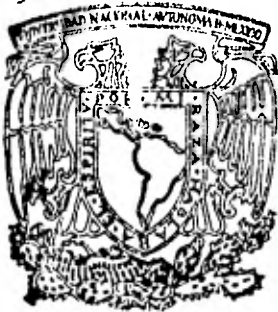


29
1986
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



INGENIERIA DE TRANSITO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:

José Manuel Tienda Farfán

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
ALFAROMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-419 T.E.

Señor JOSE MANUEL TIENDA FARFAN,
P r e s e n t e .

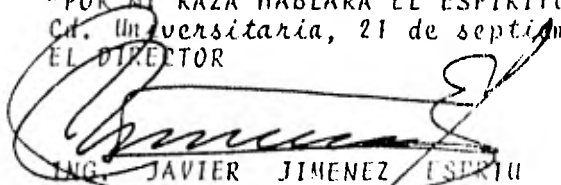
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Rafael Cal y Mayor, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"INGENIERIA DE TRANSITO"

- Antecedentes.
- Evolución del transporte.
- Problema actual.
- Solución del problema.
- El usuario.
- El vehículo.
- El camino.
- Planificación vial urbana.
- Volumen de tránsito.
- Velocidad.
- Congestionamiento.
- Capacidad vial.
- Accidentes.
- Origen y destino.
- Transporte público.
- Estacionamientos.
- Semáforos.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesionales, 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 Coordinación de la Administración Escolar 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"
Cdt. Universitaria, 21 de septiembre 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPINO

I N D I C E

PRIMERA PARTE	
ANTECEDENTES	1
EVOLUCION DEL TRANSPORTE	3
PROBLEMA ACTUAL	5
SOLUCION DEL PROBLEMA	8
SEGUNDA PARTE	
EL USUARIO	13
El conductor	13
Las reacciones psicológicas	13
Las reacciones físicas	15
Visión	15
Deslumbramiento	17
Daltónismo	17
Tiempo de reacción	17
Distancia para detectar un vehículo	18
Distancia de percepción	18
Distancia de reacción	18
Distancia de frenado	18
El peatón	24
EL VEHICULO	27
Promedio de ocupación del vehículo	29
Rendimiento	29
Revisión mecánica	30
Dimensión de los vehículos	32
Radio de giro	38
Sobreelevación	43
Costo de operación	46
EL CAMINO	48
Elementos que constituyen la sección transversal del camino	54
Alineamiento horizontal	57
Curvas circulares	58
Curvas espirales de transición	58
Longitud de transición de la sobreelevación	59
Pendiente máxima	62
Distancia de visibilidad	63
Distancia de visibilidad de parada	63
Distancia de visibilidad de rebase	63a

Intersecciones	64
Intersecciones a nivel	64
Intersecciones a desnivel	69
Intersecciones rotatorias	74
Carriles de aceleración y desaceleración	77
Señales	79
Autopistas	88
 PLANIFICACION VIAL URBANA	 89
 TERCERA PARTE	
 VOLUMEN DE TRANSITO	 92
Volumen diario promedio anual	92
Volumen horario máximo anual	93
Métodos de medición	93
Conteos manuales	93
Vehículo en movimiento	93
Dispositivos mecánicos	94
Registradores de volúmenes	95
 VELOCIDAD	 98
Tiempo de recorrido	98
Velocidad de punto	99
Velocidad de proyecto	99
Velocidad de recorrido total	100
Velocidad de crucero	100
Métodos para medir la velocidad de punto utilizando cronómetros	100
Tubos neumáticos	101
Métodos para medir la velocidad de punto basados en el principio "Dopler"	102
Radármetro	102
Medidor Ultrasónico	102
Formas de campo	102
 CÓNGESTIONAMIENTO	 105
Observación a cierta altura	105
Flotando en el tránsito	105
Medición dentro de la corriente	105
Demoras	105
 CAPACIDAD VIAL	 107
Nivel de servicio	108
Volumen de servicio	108

Factores que afectan el nivel de servicio	108
Factor de hora máxima	109
Factor de carga	110
Nivel de servicio "A"	110
Nivel de servicio "B"	110
Nivel de servicio "C"	110
Nivel de servicio "D"	111
Nivel de servicio "E"	111
Nivel de servicio "F"	111
Tramo recto	113
Intersecciones a nivel	116
Condiciones físicas u operacionales	117
Tramos de entrecruzamiento	119
Rampas	123
ACCIDENTES	125
Causa aparente	125
Falla operacional	125
Magnitud del problema	125
Indices	126
ORIGEN Y DESTINO	135
Métodos de estudio	135
Entrevista domiciliaria	135
Encuesta de conductores	136
Método de la tarjeta postal	136
Aplicaciones	137
TRANSPORTE PUBLICO	139
Seguridad	141
Eficiencia	142
Organización administrativa	142
Estudios técnicos	143
Recuentos de pasaje en puntos de máxima demanda	143
Recuentos de ascenso y descenso de pasaje	144
Tiempo de recorrido	144
ESTACIONAMIENTOS	145
Tipos de estacionamientos	145
Normas técnicas en México	152
Dimensiones mínimas de los pasillos	153
SEMAFOROS	158
Cara de un semáforo	158
Desventaja de los semáforos	160

Ventaja de los semáforos	160
Ubicación de los semáforos	160
Fase	161
Ciclo	163
Cálculo del tiempo de despeje	163
Requisitos para la instalación de semáforos de tiempo fijo	166
Volumen mínimo de vehículos	166
Interrupción del tránsito continuo	167
Volúmenes peatonales mínimos	167
Movimiento progresivo	168
Accidentes	169
Combinación de requisitos	169
Coordinación de semáforos	169
Sincronización de semáforos	170
Sincronización simultánea	170
Sincronización alternada	171
Sincronización progresiva simple	172
Sincronización progresiva flexible	172
Diagramas espacio tiempo	172
Semáforos accionados por el tránsito	174
Control semi-accionado	176
Control totalmente accionado	178
Control volumen-densidad	179
Detectores	179

PRIMERA PARTE

I ANTECEDENTES :

Siendo el vehículo una parte importante dentro de la Ingeniería de tránsito es conveniente conocer como ha ido evolucionando a través del tiempo, así mismo hacer un poco de historia de las primeras civilizaciones.

El automóvil aparece a finales del siglo XIX siendo realmente un artículo novedoso que trae consigo la necesidad de mejorar y aumentar el número de caminos.

En cuanto a las primeras civilizaciones que aparecieron sobre la tierra se tienen estudios, tanto antropológicos como arqueológicos que nos hablan de que hace 100,000 años que el hombre apareció y que las antiguas civilizaciones aparecen hace 6,000 años.

Con la invención de la rueda probablemente en Mesopotamia, según investigación que se tiene de carretas de 4 ruedas halladas en la tumba de la Reina en las ruinas de la Ciudad de Ur en Mesopotamia, vienen también la construcción de los caminos y haciendo un poco de historia en cuanto a estos, vemos que el primer camino es el que va de Asia a -

Egipto. En el año 500 A.C los cartagineses construyeron un sistema de caminos de piedra a lo largo de la costa del Mediterráneo.

Son los romanos los que empezaron a construir los primeros caminos científicamente y como muestra tenemos la Via Appia, la cual inició su construcción Appius Claudius en el año - 312 A.C.

En América resaltarón culturas como la Maya en el sur de México y norte de Centroamérica que como huella dejaron los caminos blancos formados con terraplenes de 1 y 2 metros de elevación y cubiertos con una superficie de piedra caliza, - mismos que podemos encontrar actualmente en Yucatán México. Otras culturas como la Azteca en México situada en una isla al centro de un lago y comunicada con tierra firme por grandes calzadas que incluían puentes levadizos ya que cruzaban gran cantidad de barcas.

Por último tenemos la cultura Inca, misma que realizó grandes obras de Ingeniería ya que se toparon con una topografía de su suelo muy accidentado.



Fig. 1 Camino Antiguo

II EVOLUCION DEL TRANSPORTE

A principios de nuestra era dentro de los 3 primeros siglos existía comunicación dentro de Europa y Asia debido al Imperio Romano que influyó enormemente en dicha comunicación.

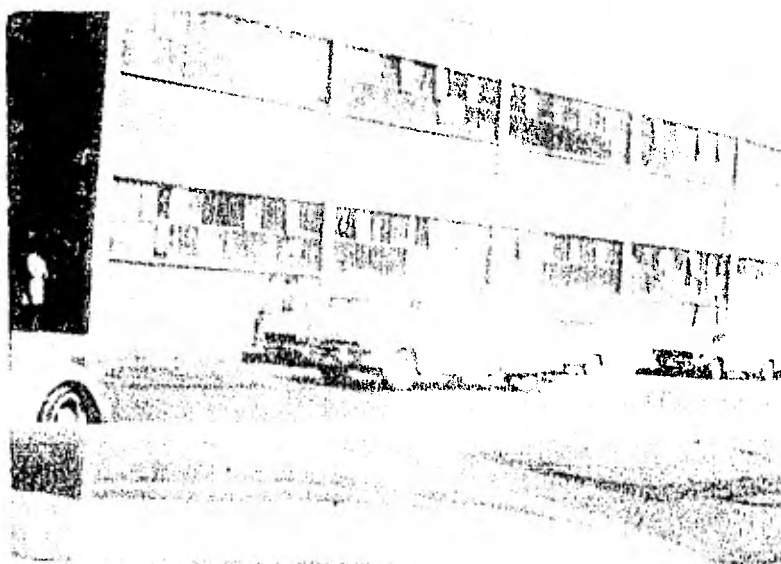
Posteriormente, del siglo IV al siglo VI, vino la desaparición de la red caminera, ésto ocasionado por guerras civiles, invasiones, y principalmente por la economía feudal, - no fue sino hasta el siglo X cuando se empezó a tener un poco de interés en abrir nuevas rutas que favorecieron el comercio, así como la comunicación entre todas aquellas poblaciones que se fueron creando en los centros mercantiles.

En el siglo XIV cuando empiezan los trazos dentro de las grandes ciudades, dicho trazo en forma de cuadrícula geométrica y que se atribuye a Hipodamo de Mileto, en el siglo XIII hay un gran tránsito sobre los caminos ya deteriorados, los cuales son un poco conservados por los caballeros armados y son los religiosos quienes dan al viajero esta protección, desaparece en el siglo XIV y aunada a otros factores es el "porqué" de que desaparezca en gran cantidad el tránsito de los caminos entre ciudades.

En el siglo XVI el vehículo reaparece desplazando a las bestias de carga y tomando gran importancia dentro de la economía europea; en América se inicia la construcción de nuevos caminos para abarcar mayores territorios colonizados por España.

En el siglo XVI Sebastián de Aparicio introduce la primera carreta a México y construyó la primera carretera entre México y Veracruz y posteriormente la de México-Zacatecas. En 1800 tienen gran auge las diligencias y es en 1825 cuando en Inglaterra empieza a usarse el ferrocarril consolidándose su aparición a mediados del siglo XIX, esto hace que los caminos pasen a segundo término, pero a

a finales del siglo XIX empieza a surgir el automóvil de combustión interna, aunque por diversas causas, como malos caminos, inadaptabilidad por parte del usuario, etc., es hasta a principios y casi mediados del siglo XX cuando se empiezan a familiarizar con éste.



VEHICULO ANTIGUO
Fig. 2

III PROBLEMA ACTUAL

El problema que existe actualmente con el tránsito sobre los caminos, es debido a que dichos caminos han sido proyectados por ingenieros que siguieron el criterio con el que se proyectaban las vías del ferrocarril sin tomar en cuenta las diferencias que existen entre una y otra forma de comunicación, y es la principal diferencia el tipo

de conductores que hay en cada caso, ya que los conductores de trenes tienen plena responsabilidad en atender y respetar las señales y restricciones que encuentran a su paso y en cambio, en los conductores de vehículos no existe tal responsabilidad.

Otro factor importante es la baja velocidad para la cual se proyectaron los caminos de hace 30 ó 40 años y sobre los que ahora circulan vehículos a 100 - 120 Km/hr, y por lo tanto resultan obsoletas todas las características del camino, como son: pendiente, curvatura, sección transversal, etc.

En cuanto al problema de tránsito en las calles de las ciudades vemos que es generado por el trazo en cuadrícula que se tiene en tales ciudades y que corresponde al trazo de ciudades de antes de la era Cristiana, a este factor hay que agregar la falta de interés por parte de las autoridades competentes por modificar dicho trazo urbano.

Como dato anecdótico, en 1898, entró en México el primer automóvil, el cual fue hecho a mano en Tolón y con marca Dellanau Villeville, éste junto con otros dos llegaron a Texas y luego fue conducido a Monterrey, N. L.

A continuación se presenta una tabla con las cifras que muestran el número de vehículos a través de los años:

AÑO	MEXICO	ESTADOS UNIDOS	TOTAL EN EL MUNDO
1895	-	4	4
1898	1	800	-
1920	-	9'239,161	-
1930	87,665	26'531,999	-
1950	302,798	49'161,691	63'200,500
1972	2'148,639	118'618,000	275'880,487

En esta tabla nos podemos dar cuenta de la evolución -- tan enorme y en tan corto plazo que ha sufrido el automóvil y sobre todo el gran avance de la Tecnología que -- ahora nos proporciona vehículos con mucha comodidad y -- que corren a altas velocidades.



VEHICULO MODERNO SOBRE
CAMINO ANTIGUO

IV SOLUCION DEL PROBLEMA

Antes de empezar con la solución del problema, tenemos que ver en que consiste dicho problema, y, para tal práctica - veamos a continuación los diferentes factores que intervienen en él.

- 1) Por los caminos existentes circulan una gran variedad de vehículos como son: camiones, automóviles, autobuses, motocicletas, etc. y que por consecuencia son diferentes - características propias de cada uno de estos vehículos.
- 2) El tránsito motorizado actual no corresponde a los caminos inadecuados existentes.
- 3) No se ha hecho una planificación adecuada en el tránsito Como ejemplo tenemos que se siguen proyectando caminos - puentes, etc. con especificaciones anacrónicas y obsoletas, no hay consideración en cuanto a los estacionamientos se refiere, etc.
- 4) No se ha considerado aún al automóvil como necesidad sino como lujo.
- 5) Tanto las autoridades competentes como el usuario no han puesto de su parte en estudiar, analizar y resolver el -

problema.

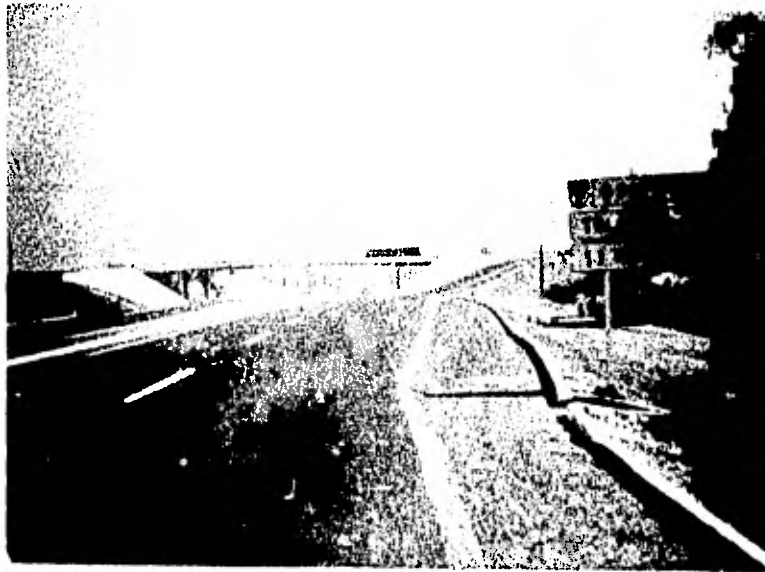
Con estos factores podemos analizar con más calma el problema que tenemos entre nuestras manos y para el cual podemos arriesgarnos a proponer las siguientes soluciones:

- 1) Solución Integral: Que consiste en cambiar totalmente todos los elementos con que contamos como son: caminos, trazo de ciudades, reglamentaciones, etc. como se puede observar esta solución es casi imposible.
- 2) Solución Parcial de Alto Costo: Esta solución es más - factible de realizarse y aunque no deja de generar fuertes inversiones que a la larga es lo que nos interesa - cuidar, ya es ventaja que apliquemos la solución sobre lo que ya existe y que sería por ejemplo ensanchar las calles, crear intersecciones notatorias o canalizadas, tuneles, pasos a desnivel, etc.

Y como último tenemos la:

- 3) Solución Parcial a Bajo Costo: En este caso vamos a -- aprovechar al máximo lo que tenemos, haciendo reformas a la regulación funcional del tránsito, creando consien - cia en el usuario mediante educación vial.

