las intersec-
ciones:

- A) Zonas de circulación en un solo sentido.- En tramos de camino o calle de doble circulación, en los que el tránsito sólo puede circular en un sentido en un tiempo de terminado, como en puentes y túneles angostos o en tramos de caminos en construcción.
- B) Cruces de peatones fuera de las intersecciones.- En los cruces concentrados de peatones, como es fuera de las escuelas y salas de espectáculos donde los semáforos pueden ser accionados por los peatones.

DETECTORES

Los detectores son dispositivos que registran el paso de vehículos en los cruceros con semáforos accionados por el tránsito, siendo los más comunes los siguientes:

- 1. Detectores de presión.- Los hay de dos tipos: los que registran el movimiento de vehículos en una dirección y los que registran el movimiento de vehículos en dos direcciones. Estan enterrados bajo el pavimento y accionan por la presión ejercida sobre ellos por las llantas.
- 2. Detectores magnéticos.- Existen dos variantes, los compensados y los no compensados, el primer tipo no es influenciado por tranvías y trolebuses.
- 3. Detectores de radar.- Es un transmisor que emite un haz conico de microondas las que rebotan en los vehículos y son captadas por un receptor.

4. Detectores accionados manualmente por los peatones.-
Son accionados por los peatones por medio de botones o teclas y deben de ser diseñados para resistir condiciones muy severas de servicio.

SEMAFOROS PARA PEATONES

Tienen por finalidad permitir el paso ordenado de peatones por medio de instrucciones precisas de PASE y ALTO en los cruces, para lo cual los semáforos de peatones trabajan conectados con los semáforos de vehículos ya sea en forma de fase combinada o en fase individual.

CONTROL DE SEMAFOROS POR COMPUTADORA EN MEXICO

Con el objeto de lograr un mejor funcionamiento de las arterias controladas por semáforos en 1973 se instaló el primer sistema de semáforos controlados por computadora en la Ciudad de México, el que comprendía 64 cruces de los cuales 20 fueron instalados en la Av. de los Insurgentes Sur entre las calles de Romero de Terreros y Barranca del Muerto y 44 cruces en la Zona Rosa y área inmediata, siendo sus características principales las siguientes:

- 1 computadora HP-2100 A
- 3 minicomputadoras de zona, marca Eyssa
- 42 controles locales, marca Eyssa
- 59 detectores
- 3 estaciones transmisoras de datos
- Y equipo complementario de control central.

El sistema anterior de semáforos fue ampliado a 128 cruces entre 1977 y 1978.

A finales de 1980, existían en el Distrito Federal 1,643 cruces controlados por computadora.

BIBLIOGRAFIA .

INGENIERIA DE TRANSITO.

Ing. Rafael Cal y Mayor.

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.

Asociación Mexicana de Caminos, A.C. y

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1977.

MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1977.

MEMORIAS DEL III SEMINARIO DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS. 1977.

Asociación Mexicana de Ingeniería de Tránsito, A.C.

Asociación Mexicana de Caminos, A.C.

MEMORIAS DEL IV SEMINARIO DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS. 1978.

Asociación Mexicana de Ingeniería de tránsito, A.C.

Asociación Mexicana de Caminos, A.C.

PROBLEMAS DE LA CIRCULACION VIAL DE LA CIUDAD DE MEXICO Y SU POSIBLE TRATAMIENTO.

Cámara Nacional de Comercio de La Ciudad de México. 1980.

ANUARIO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL DISTRITO FEDERAL.

Antecedentes y Estado a 1980.

Departamento del Distrito Federal

Secretaría de Obras y Servicios

Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

1981.

En el presente trabajo aparecen citas, gráficas y croquis tomados de las obras mencionadas anteriormente.