También consiste en el estacionamiento limitado, proyecto adecuado de señales y sentido de las calles, en fin es - realizar cambios que mejoren el tránsito y que no provo-- quen fuertes inversiones



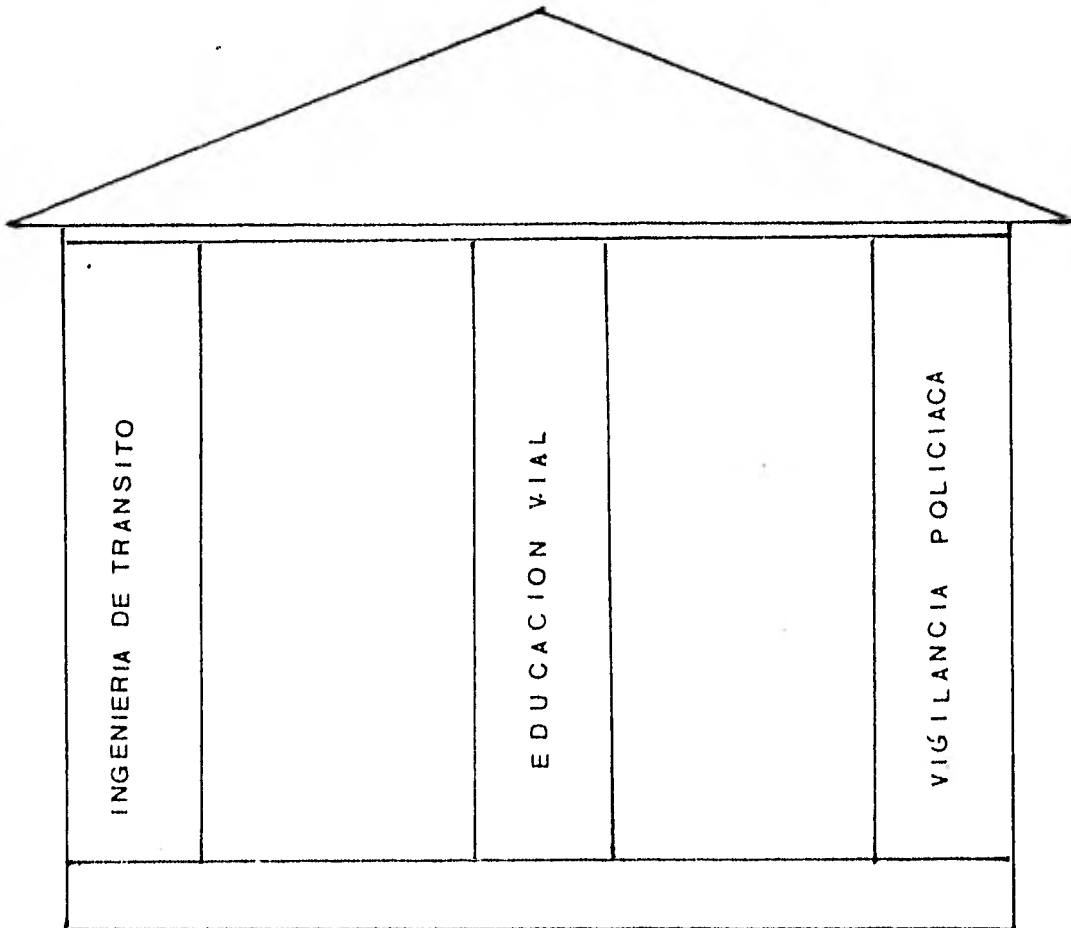
SOLUCION INTEGRAL

Fig. 4

De todo esto obtenemos que para que un tránsito sea seguro y eficiente en cualquier solución deben existir 3 elemen-- tos que son:

- a) Ingeniería de Tránsito
- b) Educación Vial
- c) Legislación y vigilancia policíaca.

Para cualquier proyecto de tránsito y transporte debemos -



TEMPLO DE LA SEGURIDAD

Fig. 5

seguir los siguientes pasos:

- 1.- Identificación del problema
- 2.- Recopilar la información necesaria de acuerdo al tipo de problema que se trate.
- 3 - Analizar la información.
- 4.- Proponer alternativas de solución
- 5.- Seleccionar las alternativas y analizar las ventajas y desventajas que ellas nos dan
- 6.- Conclusiones y recomendaciones
- 7 - Estudiar los resultados que se tengan

Pasemos ahora a analizar lo que es la Ingeniería de Tránsito y cuales son las fases que la componen.

Es la Ingeniería de Tránsito, como ya vimos, uno de los 3 pilares en que se apoya la seguridad vial, y sus fases -- son:

- 1.- Estudios de las características del tránsito, siendo el conductor, el vehículo, el camino, volúmenes de tránsito, estudios de origen y destino, velocidad, congestiónamiento, capacidad vial, accidentes, transporte público, estacionamientos y semáforos.
- 2.- La Reglamentación del tránsito: en este punto deben estudiarse todas las reglas que se refieren al conduc

tor y su relación con los demás elementos y dar reformas o modificaciones que puedan y deban cumplirse.

- 3.- La Planeación: Planear nuevas construcciones y/o mejorar las existentes, para satisfacer una necesidad originada por la falta de seguridad y eficiencia.
- 4.- Proyecto Geométrico. Diseñar arterias, carreteras, proyectar estacionamientos, ampliaciones, etc.
- 5 - Administración. El Ingeniero de Tránsito debe estar capacitado para realizar obras llevando a cabo una buena administración y con ésto un costo adecuado, tanto de construcción como de operación.

SEGUNDA PARTE

I.- EL USUARIO

Son propiamente el conductor y el peatón los que forman esta nomenclatura. Para estudiar al usuario veremos las limitaciones y comportamiento de éste.

Todos los proyectos o leyes destinados para ordenar el tránsito deben reflejar las necesidades de la colectividad para evitar desobediencias que pudieran ser fatales.

EL CONDUCTOR.- El Conductor responde por medio de reacciones a estímulos externos y con una secuencia, percepción, identificación, juicio, reacción.

Existen dos tipos de reacciones que son las psicológicas y las físicas o condicionadas.

LAS REACCIONES PSICOLOGICAS.- Son aquellas en las que se lleva a cabo un proceso intelectual y que culmina en un juicio, son reacciones intelectuales del individuo, afectadas por las emociones y otras causas.

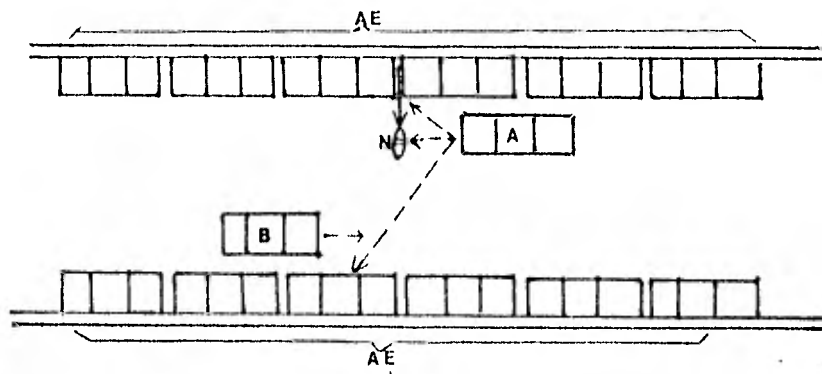
El tiempo mínimo de reacción cuando el vehículo no está en movimiento es de 1/4 de segundo y es este el tiempo que tar-



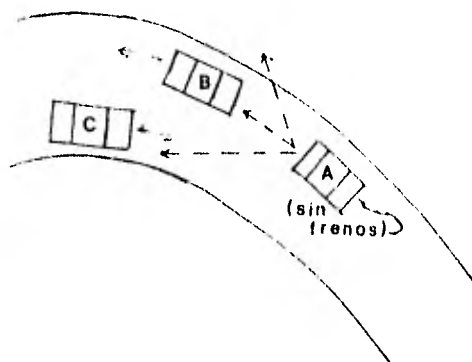
E L C O N D U C T O R

Fig. 4

REACCION PSICOLOGICA



a. -)



b. -)

Fig. 7

da un conductor en reaccionar al cambio de ALTO a SIGA en un semáforo. En este tiempo de reacción intervienen los siguientes factores para modificar las facultades del individuo: la fatiga, clima, época del año, condiciones del tiempo, altura sobre el nivel del mar y enfermedad provocada por drogas o alcohol.

LAS REACCIONES FISICAS O CONDICIONADAS.- Son aquellas en las que el individuo ya está preparado de antemano para tener una respuesta ante un estímulo, por ejemplo cuando un conductor llega a una esquina y ve una señal en forma octagonal, roja con letras blancas, diciendo alto, el conductor ya no lee el mensaje y sin embargo hace alto únicamente al ver la figura debido a que ya se ha formado la imagen de tal señal esto es, ya está condicionado.

VISION.- Aquí analizaremos la importancia que tiene la agudeza visual, esto es, la menor o mayor claridad de visibilidad, en el conductor.

La agudeza visual mayor se encuentra dentro de un ángulo de 3 a 5 grados considerándose como posible percepción con claridad de los objetos entre los 10 y 12 grados. Esto debe de

tenerse en cuenta al proyectar los dispositivos de control pues localizados estos fuera del cono de los 10-12 grados, provocarían confusiones, claro hay que tomar en cuenta también características como la visión periferal, concepto que se refiere al campo de visión del individuo o sea lo que el individuo alcanza a percibir a ambos lados, teniendo la vista hacia el frente, un individuo normal alcanza a percibir lo que sucede a ambos lados formando un ángulo de 180° aunque no distinga detalles lo cual se lograría en un ángulo más cerrado. Quienes padecen el defecto de la visión de túnel no llegan a distinguir absolutamente nada fuera de un cierto cono, esto es peligroso y de hecho no se debe manejar cuando ese cono o visión de túnel llega a ser menor de 140°.

Hay un factor importante que hay que tener en cuenta y es que al aumentar la velocidad se reduce la visión de túnel, esto, repito es importante ya que una persona que viaja a 96 Km./h. su visión de túnel se reduce a tan sólo 40° lo cual provocaría que al pasar por una cierta población no apreciaría detalles que le serían de tomarse en cuenta. Asimismo se ha visto que también cuando aumenta la velocidad se enfoca la vista en puntos más lejanos.

DESLUMBRAMIENTO.- Existe otra característica que es la del deslumbramiento y recuperación o sea el tiempo que tarda una persona en recuperar los efectos del deslumbramiento ocasionado por una fuente de luz, se ha visto que este tiempo es de seis segundos o más cuando el proceso es de la claridad a la obscuridad y de 3 segundos cuando el proceso es de la obscuridad a la claridad.

DALTONISMO.- Para personas que sufren de Daltonismo (ceguera a determinados colores) no hay mayor problema pues donde tendrían algún obstáculo sería en las señales y semaforización lo cual es resuelto por la estandarización que se tiene tanto en la forma, dimensiones y símbolos de las señales como en las posiciones de las luces en los semáforos.

TIEMPO DE REACCION.- Este es requerido para determinar la distancia de visibilidad de rebase, distancia de visibilidad de frenado, sobre las cuales hablaré posteriormente, - duración del tiempo de ámbar en los semáforos etc.

La AASHO (American Association of State Highway Officials)- recomienda un tiempo de reacción total de 2.5 segundos para la determinación de la distancia de visibilidad de parada - viajando a cualquier velocidad y de 2.0 segundos para deter

minar la distancia de visibilidad en las intersecciones.

El tiempo de reacción que se considera entre 0.75 y 1.0 segundos nos sirve para determinar la distancia de reacción - que junto con la distancia de percepción y la distancia de frenado determinan la DISTANCIA PARA DETENER UN VEHICULO, - tema que veremos a continuación.

DISTANCIA PARA DETENER UN VEHICULO.- Ya vimos de que partes consta y queda sólo empezar a estudiar cada una de esas distancias.

DISTANCIA DE PERCEPCION.- Esta distancia en realidad es despreciable para fines de Proyecto y se compensa en la forma conservadora de considerar las otras dos.

DISTANCIA DE REACCION.- Como ya hemos visto anteriormente - se considera un tiempo de reacción de 0.75 a 1 segundo y este multiplicado por la velocidad nos da la distancia de reacción.

DISTANCIA DE FRENADO.- Esta distancia está afectada por varios factores como son: peso de vehículo, número de ejes del mismo, fricción entre las llantas y el pavimento, etc.

REACCION PARA APLICAR LOS FRENOS.

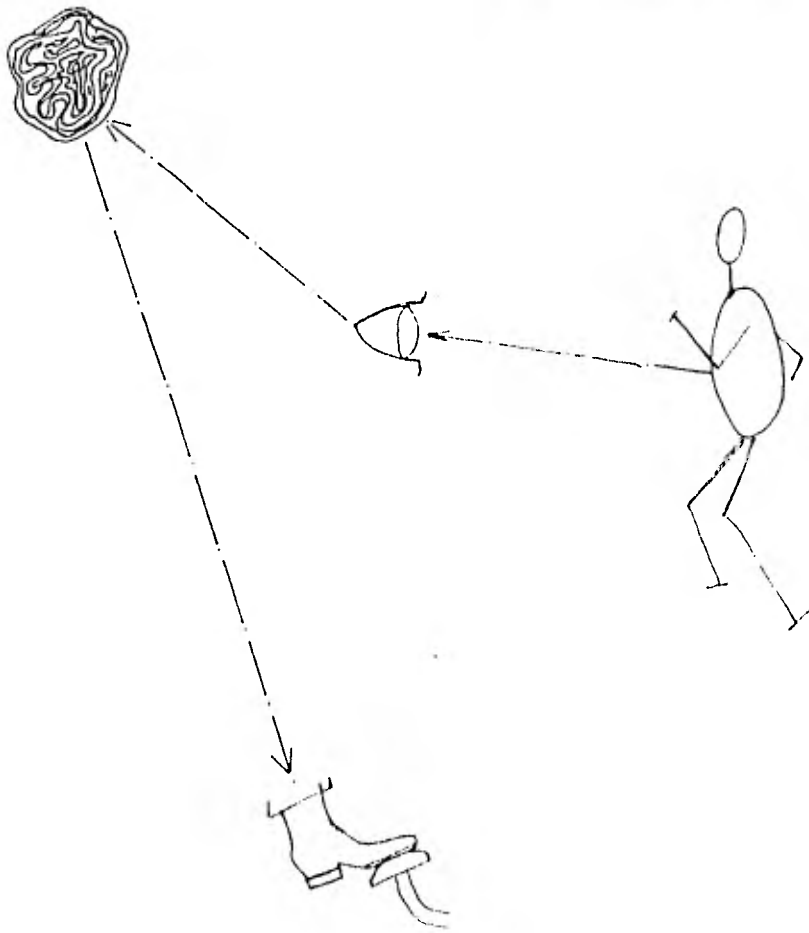


Fig. 8

Para encontrar esta distancia recordemos un poco los principios de la física que nos dió Newton y que por medio de una fórmula podremos aplicar y tenemos:

$$F = m \cdot a \quad \text{_____} \quad (1)$$

donde F= fuerza

m= masa

a= aceleración

Esta fórmula nos da la fuerza que lleva el vehículo, misma que es contrarrestada por otra igual para así poder detener el vehículo y que vale:

$$F' = f w \quad \text{_____} \quad (2)$$

F'= fuerza de frenado

f= coeficiente de fricción

w= peso del vehículo

Con estas dos fórmulas y la principal que es la de la distancia.

$$D = vt - \frac{At^2}{2} \quad \text{_____} \quad (3)$$

tenemos el siguiente desarrollo

$$D = vt - \frac{At^2}{2} \quad \text{tenemos como incógnitas "A" y "t"}$$

pero además

$$F = F' ; m a = f w ; \text{ ó sea ; } \frac{w}{g} a = f w$$

de donde

$$a = f g \quad \text{_____} \quad (4)$$

También sabemos que:

$$v = a t \quad \text{y} \quad t = \frac{v}{a} \quad \text{_____} \quad (5)$$

$$t = v / f g$$

llevando este valor y (4) a la ecuación (3) tenemos

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

Simplificando.

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

Ahora bien conviene transformar esta distancia a unidades que usualmente manejamos como V en Km/hr, g en m2/s, y así

tener resultados de distancias en metros, ya que dichas distancias no llegarían a ser ni de 100 m. siquiera. Para lograr esto, hagamos el siguiente refinamiento.

$$D = \frac{V^2}{2fg} = \frac{10002 \cdot V^2}{19.62 \times 3600^2} = \frac{V^2}{254f}$$

Finalmente tenemos

$$D_f = \frac{3.94 V^2}{1000 f}$$

donde: D= distancia de frenado en (mts)

V= Velocidad en Km/hr.

f= Coeficiente de fricción.

3.94,1000=factores de conversión de unidades.

Por último tenemos que

$$\text{Dist. para detener un vehículo} = V \text{ reacción} + \frac{3.94 V^2}{1000 f}$$

A continuación presento unas tablas que podrán dar idea de las distancias de parada a diferentes condiciones de reacción y de frenado para una velocidad de 50 Km/hr. (la primera) y a diferentes velocidades y condiciones de reacción y frenado.

CONDICIONES DEL PAVIMENTO Y DE LOS FRENOS	DISTANCIAS DE PARADA (m) VEL. = 50 Km/hr.		
	tiempo de reac. 0.2 seg. dist. reac.+dist.fren. = total	tiempo reac. 0.5 seg. dist. reac.+dis.fren. = total	tiempo reac. 0.8 dist. reac.+dis. fren. = total
Frenos excelentes pavimento - de la., poca o nula pendiente f= 1.35	2.7 + 7.3 = 10.0	6.9 + 7.3 = 14.2	11.1 + 7.3 = 18.4
Frenos buenos f = 1.00	2.7 + 9.85 = 12.6	6.9 + 9.9 = 16.8	11.1 + 9.9 = 21.0
Frenos promedio f = 0.60	2.7 + 16.4 = 19.1	6.9 + 16.4 = 23.3	11.1 + 16.4 = 27.5
Frenos legales f = 0.45	2.7 + 21.9 = 24.6	6.9 + 21.9 = 28.8	11.1 + 21.9 = 33.0
Factores aversos pavimento resba- loso f = 0.20	2.7 + 49.3 = 52.0	6.9 + 49.3 = 56.2	11.1 + 49.3 = 60.4

DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA MINIMA

Velocidad de proyec.	Velocidad asumida por cond.	Percepción y Reac. de frenado		Coeficiente de fricc.	Dist. de freno a nivel (m)	Dist. de Visib. de parada	
		tiempo (seg.)	distanc. (m)			calc. (m).	redond. (m)

CRITERIO DE DISEÑO - PAVIMENTO HUMEDO

50	45	2.5	31	0.36	22	53	60
65	58	2.5	40	0.33	40	80	80
80	71	2.5	49	0.31	63	112	110
95	84	2.5	58	0.30	91	149	150
105	88	2.5	61	0.30	102	163	165
110	93	2.5	64	0.29	117	182	185
120	98	2.5	68	0.28	134	202	205
130	103	2.5	71	0.27	153	224	225

VALORES DE COMUNICACION - PAVIMENTOS SECOS

50	50	2.5	33	0.62	15	48
65	65	2.5	45	0.60	27	71
80	80	2.5	55	0.58	44	99
95	95	2.5	66	0.56	65	131
105	105	2.5	72	0.56	76	148
110	110	2.5	78	0.55	90	168
120	120	2.5	83	0.54	105	188
130	130	2.5	89	0.53	122	211



E L P E A T O N

Fig. 9

EL PEATON.- Es importante considerar al peatón para cuando se planean proyectos de tránsito, pues es un elemento de dichos proyectos y como prueba de ello tenemos que los accidentes ocurridos en el tránsito se deben en un 30% aproximadamente a los peatones.

Al hablar de los peatones hay que tener en cuenta la habilidad que tienen y sobre todo la comprensión de lo que representa para ellos el vehículo de auto motor de nuestros-

tiempos, esto es muy importante pues se ha demostrado estadísticamente que el 80% de las víctimas no sabía manejar.

Cuando se piensa en proyectos como por ejemplo, en un cruce poner semáforos, entonces hay que pensar en el peatón como parte del proyecto, pues hay que tener en cuenta el tiempo que éste tarda en cruzar la calle y además la cantidad de peatones que cruzarían esa calle en un determinado tiempo, etc.

Es importante y lo hago resaltar, que recordemos que todos somos peatones y por lo mismo que al pasar a ser conductores tengamos consideraciones que en un momento dado pueden ser de muchas consecuencias, es típico ver que cuando uno va a cruzar una calle y pasa un carro, casi atropellándolo, lo primero que piensa es "cómo será cafre" pero en el momento en que se sube a su automóvil se vuelve igual o más cafre aventándose a los que se encuentre en su camino. Vuelvo a repetir reflexionemos un poco y luchemos contra nosotros mismos por corregirnos.

Entrando un poco en materia de estadística vemos que según datos de la Dirección General de Estadística en la República Mexicana, los peatones intervienen aproximadamente en un

28% de los accidentes y que las muertes causadas por accidentes de tránsito, el 23% fueron peatones de los cuales el 27% estaba cruzando fuera de la zona de seguridad de las esquinas, el 11.5% caminaba sobre las calles, el 9.4% salía de atrás de algún vehículo estacionado, el 8.6% cruzaba una intersección sin control, el 7.1% cruzaba en la esquina a pesar de existir la señal de alto.

II.- EL VEHICULO.- El Vehículo de combustión interna forma un principal elemento al proyectar las vialidades y sus componentes, éste nació a principios de 1895.

La zona del Valle de México tiene un incremento del 12% de vehículos y se ha demostrado que los países más desarrollados son los que tienen mayor número de vehículos, tal es el caso de Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania, Japón, etc.

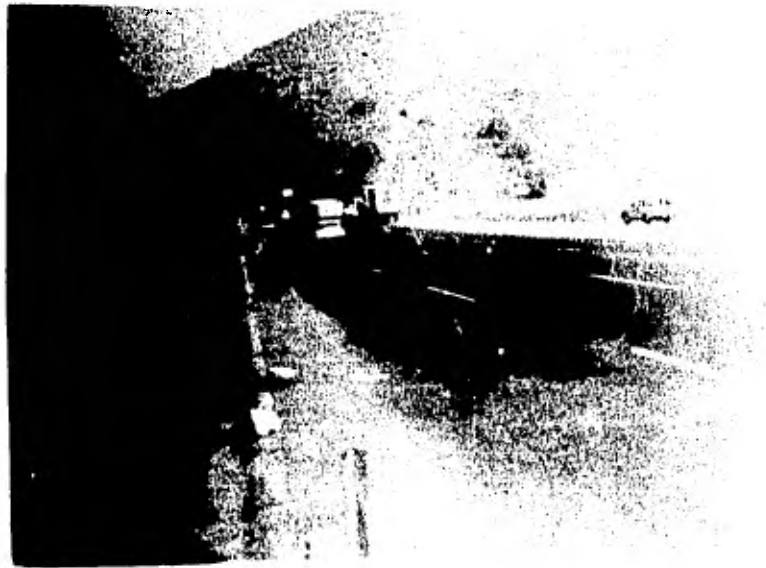
AÑO	AUTOMOVILIES	PASAJEROS	CARGA	MOTOCIC.	BICICLETAS	CARROS Y CARRETAS
1970	1'233,824	33,059	524,985	136,948	617,619	78,282
1971	1'342,231	34,953	560,262	259,891	640,132	78,367
1972	1'568,519	35,723	592,762	168,312	662,817	72,228
1973	1'766,504	37,043	645,323	285,772	700,218	84,082
1974	2'053,241	41,053	728,965	216,793	730,953	72,009
1975	2'400,930	50,762	887,912	246,519	726,993	72,447
1976	2'580,426	52,693	987,995	222,472	689,923	81,944
1977	2'829,110	61,631	1'057,144	283,178	735,269	-
1978	3'359,473	73,772	1'278,419	309,437	766,295	-
1979	3'818,548	80,734	1'433,050	350,152	808,861	-

NUMERO DE UNIDADES DEL SERVICIO DE CARGA ESPECIALIZADA SEGUN TIPO DE VEHICULOS *

TIPO DE VEHICULO	1977	1978	1979
Camión 2 ejes	31,029	32,321	33,718
Camión 3 ejes	9,624	10,196	11,867
Tracto cam. 2 ejes	1,743	1,814	2,066
Tracto cam. 3 ejes	8,753	9,821	10,604
Semi Remolque 1 eje	339	375	397
Semi Remolque 2 ejes	11,060	12,250	13,399
Remolque 2 ejes	160	167	180

* Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transporte

EL VEHICULO



El Vehículo de combustión interna forma
un principal elemento al proyectar las
vialidades y sus componentes
Fig. 10

Cuando el vehículo apareció se consideraba como un juguete - muy lujoso y por lo mismo sólo unos pocos podían tenerlo y - eso provocaba que no se le diera la menor importancia ni a - los caminos por donde transitaba, este es un problema que ag - tualmente nos afecta pues por no considerar al vehículo como - transporte de trabajo, que es realmente su uso, no se ha pues - to atención en adaptar los caminos antiguos al vehículo ac-- - tual.

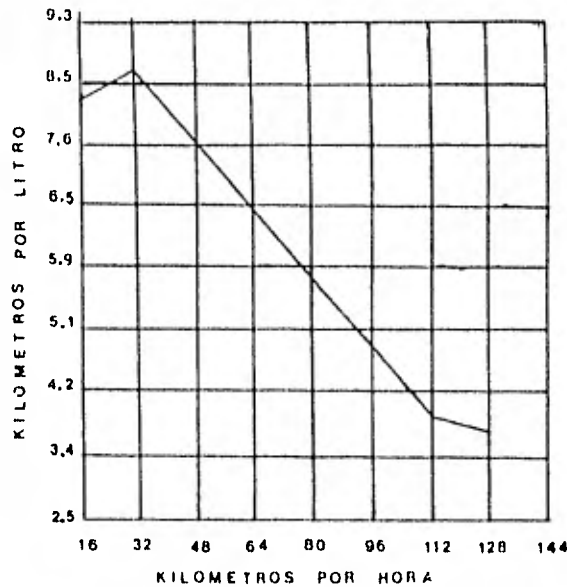
Se da a continuación una serie de datos que comprueban lo an - terior. (Datos proporcionados por la U.S. Bureau of Public - Roads.)

EL PROMEDIO DE OCUPACION DE UN VEHICULO.- Es el número de - personas que viajan en él (incluyendo al conductor)

RENDIMIENTO.- La siguiente tabla nos muestra la velocidad óp - tima para aumentar el rendimiento en un automóvil entendién - dose por rendimiento la cantidad de combustible consumido en - relación a los kilómetros desarrollados.

VEL (Km/hr)	RENDIMIENTO (Km/l.0)
32	9.0
48	8.7
64	8.0
80	7.2
96	6.4
112	5.4

Y vemos que a velocidades de 32 Km/hr, tenemos el mayor rendimiento y al aumentar la velocidad reduce el rendimiento y para ver mejor este punto presento una representación gráfica - del rendimiento promedio de automóviles en Estados Unidos.



REVISION MECANICA.- Un punto bastante importante que no debemos descuidar es la revisión periódica que se le debe dar a los automóviles para prevenir al máximo las colisiones o accidentes por fallas mecánicas. Como regla sencilla para estar tranquilo podemos seguir los siguientes pasos:

- 1º) Revisión de llantas checando que no tengan rajaduras o que no estén muy lisas.

- 2°) Frenos. Se pueden verificar de que estén en buen estado si al pisar el pedal éste no excede de una distancia mayor de 30 cm. entre el tope y el piso.
- 3°) Las luces . Checar todos los componentes como son direccionales, flashes (muy importantes y con poca atención) luces de frenos, luces delanteras, altas y bajas.
- 4°) Revisar la dirección. Moviendo el volante del automóvil de un lado a otro y checando que no exceda a 1/4 de círculo sin que las ruedas se muevan.

INSPECCIONES DE SEGURIDAD EN LOS ESTADOS UNIDOS *

CONCEPTO	PORCENTAJE DEFECTUOSO DEL TOTAL REVISADO	
	AUTOS	CAMIONES
Luces traseras	30.7	31.0
Luces delanteras	18.8	16.0
Frenos	17.5	14.6
Tubos de escape	8.6	9.2
Llantas	7.5	5.1
Dirección	5.7	5.3
Limpiadores	4.7	5.8
Vidrios	3.4	6.1
Bocina	2.0	3.6
Espejo	1.1	3.3

* Cita Ing. de Tránsito.- Rafael Cal y Mayor

Al checar el estado del vehículo el usuario tiene varias ventajas como: conservar a un mayor nivel comercial la unidad, - mejorar su estado, etc.

DIMENSIONES DE LOS VEHICULOS.- Los vehículos varían bastante tanto en formas como en características, los hay grandes, medianos, pequeños, potentes, etc. al inicio de la aparición - de los automóviles se tuvo la tendencia de hacerlos lo más - grandes posibles, en la actualidad ya se está dejando atrás- esta idea y por el contrario, se están construyendo automóviles pequeños con la misma potencia o aún mayor que la que tenían los autos grandes. Con el propósito de estandarizar los vehículos, se toma el vehículo de proyecto que es un vehícu- lo de motor de un determinado tipo y se toman su peso, dimensiones, y características de operación para proyectar las calles, carreteras, señalamientos, etc. Así, por ejemplo, los - radios de giro y las dimensiones de un vehículo nos sirven - para establecer los radios y anchura de las intersecciones.

Como dimensiones del vehículo de proyecto, podemos tomar los siguientes rangos.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE AUTOMOVILES, CAMIONES
Y AUTOBUSES

	AUTOMOVILES		CAMIONES SENC.		CAMIONES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Ancho (m)	1.14	2.06	1.68	2.44	-	2.44
Largo total (m)	2.56	6.0	3.75	11.00	7.15	12.25
Altura (m)	1.25	1.75	1.75	3.81	2.44	2.90
Distancia entre ejes (m)	1.50	3.73	2.03	6.48	3.71	6.86
Peso del vehículo vacío (kg)	1300	2190	1580	68000	4370	9840
Capacidad (personas)	2	8	635	-	21	52

CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

C A R A C T E R I S T I C A S		VEHICULO PROYECTO					
		DE-355	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678	
Distancia entre ejes extremos del vehículo	D E	535	450	610	1220	1525	
Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	-	-	--	397	915	
Distancia entre ejes del semi-remolque	DES	-	-	-	762	610	
Vuelo delantero	V d	92	100	122	122	92	
Vuelo trasero	V t	153	180	183	183	61	
Distancia entre ejes Tandem tractor	T t	-	-	-	-	122	
Distancia entre ejes Tandem semi-remolque	T s	-	-	-	122	122	
Distancia entre ejes interiores tractor	D t	-	-	-	397	488	
Dist. entre ejes int. tractor y semi-remolque	D s	-	-	-	701	793	
Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259	
Entrevía del vehículo	E V	183	244	259	259	259	
Altura total del vehículo	H t	167	214-412	214-412	214-412	214-412	
Altura de los ojos del conductor	H c	114	114	114	114	114	
Altura de los faros delanteros	H f	61	61	61	61	61	
Altura de los faros traseros	H e	61	61	61	61	61	
ANGULO DE DESVIACION DEL HAZ DE LOS FAROS	oc	1°	1°	1°	1°	1°	
RADIO DE GIRO MINIMO (cm)	R g	732	1040	1281	1220*	1372*	
Peso total	Vehículo vacío	W v	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo carg.	W c	5000	10000	17000	25000	30000
Relación peso/potenc. (kg/HP)	Wc/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL PROYECTO		Ap Y Ac	C2	B-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 OTROS	
Porcentaje de vehículos del tipo indicado cuya distancia entre ejes (DE) es menor que la del vehículo de proyecto	Ap Y Ac	99	100	100	100	100	
	C2	50	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-S1	0	0	1	80	99	
	T2-S2	0	0	1	93	78	
	T3-S2	0	0	1	18	90	

C A R A C T E R I S T I C A S	VEHICULO PROYECTO					
	DE-355	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
Ap Y AC	98	100	100	100	100	
C2	62	98	100	100	100	
Porcentaje de Vehículos	C3	20	82	100	100	100
del tipo indicado cuya re-	T2-S1	6	85	100	100	100
lación peso/potencia es	T2-S2	6	42	98	98	98
mejor que la del vehículo	T3-S2	2	35	80	80	80
de proyecto.						

DIMENSIONES PRINCIPALES DE CAMIONES *

I LONGITUD

a) CAMIONES UNITARIOS

MENOS DE 6.10 m	6.10 A 7.94 m.	7.95 A 9.10 m	9.11 A 9.19 m.	9.20 A 10.64 m	10.65 ó más	TOTAL
46.0%	49.3%	3.7%	0.3%	0.6%	0.1%	100%

b) COMBINACION DE TRACTOR Y SEMIRREMOLQUE

MENOS DE 7.95 m.	7.95 a 9.74 m.	9.75 a 10.94 m.	10.95 a 12.79 m.	12.80 a 13.04 m.	14.05 a 14.19 m.	15.20 ó más	TOTAL
1.4%	31.30%	47.2%	16.3%	2.3%	0.7%	0.8%	100%

c) COMBINACION DE CAMION Y REMOLQUE

MENOS DE 9.45 m.	9.45 a 10.99 m	10.00 a 12.19 m.	12.20 a 13.69 m.	13.70 a 15.24 m.	15.25 a 16.74 m.	16.75 a 18.29 m.	18.30 ó mas	TOTAL
4.5%	6.2%	14.6%	19.3%	12.7%	26.3%	11.9%	4.5%	100%

II ANCHO

MENOS DE 2.13 m.	2.03 a 2.43 m.	2.44 a 2.46 m	2.47 ó más	TOTAL
34%	44%	11.0%	10.1%	100%

III ALTURA

MENOS DE 3.82 m.	3.82 a 3.95 m.	3.96 a 4.11 m.	4.12 ó más	TOTAL
99.3%	0.4%	0.2%	0.1%	100%

* INGENIERIA DE TRANSITO - RAFAEL CAL Y MAYOR

El límite máximo de anchura en los vehículos es de 2.60 m. que es la dimensión que establece la Secretaría de Patrimonio y fomento industrial.

En automóviles la anchura varía de 1.77 a 2.05 m. en camiones se tienen los siguientes porcentajes.

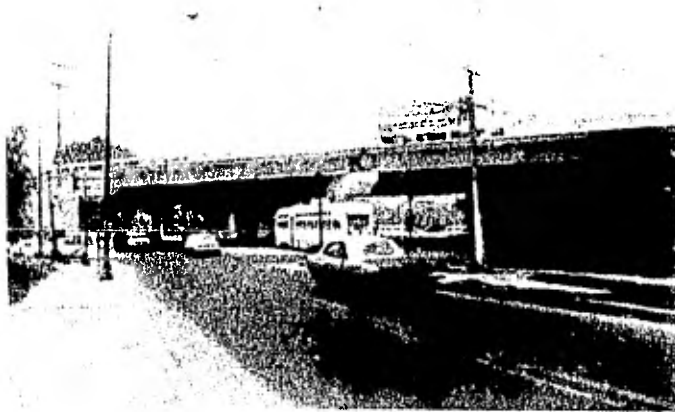
Menor de 2.13 m.	- - - - -	34%	} estos porcentajes pueden variar
2.13 - 2.43 m.	- - - - -	44.9%	
2.44 - 2.46 m.	- - - - -	11.0%	
2.47 - mayor	- - - - -	10.1%	

De acuerdo a las dimensiones de los vehículos se proyectan los caminos para éstos, teniendo por ejemplo que las dimensiones de carriles van de 3.0 - 3.60 m., en México por ejemplo se tienen en la mayoría carriles de 3.50 m., otro caso es la ALTURA LIBRE EN PUENTES y tenemos

Menor de 3.82	- - - - -	99.3%
3.82 - 3.95	- - - - -	0.4%
3.96 - 4.11	- - - - -	0.2%
4.12 - mayor	- - - - -	0.1%

En México lo menor que se exige son 4.50 m. libres ó 5.50 m. libres en el caso que pasen trolebuses (esto es en puentes dentro de la ciudad).

Hay que tener en cuenta que al repavimentar una calle, esto ocasiona que la altura libre se reduzca, hay que tener esto muy presente al proyectar un camino y considerar una cierta altura libre.



ALTURA LIBRE EN PUENTES .- En México lo menor que se exige son 4.50m. ó 5.50 m. libres en el caso que pasen trolebuses o tranvías

Fig. 11

RADIO DE GIRO.- Es uno de los elementos que se consideran en las curvas circulares y para calcularlo nos podemos auxiliar de la siguiente fórmula:

El radio de giro depende de la distancia entre ejes de los vehículos.

$$R = \frac{0.00785 V^2}{B + u}$$

donde

R= Radio de la curva (m)
V= Velocidades en la curva (Km/hr)
S= Sobreelevación
U= Coeficiente de fricción lateral

Cuando los vehículos se encuentran dando vuelta sobre una curva, éstos tienden a derraparse hacia afuera de la curva, para efecto de proyecto se considera de 3° el ángulo de deslizamiento. A este deslizamiento se debe que el ancho del pavimento en curvas sea mayor. A continuación se presentan tablas de: valores del radio de giro adoptados para vueltas a 90° grados y velocidades en intersecciones menores a 15 kilómetros/hr., y de valor del coeficiente de fricción lateral (u) para intersecciones.

TABLA I

RADIOS DE GIRO MINIMOS PARA VUELTAS A 90° SEGUN TIPO DE VEHICULO.

VEHICULO DE PROYECTO	DE-335	DE-6.10	DE-1220	DE-1525
Radio de giro mínimo	7.31	12.8	12.19	13.71
Radio mínimo de borde del pavimento	9.14	15.24	*	*
Desplazamiento de la huella	0.82	1.55		

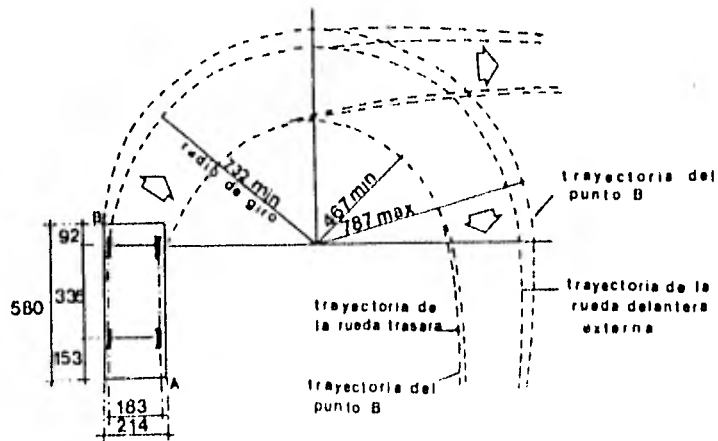
* Para combinaciones de semiremolque no es práctico usar curvas simples, sino que para mayor adaptación de la trayectoria del vehículo es recomendable usar curvas compuestas.

FUENTE: UNA FISONOMIA DE LA I.T. (LAZO MARGAIN-SANCHEZ ANGELES)

TABLA 2

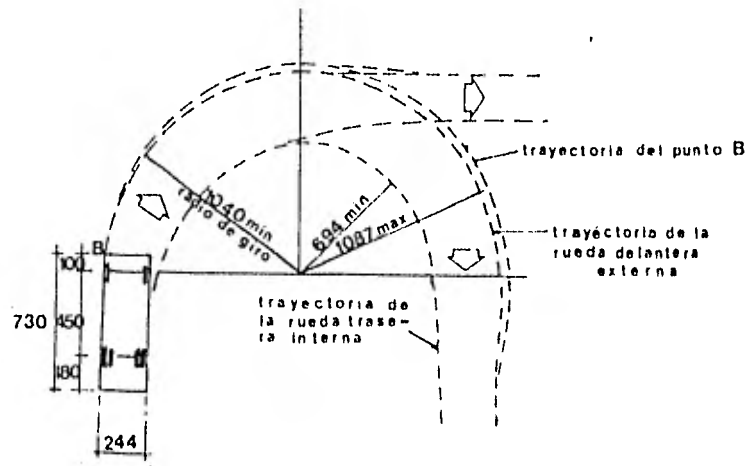
COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL

Velocidad Proyecto (Km/h.)	Velocidad Operación (Km/h)	Coefficiente Fricción
48	45	0.36
64	58	0.33
80	70	0.31
96	83	0.30
105	88	0.30
112	93	0.29
120	98	0.28
130	103	0.27



VEHICULO DE PROYECTO
DE -335

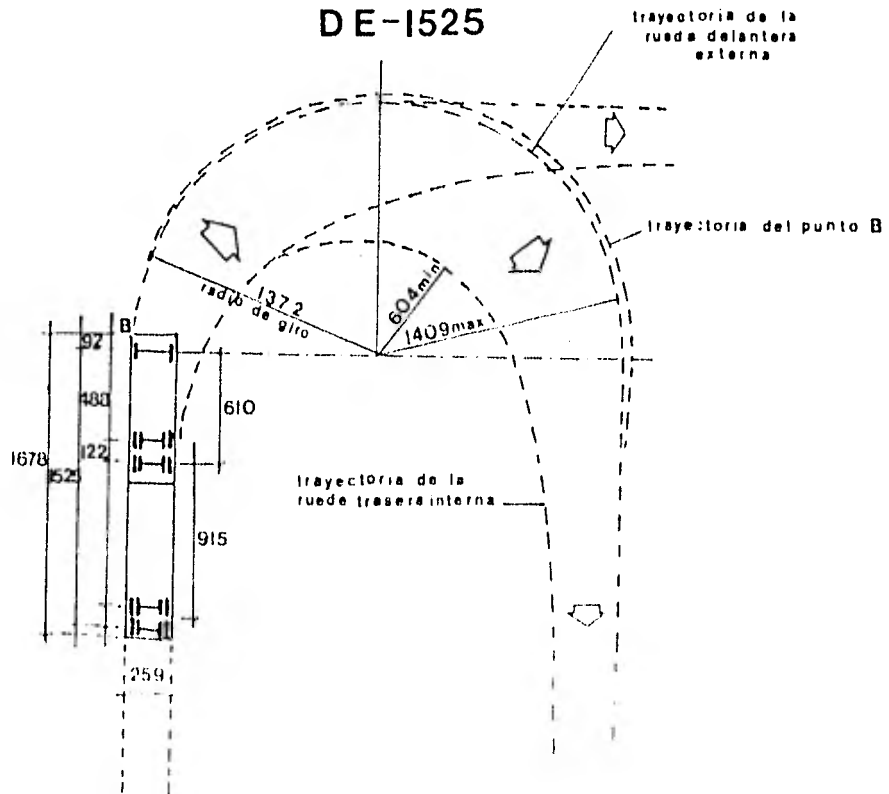
Fig. 12 .- a)



VEHICULO DE PROY. DE-430

Fig. 12.- b)

VEHICULO DE PROYECTO DE-1525



VEHICULO DE PROYECTO DE - 610

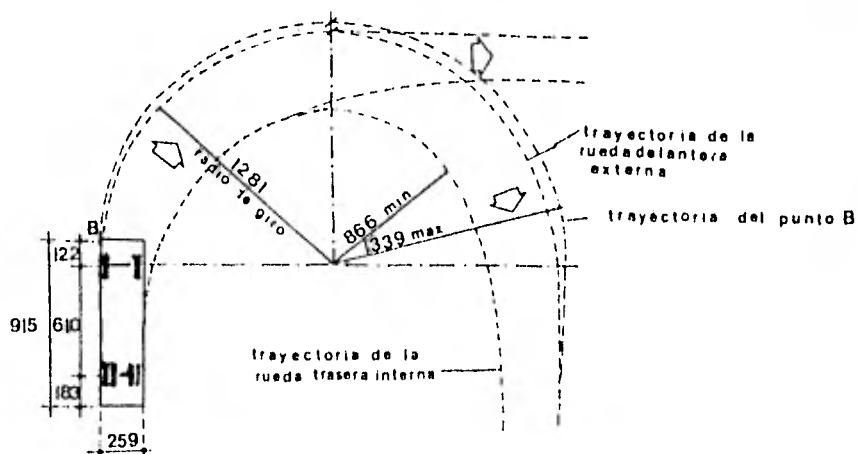
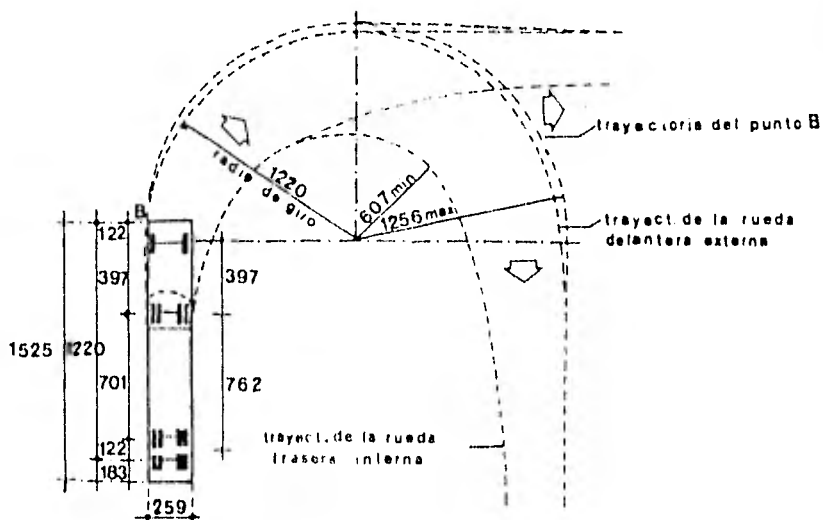


Fig. 12 .- d)



VEHICULO DE PROYECTO DE - 1220

Fig. 12 - e)

SOBREELEVACION.- Cuando un vehículo viaja sobre una curva horizontal éste experimenta una fuerza que lo aleja del centro de la curva, esa fuerza llamada **FUERZA CENTRIFUGA** debe ser contrarrestada ya que de no ser así el vehículo deslizaría o volcaría. Para contrarrestar esa fuerza se le da una sobreelevación adecuada a la curva con una magnitud necesaria para que la componente del peso del vehículo paralela a la superficie del camino y la componente de la fuerza centrífuga paralela a la superficie del camino sean iguales.

Para calcular la sobreelevación de las curvas horizontales, tenemos la siguiente expresión:

$$S = \frac{0.0079 V^2}{R} - \mu$$

donde

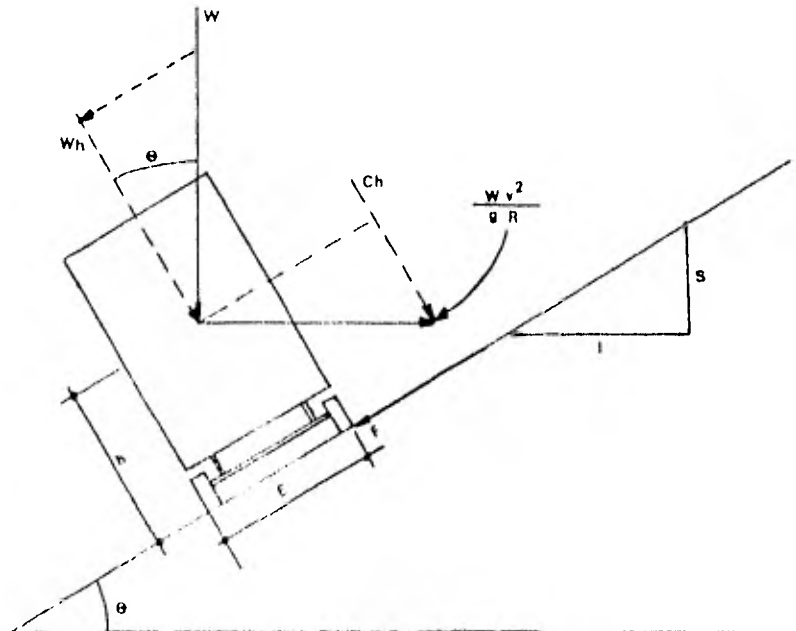
S= Sobreelevación de la curva (m) de sobreelevación
(m) de anchura del camino
V= Velocidad máxima de deslizamiento (Km/hr)
R= Radio de giro de la curva (m.)
 μ = Coeficiente de fricción lateral

Dentro de la seguridad se darán valores de 0.16 para velocidades de 50 a 75 y 0.14 para velocidades de 0.14 km/h para los coeficientes de fricción lateral.

Para condiciones climatológicas que se tengan que considerar en proyecto y que son heladas o nevadas, la AASHO recomienda un valor máximo de 0.12 y que se reducirá a 0.08 en caso de hielo.

MAXIMOS VALORES DE FRICCIÓN LATERAL DE SEGURIDAD
(para $s = 0.12$)

Velocidad de Proyecto (Km/h)	50	65	80	95	110	130
u	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
R (m)	70.08	122.8	193.2	283.4	395.8	576.8



FUERZA SOBRE UN VEHICULO VIAJANDO EN CURVA

Fig. 13

SIMBOLOGIA DE LA FIG. 10

- W = Peso del vehículo (Kg)
- O = Angulo de la pendiente del camino
- V = Velocidad (m/seg.)
- S = Sobreelevación
- μ = Fricción lateral
- g = Aceleración de la gravedad
- R = Radio de curva (m)

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

COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES.

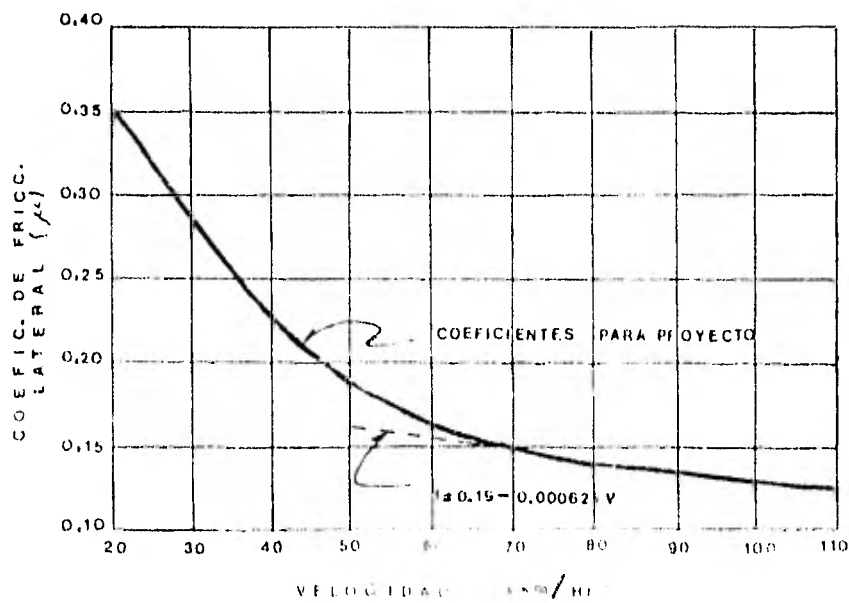


Fig. 14

COSTO DE OPERACION.- Para determinar el costo de operación de un vehículo, se deben considerar: la depreciación del mismo, el costo de conservación y reparación, gasolina y aceite, llantas, impuestos. Estos factores están en función del precio del vehículo, su duración, los kilómetros que recorre al año, etc.

El costo de operación se da en base a un período de tiempo (por lo general 1 año) ó en base al kilometraje.

Para poder obtener el costo de operación nos podemos basar en las siguientes relaciones:

GASTOS FIJOS

AMORTIZACION

$$A = \frac{\text{Costo de compra X valor de venta}}{\text{Años de vida útil X Km. por año.}}$$

INTERES DE CAPITAL

$$I = \frac{\text{Costo de compra X } 8\% \text{ X No. de años de vida útil}}{\text{Kilometrajes recorridos en la vida útil}}$$

IMPUESTOS

$$IMP. = \frac{\text{Placas + Tenencias + Impuesto Mercantil}}{\text{Km. por año}}$$

SEGUROS

$$S = \frac{\text{Gasto anual por cuestión de seguro}}{\text{Km. por año}}$$

GASTOS VARIABLES

COMBUSTIBLE (gasolina o Diesel)

$$C = \frac{\text{Costo por litro}}{\text{Rendimiento (Km/l)}}$$

LUBRICANTES

$$A_C = \frac{\text{Costo cambio de aceite + filtro, etc.}}{\text{Km. recorridos cada cambio}}$$

LLANTAS

$$LR = \frac{\text{Km. vida útil de un juego + Kms. por 2 renovadas}}{\text{Costo de las llantas + las 2 renovadas.}}$$

MANTENIMIENTO

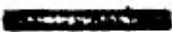

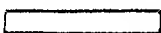
$$Ma = \frac{\text{Costo por mantenimiento}}{\text{Km. recorridos en un año}}$$

PENSION (en algunos casos)

$$P = \frac{\text{Gasto total al año}}{\text{Kms. recorridos al año.}}$$

III.- EL CAMINO.- Al decir camino nos estaremos refiriendo tanto a una calle como a una carretera y es en definición una superficie por donde puedan circular los vehículos.

Los caminos tienen varias divisiones, según sea el caso, y tenemos por ejemplo la clasificación según el tipo del camino llamada también clasificación de transitabilidad y es como sigue:

TIPO	CARACTERISTICAS	SIMBOLOGIA
Pavimentado	Tratamiento superficial o concreto	
Revestido	Para transitar todo tiempo	
Terracerías	Para transitar en tiempo de secas	

Otra clasificación que se tiene es la administrativa y se refiere a la dependencia de gobierno que se encargue de la construcción del camino, así como de la conservación y operación del mismo.

Esta clasificación es la siguiente:

- Camino Federal
- Camino Estatal
- Camino Vecinal
- Camino de cuota

y son los caminos federales los que están a cargo de la fe-



EL CAMINO.- Al decir camino nos estamos refiriendo tanto a una calle como a una carretera y es en definición una superficie donde pueden circular vehículos

Fig. 15

deración, los estatales los atienden y construyen la Junta Local de Caminos. Cuando son los beneficiarios los que se juntan y con su cooperación se construye un camino y se le da mantenimiento, recibe el nombre de vecinal. Por último los caminos de cuota como, su nombre lo indica, son aquellos en los que se paga por usarlos, siendo recuperada de esta forma la inversión, y están a cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

Según la capacidad del camino se clasifica en caminos de:

Cuatro o más carriles

Tres carriles

Dos carriles

y Brecha

Por último tenemos la clasificación técnica oficial, la cual está afectada por las especificaciones geométricas y volúmenes de tránsito y es la siguiente:

TIPO ESPECIAL Que es en el que circula un tránsito máximo superior a 460 vehículos y un tránsito promedio diario mayor de 3,000 vehículos

TIPO "A" T.P.D. 1500-3000 vehículos

Tipo "B"	T.P.D.	180 - 360	vehículos
	T.H.	60 - 180	vehículos
Tipo "C"	T.P.D.	50 - 500	vehículos
	T.H.	6 - 60	vehículos

Estas son pues las clasificaciones más importantes de los caminos, para dar una idea del desarrollo de caminos durante la 2a. mitad de la década de los setentas, veamos la siguiente tabla:

LONGITUD, CAPA DE RODAMIENTO Y CLASE
DE CARRETERAS DE 1975 A 1979.

CONCEPTO	1975	1976	1977	1978	1979
Carreteras Principales					
Longitud	41,443	43,660	42,823	42,494	42,881
Terracerías	1,021	1,158	623	632	652
Revestidas	2,413	2,675	1,788	1,788	1,459
Pavimentadas	38,009	39,287	40,024	40,074	40,720
Carreteras Secundarias					
Longitud	38,561	39,246	45,675	47,828	48,619
Terracerías	4,426	4,969	5,496	6,798	8,753
Revestidas	15,437	16,743	19,058	17,752	20,102
Pavimentadas	18,698	17,534	22,121	23,278	19,764
Caminos Locales					
Longitud	106,214	110,384	118,492	107,618	120,537
Terracerías	42,405	42,744	55,973	40,043	52,561
Revestidas	59,873	65,140	60,538	65,469	66,236
Pavimentadas	3,936	3,500	1,981	2,106	1,740

CLASIFICACION DE LOS CAMINOS

CLASIFICACION EN MEXICO *

TIPO	A	"B"	"C"	"D"	"E"
Tránsito diario máximo anual	más de 3,000	1500-3000	500-1500	100-500	hasta 100
Tránsito horario máximo	más de 360	180-360	60-180	10-60	10

CLASIFICACION EN ESTADOS UNIDOS *

TIPO	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	"G"
Vehículos por día	4000 ó más	150-4000	300-750	300 máx.	100 máx.	100 máx.	50 máx.

* ING. DE TRANSITO: RAFAEL CAL Y MAYOR

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS CAMINOS

TABLA 1

Características geométricas	Unidades	Terreno plano y lomerío	Lomerío fuerte	Montañoso poco escarpado	Montañoso muy escarpado
Velocidad de operación	km/h	100	80	70	60
Velocidad de proyecto	km/h	70	60	50	40
Ancho de corona	m.	9.00	9.00	8.50	8.00
Ancho carpeta	m.	6.10	6.10	6.10	6.10
Grado máximo de curvatura	grados	8	11	16°30'	26
Pendiente gobernadora	%	2.5	3.5	4.0	4.5
Pendiente máxima	%	4.0	5.0	5.5	6.0

TABLA 2

Velocidad de operación	km/h	80	70	60	50
Velocidad de proyecto	km/h	60	50	40	35
Ancho de corona	m.	8.00	8.00	7.50	7.00
Ancho carpeta	m.	6.10	6.10	6.10	5.50
Grado máximo de curvatura	grados	11	16°30'	26	35
Pendiente gobernadora	%	2.5	3.5	4.5	5.0
Pendiente máxima	%	4.5	5.5	6.0	6.5

TABLA 3

Velocidad de operación	km/h	70	60	40	35
Velocidad de proyecto	km/h	50	40	30	25
Ancho de corona	m.	7.00	7.00	6.50	6.00
Ancho carpeta	m.	5.50	5.50	5.50	5.50
Grado máximo de curvatura	grados	16°30'	26	41	57
Pendiente gobernadora	%	3.00	4.00	4.5	5.0
Pendiente máxima	%	5.0	6.0	6.5	7.0

* Especificaciones Generales para Proyecto Geométrico.

ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO.-

La sección transversal del camino la componen la superficie de rodamiento que es por donde circulan los vehículos y ésta deberá ser de mejores condiciones en los caminos donde circulan altos volúmenes de tránsito, pendiente transversal que se le da a la superficie de rodamiento y que va del centro de la superficie de rodamiento hacia los lados de ésta, como elementos adyacentes al camino tenemos: los acotamientos que se localizan a los lados de la superficie de rodamiento y su función es alojar vehículos que se estacionan por emergencia. Los acotamientos y la superficie de rodamiento juntos reciben el nombre de corona. La cuneta que es el drenaje longitudinal, en algunas ocasiones se requiere de contra cunetas, esto es cunetas localizadas en la punta superior de un talud de corte con el fin de evitar derrumbes o contrarrestar el volumen de agua que llega al camino, como drenaje transversal tenemos estructuras, como puentes o en casos más simples las alcantarillas; en caminos urbanos forma parte del camino las banquetas que son superficies para uso de peatones, como parte integrante de éstas tenemos las guarniciones, aunque algunas veces van solas, por lo general en caminos rurales y tienen varias funciones como guiar el agua de lluvia a lo largo del camino hacia algún desagüe, etc.. A continuación se presenta una ilustración de los elementos mencionados.

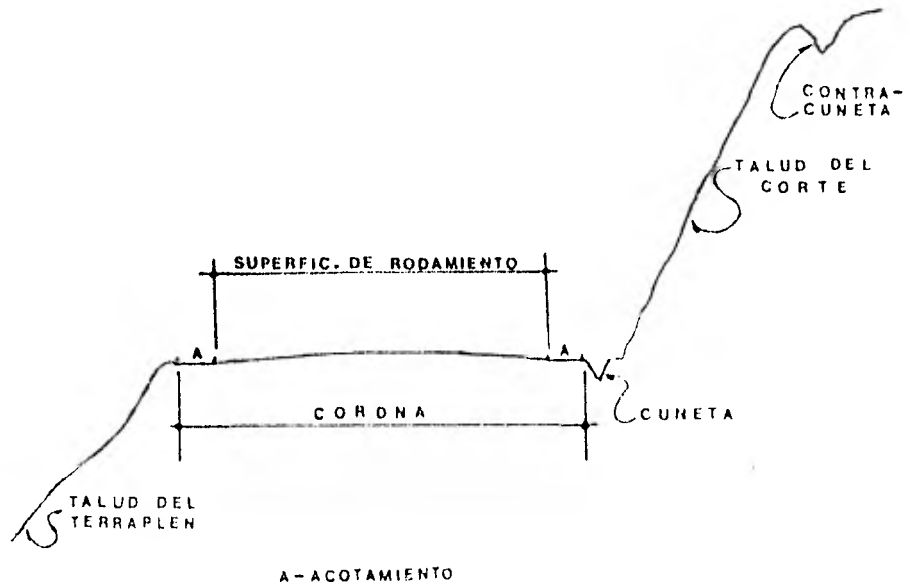


Fig. 16

SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO

Todos estos elementos en conjunto constituyen lo que se llama derecho de vía.

ANCHURAS DE DERECHO DE VIA *

TIPO DE CAMINO	DERECHO DE VIA (m)
2 CARRILES	20-30 (El valor mínimo es para caminos de segundo orden)
3 CARRILES	30-42
4 CARRILES	27-100 (El valor mínimo es para construcciones restringidas)

ANCHURA MAXIMA PARA CAMINOS DE 2 CARRILES EN METROS *
(Vehículos por hora proyecto)

KM/H VELOCIDAD DE PROYECTO	10 a 50		50 a 100		100 a 200		200 a 400		más de 400	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
48	5.40	6.00	5.40	6.00	6.00	6.60	6.00	6.60	6.60	7.20
64	5.40	6.00	5.40	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60	6.60	7.20
80	5.40	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	7.20	7.20	7.20
96	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60	7.20	7.20	7.20
112	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20

A= Tránsito exclusivo de automóviles, el porcentaje de vehículos pesados no influye en el movimiento general.

B= Caminos principales considerando vehículos comerciales.

ALINEAMIENTO DEL CAMINO.- Está formado por tramos rectos (en tangente) conectados por curvas por lo general circulares. - Hay dos tipos de alineamiento, el horizontal que se ajusta a las características anteriores y el vertical que está formado por líneas rectas con pendiente positiva (ascendente) o negativa (descendente) siguiendo el cadenamiento del camino y curvas verticales parabólicas, este alineamiento representa el perfil del camino.

En el alineamiento horizontal deben existir entre los tramos en tangente en curva, transiciones o espirales de transición con el fin de evitar cambios bruscos y evitar así los accidentes.

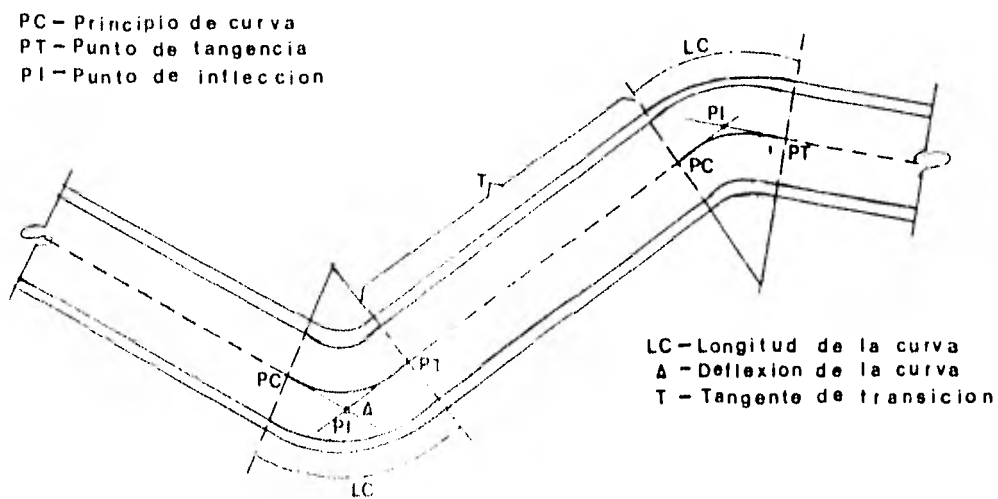


Fig. 17

CURVAS CIRCULARES.- Sus elementos que determinan la magnitud de éstas son el radio y el grado de curvatura definiéndose este último como el ángulo central subtendido por un arco de 10.0 m. El radio de curvatura es el inverso proporcional del grado de curvatura y están relacionados por la siguiente expresión:

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c}$$

En la práctica es importante que al unir 2 curvas consecutivas se haga por medio de tangentes con una longitud tal que permita pasar del bombeo normal a la sobreelevación requerida por la curva.

Además la sección transversal de las curvas son diferentes a las de las tangentes, ya que debido a que los vehículos se comen el sobre ancho en la curva se amplía en la parte interior de ésta, lo cual explicaré más adelante con mayor detalle.

CURVAS ESPIRALES DE TRANSICION.- Con estas curvas cumpliremos con el propósito de pasar gradualmente del bombeo natural del camino a la sobreelevación exigida al mismo tiempo que se cambia de un radio de tangente (infinito) gradualmente a uno de curva circular.

Para longitudes mínimas de curvas de transición se presenta la siguiente tabla, para una velocidad determinada.

VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)	LONGITUD MINIMA (m)
30	24
40	32
50	40
60	48
70	56
80	64
90	72
100	80
110	88

Por último cabe señalar que las curvas de transición son usadas para separar curvas inversas y compuestas en donde el grado de curvatura difiere en más de 5 grados.

LONGITUD DE TRANSICION DE LA SOBREELEVACION.- Al cambiar de una sección sobreelevada de la curva del camino, se requiere de una longitud que permita que ese cambio sea gradual y uniforme, dicha longitud es lo que llamamos longitud de transición de la sobreelevación.

En casos en que la escasa longitud de tangente o transición se podrá introducir dentro de la curva hasta en un 50% pero siempre y cuando la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobreelevación adecuada.

Como ya se mencionó anteriormente, el ancho de pavimento será diferente en una curva que en una tangente y esto debido a la trayectoria circular con un radio menor que seguirían las llantas traseras con respecto a las delanteras (esto se podrá apreciar mejor en la figura que más adelante se presenta)

Las ampliaciones que se hacen a las curvas varían entre 0.60 y 2.00 metros, los valores que recomienda el manual de proyecto geométrico de la SAHOP se calculan en la fig.-

Ancho de calzada (a) (m)	c (m)
5.5	0.45
6.1	0.60
6.7	0.75
7.3	0.90

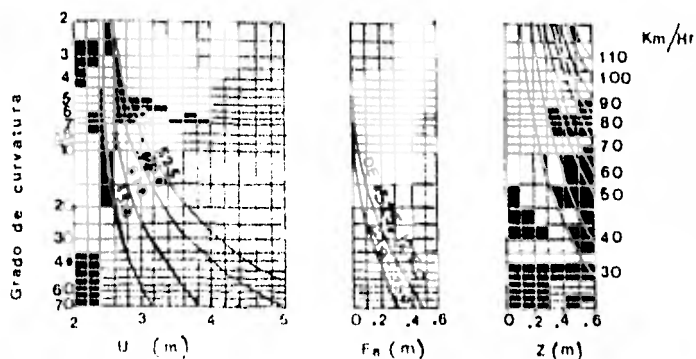
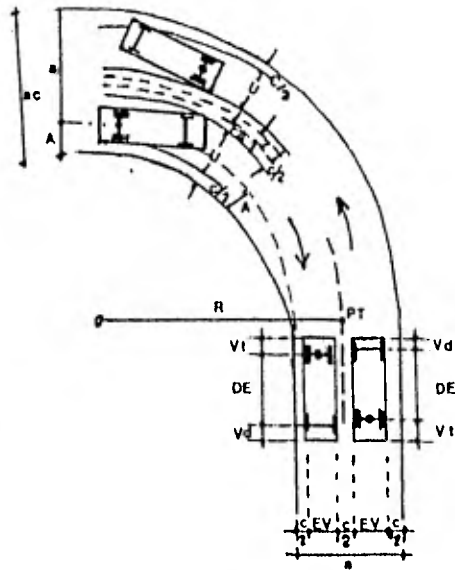


Fig. 18

Fig. 18



SIMBOLOS:

EXPRESIONES DE CALCULO

a:	Ancho de calzada en tangente	$A = ac - a$
ac=	Ancho de calzada en curva	$ac = 2V + 2C + FA + Z$
A=	Ampliación en curva	$U = EV + R - \sqrt{R^2 - DE^2}$
Vt=	Vuelo trasero	$FA = R^2 + Vd (2 DE + Vd) - R$
Vd=	Vuelo delantero	$Z = 0.1 V/R$
DE=	Distancia entre ejes	
EV=	Entrevía	
C=	Distancia libre entre vehículos	
U=	Distancia entre huellas externas	
FA=	Proyección del vuelo delantero	
Z=	Sobreechancho por dificultad de maniobra	

Nota: Todas las medidas en metros normales al alineamiento horizontal.

En cuanto al alineamiento vertical toca, tenemos elementos o factores que lo afectan tales como:

PENDIENTE MAXIMA.- Esta se proyecta de acuerdo a los tipos de vehículos que se piensa usarán el camino por los automóviles que pueden circular en caminos con pendiente de 6-8% esto ya no sería posible para vehículos pesados pues esto afectaría su velocidad. La siguiente tabla nos da valores aceptados de pendientes para diferentes velocidades de proyecto.

RELACION DE PENDIENTES MAXIMAS A VELOCIDADES DE PROYECTO PARA CAMINOS PRINCIPALES

VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)	PENDIENTE MAXIMA* (PORCIENTO)
4 8	6 - 9
6 5	5 - 8
8 0	4 - 7
9 5	3 - 6
1 1 0	3 - 5
1 3 0	3 - 4

* Los primeros valores son para terrenos planos, y los segundos valores para terrenos montañosos.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD.- Es la longitud, en un camino, la cual el conductor tiene toda la visibilidad del camino dando así seguridad; entre las distancias de visibilidad se encuentran aquellas que permitan al conductor tener una longitud adecuada para poder rebasar y aquella que permita al conductor percatarse de un objeto inesperado y poder frenar. De estas 2 características se tienen las siguientes distancias de visibilidad.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.- Encierra dos tipos de distancia cuando se trata de curvas horizontales o cuando se trata de curvas verticales, ambas toman en cuenta el tiempo de reacción y percepción y el tiempo de frenado.

$$m = \frac{D_p^2 G}{9170}$$

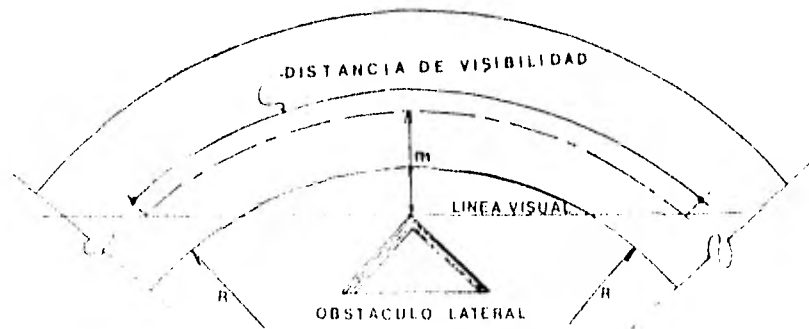


Fig. 19

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.- Por lo general esta distancia se considera sólo en caminos de 2 carriles y es aquella que permita al conductor rebasar sin ningún riesgo, esta distancia debe considerarse desde el momento en que el conductor reacciona e inicia la aceleración, hasta que éste regrese a su carril correspondiente, tomando en cuenta una distancia entre el vehículo que está rebasando y otro en sentido contrario.

En seguida se dan tablas gráficas y figuras para aclarar - - cualquier duda.

MANIOBRA DE REBASE

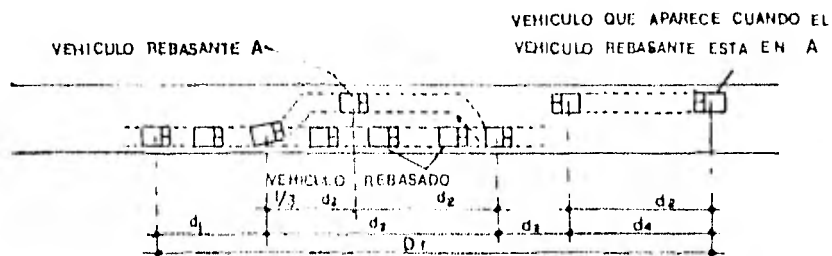


Fig. 20

INTERSECCIONES.- De acuerdo a experiencias de accidentes, el camino está fallando en 2 lugares que son curvas e intersecciones, que es el tema que estudiaremos a continuación.

Una intersección se divide en dos tipos: a nivel y a desnivel.

INTERSECCIONES A NIVEL.- Se dividen en tres grupos que son: - a) sencillos, b) canalizadas y c) controladas. Siendo el primer grupo, aquellas que no requieren mayor trabajo que redondear las esquinas y proporcionar una buena visibilidad, en el segundo grupo, ya se tienen volúmenes, horarios de proyecto de magnitud tal que provoca cierto tipo de estorbos entre unos vehículos y otros, al tratar de tomar un camino u otro; para evitar esto se canalizan las intersecciones por medio de isletas, con lo que se logra que el conductor no tenga que tomar varias decisiones a un solo tiempo, separando los conflictos. Por último las intersecciones controladas son aquellas en las que se tienen elementos como semáforos o agentes de tránsito que cuando los volúmenes son ya críticos se hace uso de ellos.

Entre las intersecciones más comunes podemos encontrar las de tipo "T", "Y", normales, normales esviajadas, ramas múltiples, abocinadas.

FALLAS EN UN CAMINO (INTERSECCIONES Y CURVAS)

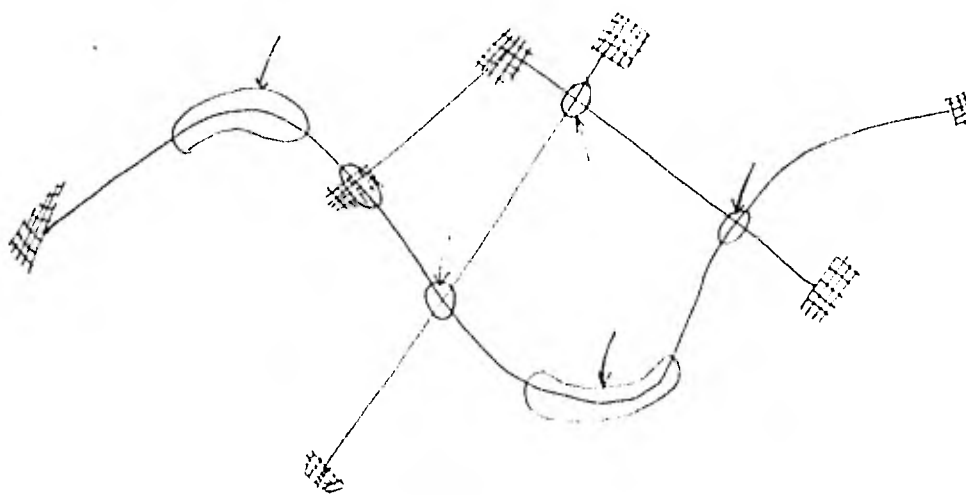


Fig. 21

Las intersecciones abocinadas son aquellas que contienen un carril de aceleración y desaceleración, y son usadas cuando la velocidad de operación es alta.

Cuando se tiene un carril especial de desaceleración, ya sea en camellón divisorio o al extremo del camino, este carril debe constar de un tramo de desaceleración y otro de almacén, más adelante veremos un ejemplo de como obtener dichas longitudes de tramos.

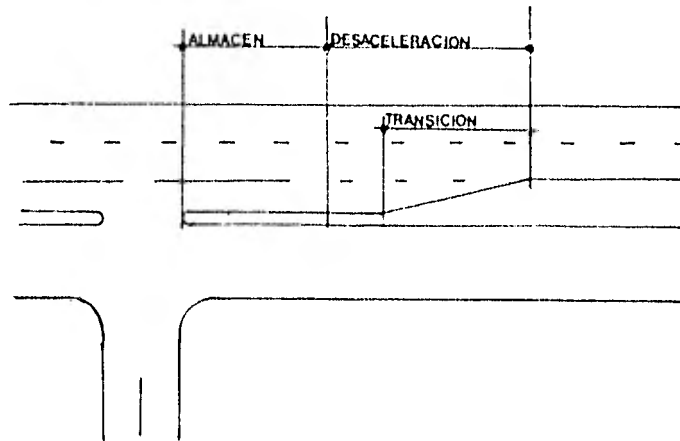
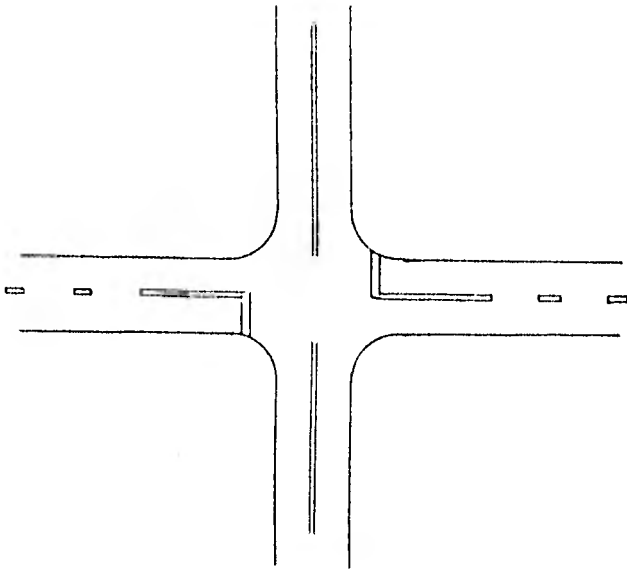


Fig. 22

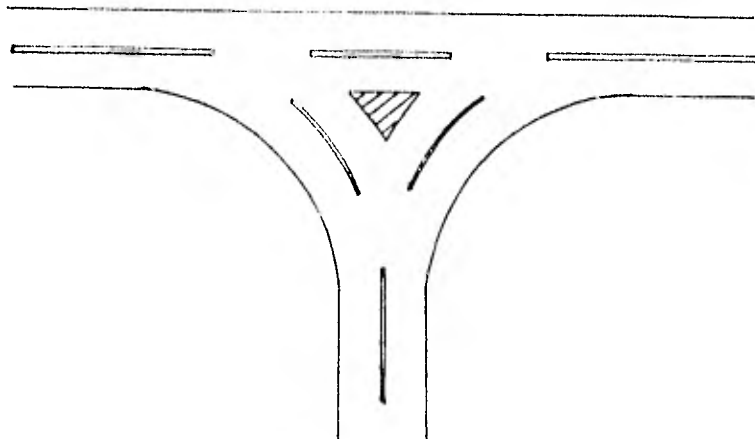
Considerando $u = 0.45$ frenos legales

$v = 50$ Km/hr.



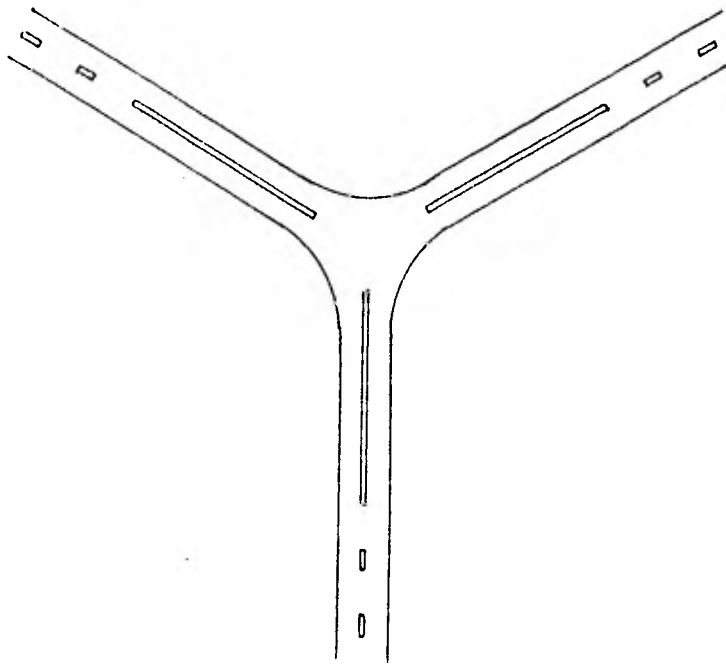
NORMAL

Fig. 23 .- a)



"T" CANALIZADA

Fig. 23.- b)



"Y" SENCILLA

Fig. 23 .- c)

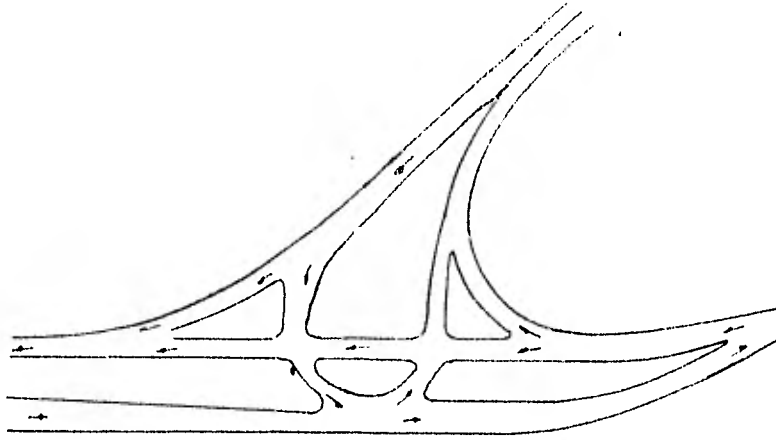


Fig. 23 .- d)

"Y" CANALIZADAS

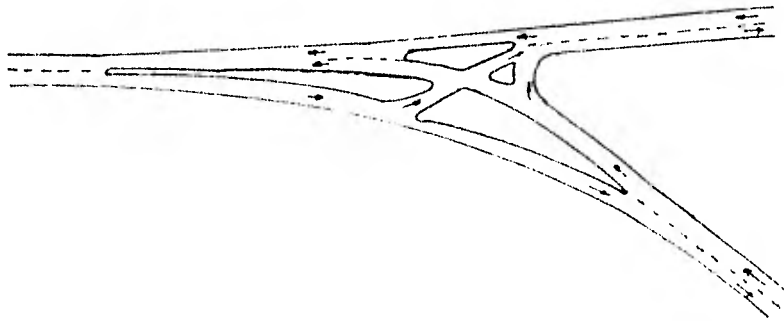
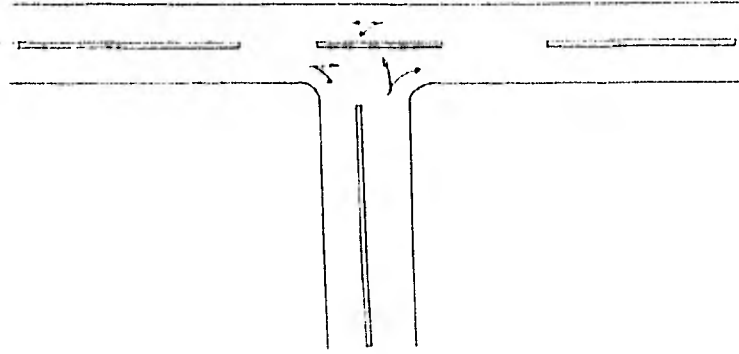
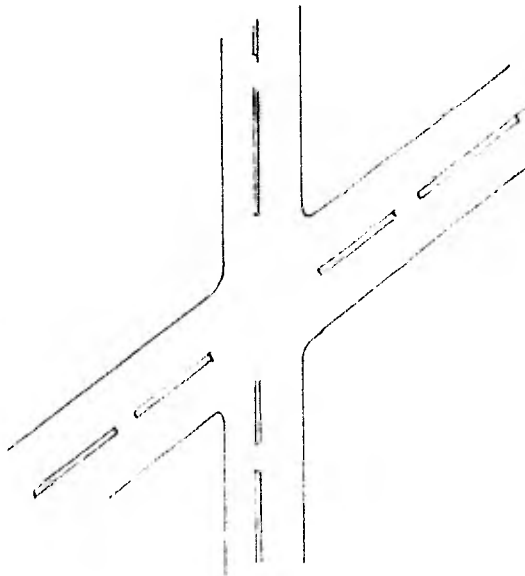


Fig. 23 .- c)



"T" SENCILLA

Fig. 23.- f)



CRUCE ESVIAJADO

Fig. 23.- g)

INTERSECCIONES A NIVEL.- No requieren mayor trabajo que, redondear las esquinas y proporcionar una buena visibilidad.



Fig. 24

Muchas veces se sacrifican estas distancias, debido a que las manzanas no dan oportunidad de que se consideren dichas distancias.

Cuando en un cruce de dos caminos de igual importancia y características geométricas llegan dos vehículos (uno por cada acceso) tendrá preferencia de paso aquel que se encuentre a la derecha del otro.

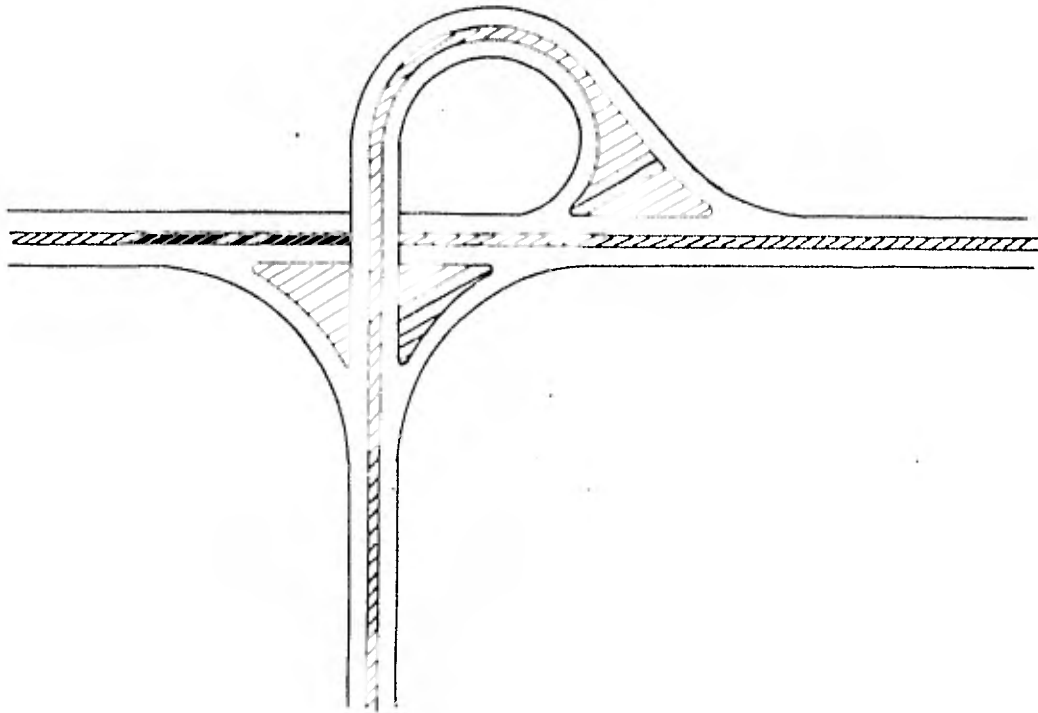
INTERSECCIONES A DESNIVEL.- En este caso también tenemos tres subdivisiones que son:

- a) Sencillas, son aquellas que no requieren rampas de conexión y se usa para caminos vecinales que atraviesan un camino importante, sin tener conexión uno con otro.
- b) De movimientos indirectos, o sea, si uno va en un sentido determinado y quiere ir hacia la izquierda, deberá dar vuelta a la derecha y por composición de la intersección será guiado hacia el lado que quería ir inicialmente.
- c) Movimientos directos, cuando los movimientos se hacen en el sentido en que se quiere uno dirigir.

Entre las intersecciones a desnivel tenemos la de tipo - "T" o trompeta, de trebol diamante.

La conexión entre dos caminos a desnivel se tiene por medio de rampas que son tramos de calzadas generalmente curvas.

Las intersecciones se basan en un principio universal que dice que dos cuerpos no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo. *



TROMPETA

Fig. 25 .-a)

ING. DE TRANSITO - RAFAEL CAL Y MAYOR.

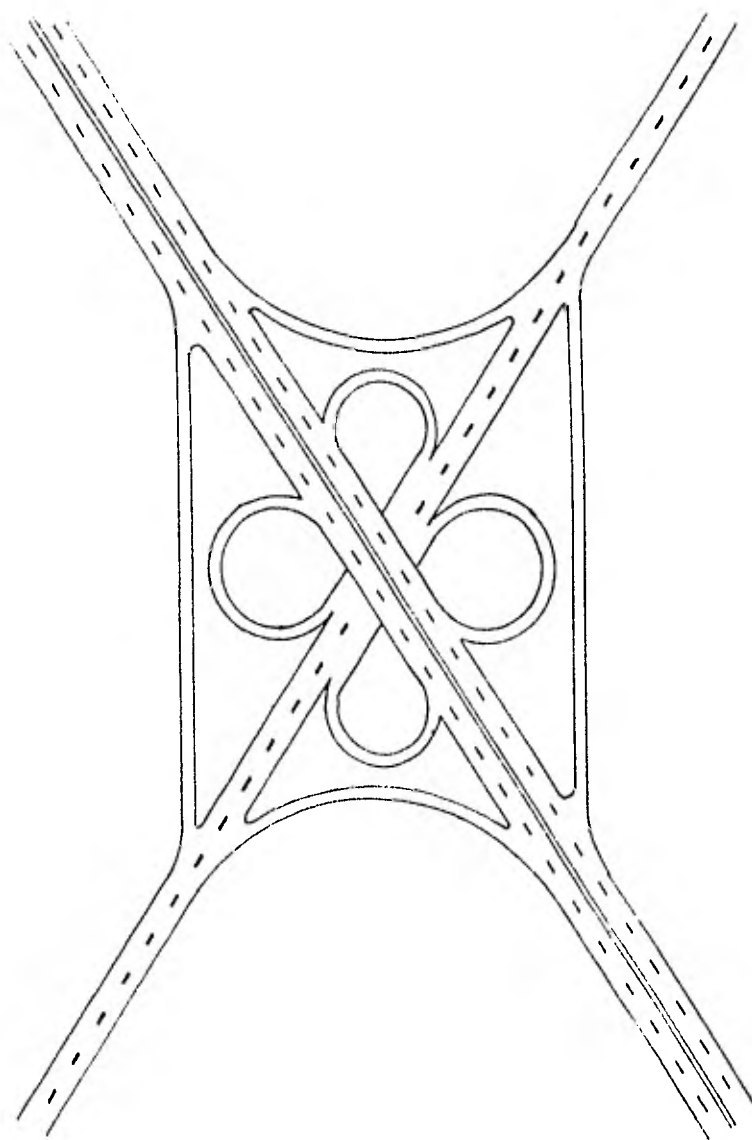
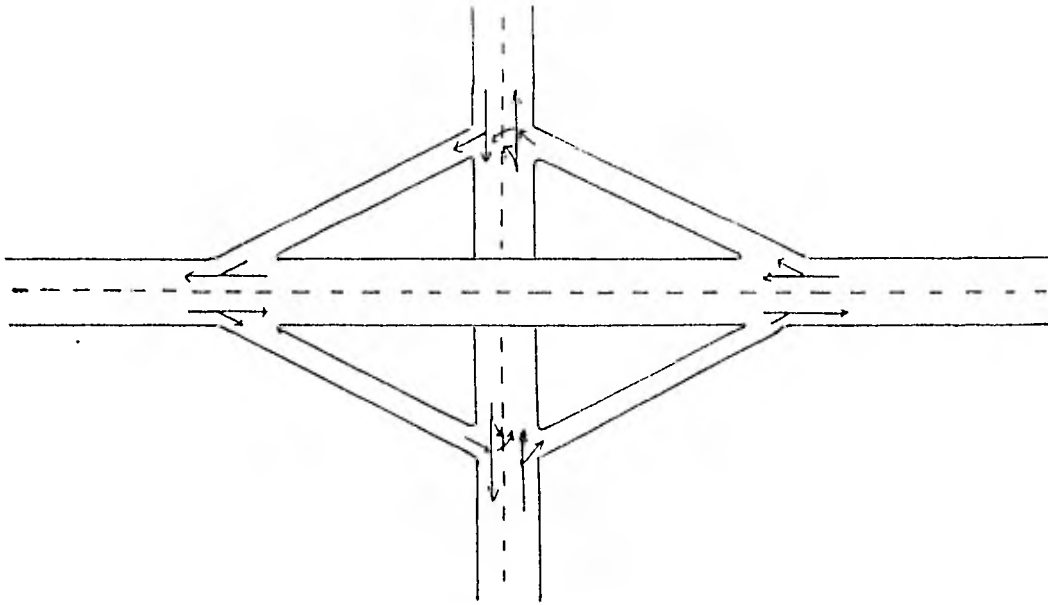


Fig. 25 .-b)

TREBOL ESVAJADO

- 71a -



DIAMANTE

Fig. 25 .- c)

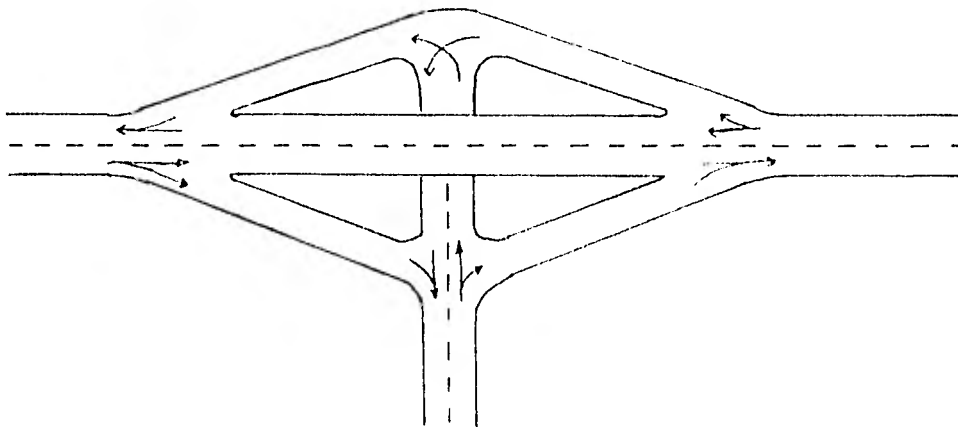


Fig. 25 .- d)

- 71b -

Solución de movim.
directo con 3 pisos

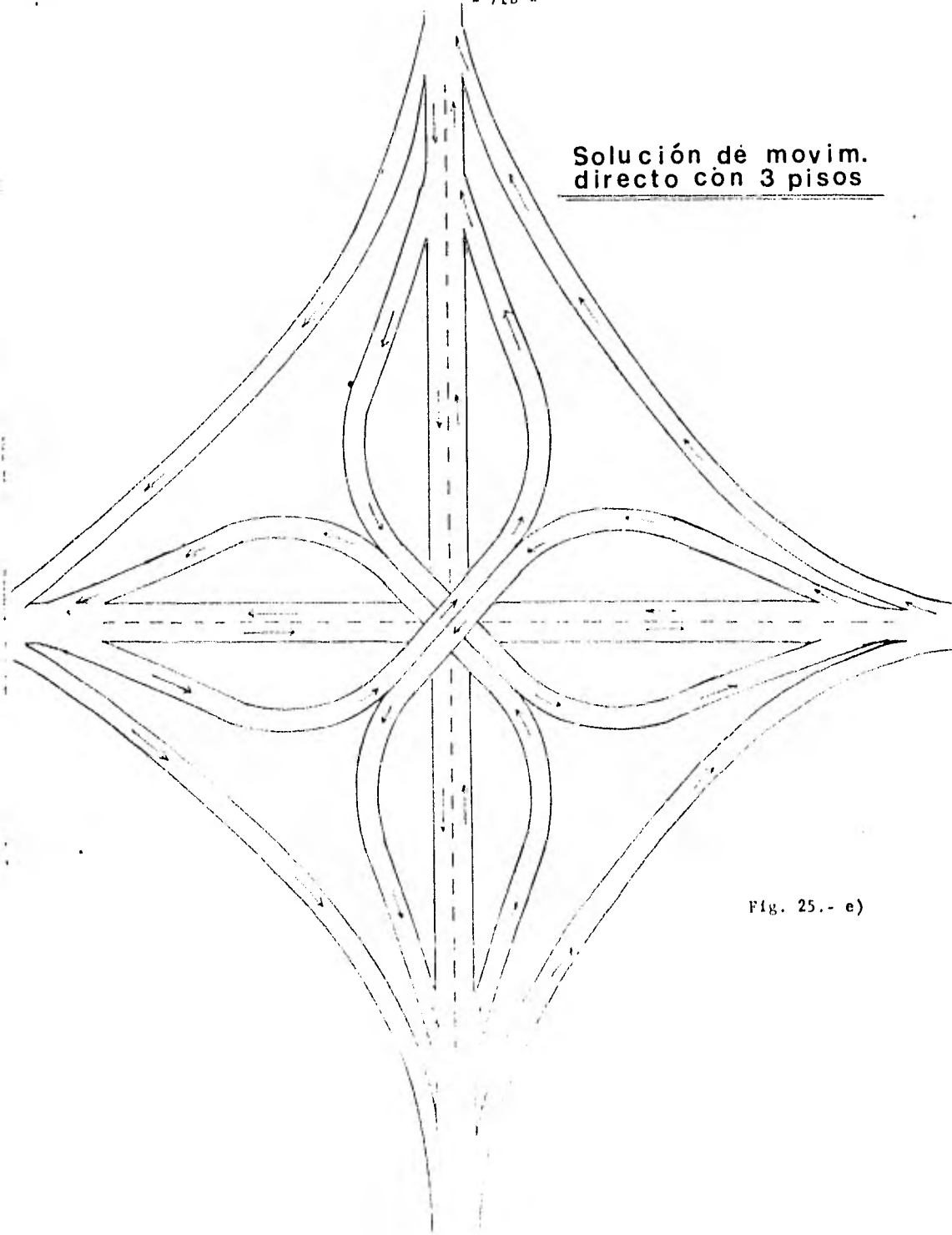


Fig. 25.- e)

INTERSECCIONES A DESNIVEL



DE MOVIMIENTOS INDIRECTOS

Fig. 25.- f)



DE MOVIMIENTOS DIRECTOS

Fig. 25.-g)

VALORES CALCULADOS Y DE PROYECTO PARA AMPLIACIONES DE PAVIMENTO
EN CURVAS EN CAMINOS ABIERTOS

PAVIMENTOS DE 2 CARRILES, UNO O DOS SENTIDOS DE CIRCULACION

AMPLIACIONES EN METROS PARA PAVIMENTOS DE 2 CARRILES EN CURVAS
PARA ANCHURAS DE PAVIMENTO EN TANGENTE DE:

GRADO DE C U R V A	7.30 metros						6.70 metros					6.10 metros			
	48	65	80	95	110	130	50	65	80	95	110	50	65	80	95
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.45	0.45	0.45	0.60
2	0.0	0.0	0.0	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.30	0.45	0.45	0.60	0.60	0.60	0.75
3	0.0	0.0	0.15	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.45	0.45	0.60	0.60	0.60	0.60	0.75
4	0.0	0.15	0.15	0.30	0.30	-	0.30	0.45	0.45	0.60	0.60	0.60	0.75	0.75	0.90
5	0.15	0.15	0.30	0.30	-	-	0.45	0.45	0.60	0.60	-	0.75	0.75	0.90	0.90
6	0.15	0.30	0.30	0.45	-	-	0.45	0.60	0.60	0.75	-	0.75	0.90	0.90	1.05
7	0.15	0.30	0.45	-	-	-	0.45	0.60	0.75	-	-	0.75	0.90	1.05	-
8	0.30	0.30	0.45	-	-	-	0.45	0.60	0.75	-	-	0.90	0.90	1.05	-
9	0.30	0.45	0.60	-	-	-	0.60	0.75	0.90	-	-	0.90	1.05	1.20	-
10-11	0.30	0.45	-	-	-	-	0.60	0.75	-	-	-	0.90	1.05	-	-
12-14.5	0.45	0.60	-	-	-	-	0.75	0.90	-	-	-	1.05	1.20	-	-
15-18	0.60	-	-	-	-	-	0.90	-	-	-	-	1.20	-	-	-
19-21	0.75	-	-	-	-	-	1.05	-	-	-	-	1.35	-	-	-
22-25	0.90	-	-	-	-	-	1.20	-	-	-	-	1.50	-	-	-
26-26.5	1.05	-	-	-	-	-	1.35	-	-	-	-	1.65	-	-	-

NOTA: Valores menores a 2.0 pueden ser despreciados
 Para pavimentos de 3 carriles: multiplicar los valores anteriores por 1.5
 Para pavimentos de 4 carriles: multiplicar los valores anteriores por 2.0
 Cuando los camiones pesados son significativos, los valores de la tabla se incrementan 0.15 m para curvas de 10 a 16 grados, y 0.30 m. para curvas de 17 grados o más.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS CARRETERAS

TIPOS DE CAMINOS

CONCEPTO	UNIDAD	E					D					C					B					A										
Curvas verticales	K*	Cresta m%	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72
		Colump.m%	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43
Pendiente montañosa	%	9					8					6						5						4								
Gobernadora	%		7					6					5					4						3								
plano	%			-					-					-					-						-							
Pendiente montañosa	%	13					12					8					7						6									
máxima lomerío	%		10					9					7					6						5								
plano	%			7					6					5					4						4							
Ancho Calzada	m.		4.0					6.0					6.0					7.0					A2	M4	A45							
																		7.0	2X7.0	2X7												
Ancho Corona	m.		4.0					6.0					7.0					9.0					12	22	2X11							
																								3 ext.	3 ext.							
Acotamiento	m.		-					-					0.5					1.0					2.5	0.5 int.	1 int.							
Sobreelevación	%		10					10					10					10														

* K = Corresponde a distancia de visibilidad de parada con tiempo de percepción - reacción 2.5 seg.

INTERSECCIONES ROTATORIAS (GLORIETAS)

Lo que en México conocemos con el nombre de glorietas, no son otra cosa que intersecciones que operan con circulación continua (en teoría) en un sentido alrededor de una parte central generalmente circular. Sus partes son la Isleta central que es esa parte central, Distancia de entre-cruzamiento que es aquella distancia más corta entre 2 Isletas deflectoras siendo éstas las partes que se encuentran en la unión de la intersección con las calles que comienzan que reciben el nombre de ramas.

La circulación en la intersección rotatoria es al contrario del giro de las manecillas del reloj.

En México contamos con intersecciones rotatorias importantes y sobre las cuales por lo general se sitúan monumentos también importantes y que son entre otras: Glorieta de Colón -- (Reforma), la Glorieta de Cuauhtemoc (reforma) y había algunas que han sido modificadas o algunas otras que ya han desaparecido como la Glorieta de Francisco Villa (División del Norte) la Glorieta de Chilpancingo (Insurgentes y Chilpancingo) etc.

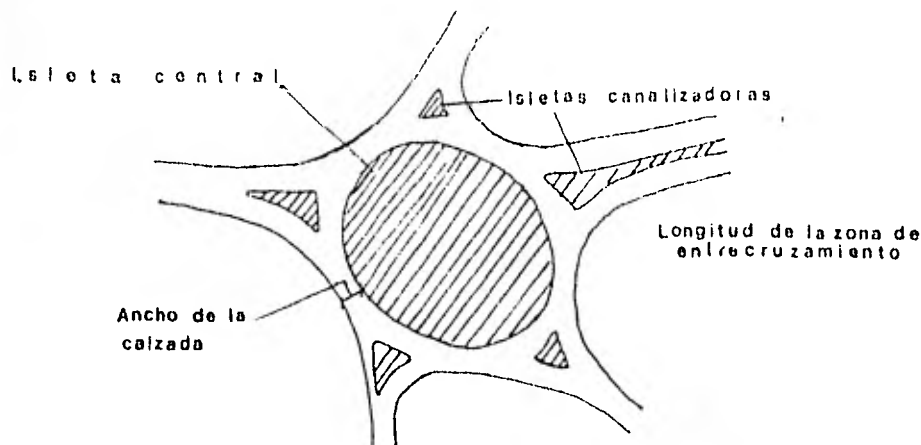


Fig. 26

* La Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Vialidad establece que "Un volumen total de 3000 vehículos/hora - de entrada en todas las ramas de la intersección parece ser la máxima capacidad práctica de las intersecciones rotatorias bien proyectadas", además presenta las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas: 1. Permiten un flujo ordenado sin demoras por paradas.

2. Se disminuyen los conflictos dados en los cruceos directos mediante los movimientos de entrecruzamiento.

3. Accidentes menos trascendentes

4. Se permiten todos los movimientos

5. Aceptan intersecciones de 5 o más ramas

6. Cuestan menos que un paso a desnivel aunque con menos capacidad.

Desventajas:

1. No pueden alojar más tránsito que una intersección

canalizada bien proyectada.

2. Cuando 2 ramas o más llegan a su capacidad la --
intersección presenta fallas de operación.
3. Son las intersecciones a nivel que requieren ma-
yor derecho de vía y por lo tanto mayores costos.
4. En algunas zonas se limita su construcción debido
a su gran tamaño.
5. Requieren de terreno plano
6. Para dar paso a los peatones se rompe con el fin
de las intersecciones de circulación continua por
lo que no son convenientes cuando existen grandes
volúmenes de peatones.
7. Se requiere de un buen señalamiento día y noche.

Cuando se estudia el proyecto de una intersección rotatoria deben tomarse en cuenta factores como velocidad, zona de en
tre cruzamientos, la isleta central, anchura de calzada, en
tradas y salidas, islas deflectoras, sobreelevación del pa-
vimento, distancia de visibilidad y pendientes, etc.

CARRILES DE ACELERACION Y DESACELERACION.

Con el propósito de facilitar al conductor de un vehículo, que se incorpore a un camino incrementando su velocidad al grado de igualarla a la velocidad de operación del camino o al menos poder introducirse a dicho camino sin afectar la corriente de tránsito, se adiciona al camino un carril llamado de - aceleración, asimismo en el caso contrario en que el vehículo salga de esa corriente de tránsito a una cierta velocidad, deberá reducir esa velocidad y para eso se dotara al camino de un carril de desaceleración.

Estos dos carriles deben constar de la longitud suficiente para cumplir con su propósito.

Para diferentes velocidades se dan a continuación 3 casos de - carriles de aceleración y desaceleración considerando una velocidad de 32 km/hr y con longitud que se han tomado en forma empírica.

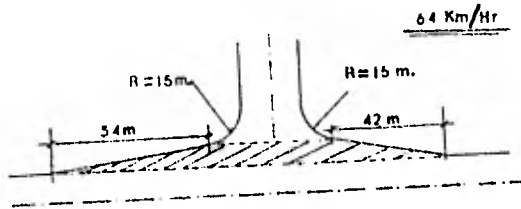


Fig. 27 .-a)

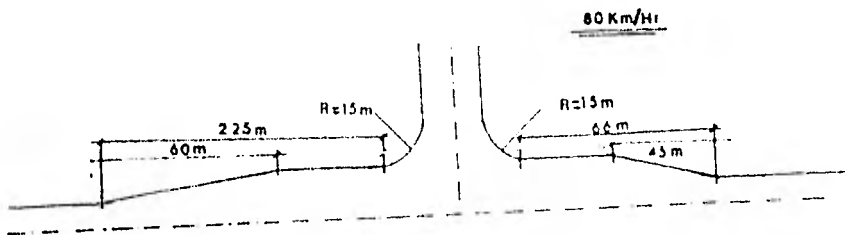


Fig. 27 .- b)

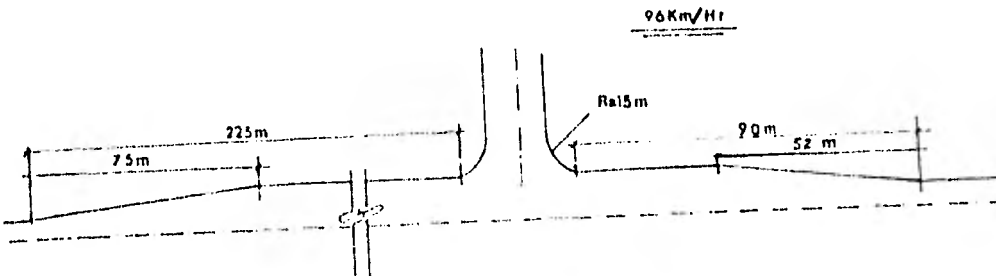


Fig. 27 .- c)

SEÑALES

Las señales son un mensaje gráfico de tránsito que la autoridad hace llegar al usuario en el camino mismo o sea la comunicación de tipo permanente entre la autoridad y el usuario.

Entre las señales de tránsito reconocemos 3 tipos dentro de los cuales se encuentran todo tipo de señales y que son:

1o. Preventivas: Aquellas que tienen como función cumplir con la regla de oro del tránsito (no deben existir cambios bruscos) previniendo algún accidente.

Su forma es de tipo rombo con fondo amari--llo y figura negra y además tiene un ribete de color negro, estas señales al igual que las que veremos más adelante se fabrican en lámina dándole un dobléz en las aristas con el fin de rigidizar y estas van sobre postes de tubo.

2o. Restrictivas. Son bastante importantes este tipo de señales su función es avisar al conductor de la prohibición de algun movimiento por motivos que el reglamento de tránsito establece, su forma es la de un rectángulo vertical de fondo blanco y sobre el cual van impresos la figura de color negro, dentro de un círculo color rojo que en el caso de prohibición total

estará cruzado por una franja también de color rojo, las letras al igual que el ribete son de color negro.

Hay 2 señales muy características que salen fuera de este - grupo de señales debido a su forma y son la de ALTO que es un octágono rojo con letras de color blanco, y la de CEDA EL PASO que es un triángulo de fondo blanco con letras color negras y ribete color rojo.

Por último tenemos el 3er. caso que son las señales INFORMA-TIVAS áquellas que proporcionan alguna información al usuario como gasolinería a 100 metros, caseta de cobro, teléfono, etc. Estas señales son las que más variadas en su forma, dimensión y colorido, pero aún dentro de su variedad existe estandarización entre aquellas señales informativas turísticas, direccionales, de auxilio, etc.

Entre los tipos tenemos los siguientes:

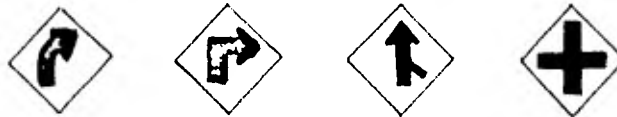
Rectángulo vertical con marco color azul y cuadro central color blanco en donde se encuentra la figura color negro, sobre el marco azul se encuentra ya sea una flecha indicando la dirección donde se encuentra el servicio o lo que trate la figura o la distancia adonde se encuentra el mismo. Estas señales son de tipo auxilio.

Otro tipo es el rectángulo horizontal con fondo blanco de ribete y letras color negras, las cuales no tienen límite en las dimensiones pero se recomienda que no sean más de 3 renglones de leyenda.

Las señales de tránsito de todo tipo deben cumplir con las siguientes funciones:

llamar la atención, transmitir un mensaje sencillo y claro, inspirar respeto por parte de los usuarios, estar ubicadas correctamente.

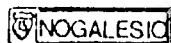
A continuación se presentan tipos, características, dimensiones y ejemplos de las señales.



P R E V E N T I V A S



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



I N F O R M A T I V A S

Fig. 2 8

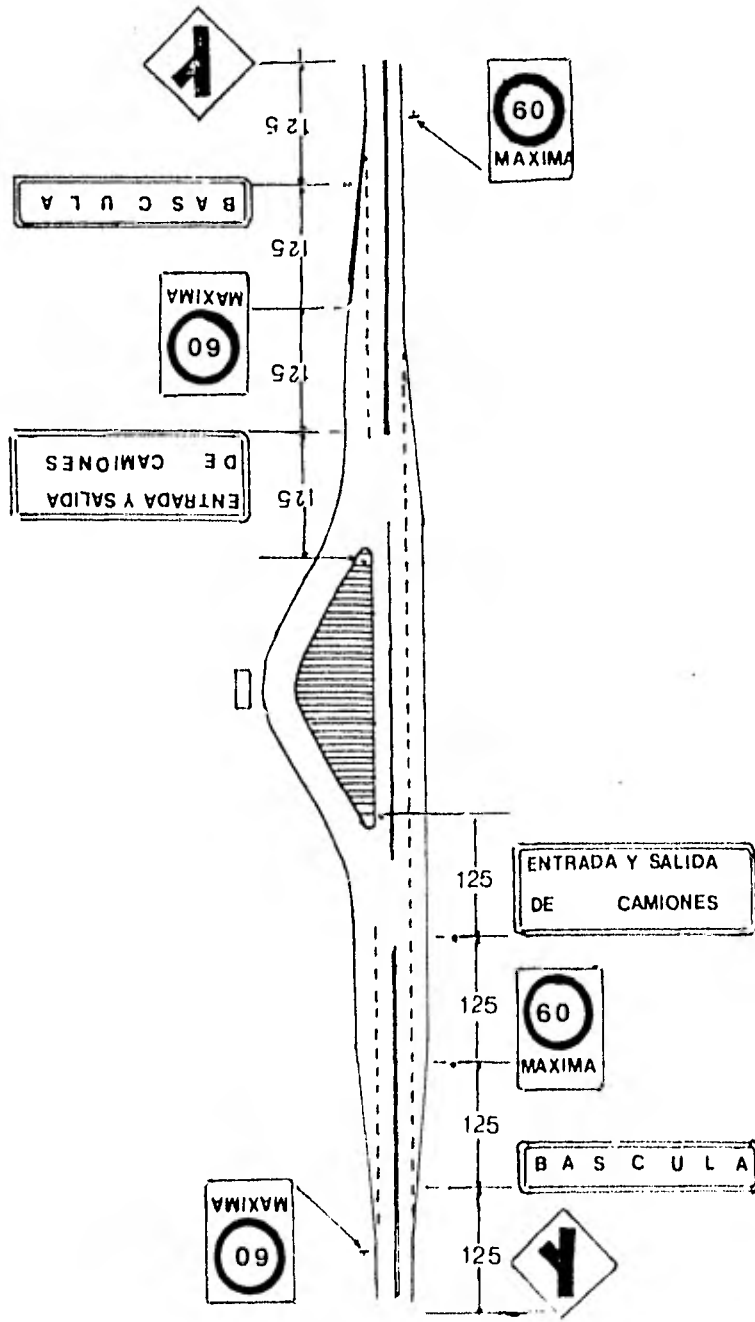


Fig. 29

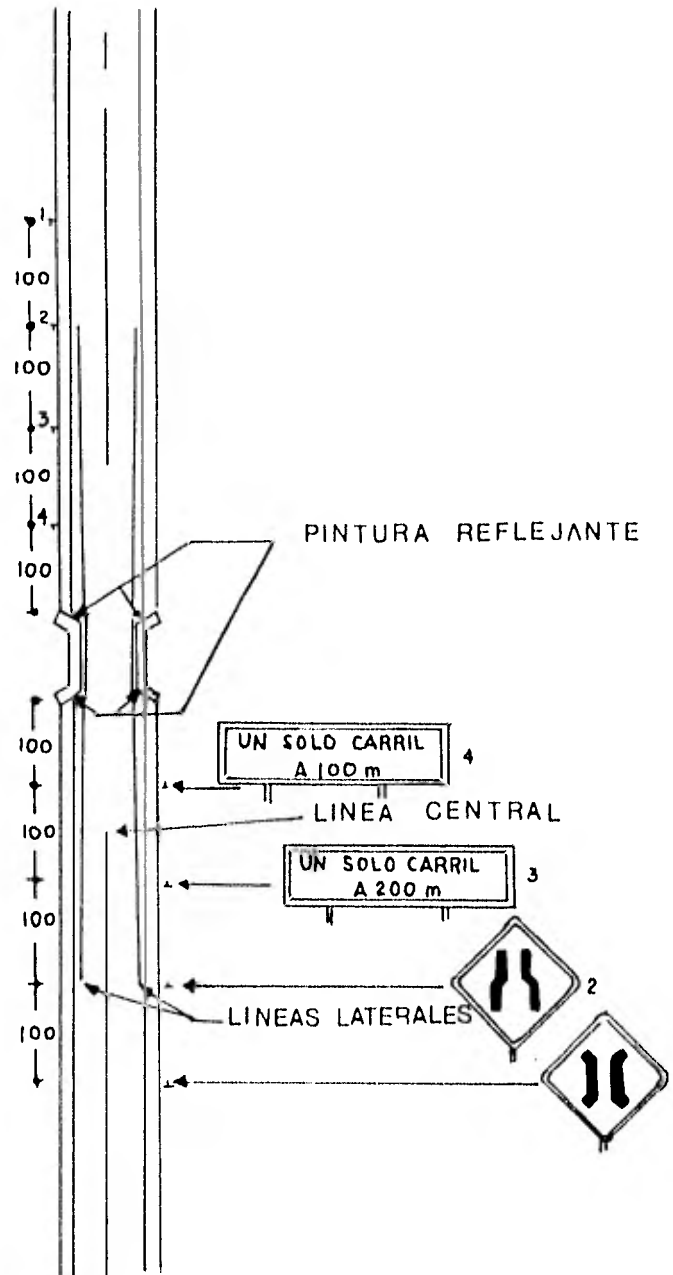


Fig. 30

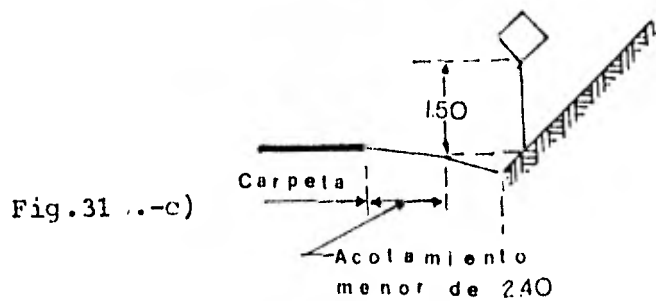
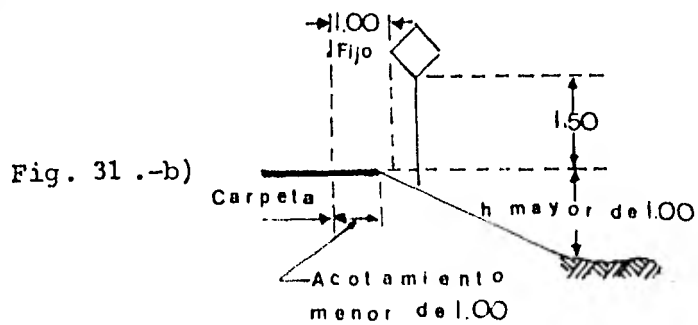
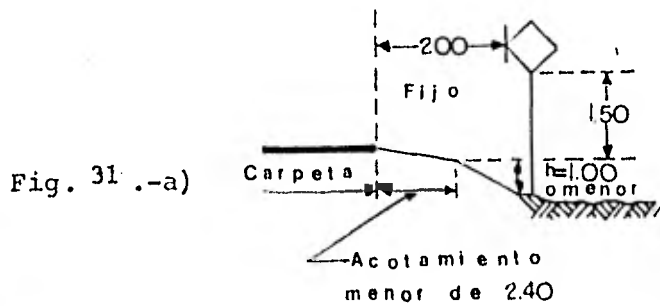


Fig. 31.-d)

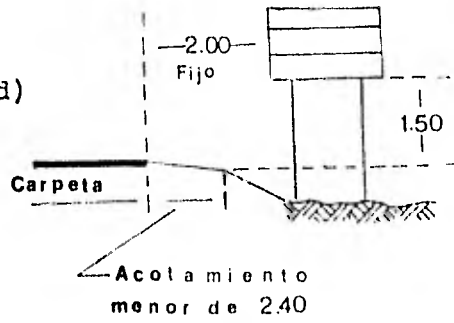


Fig. 31.-e)

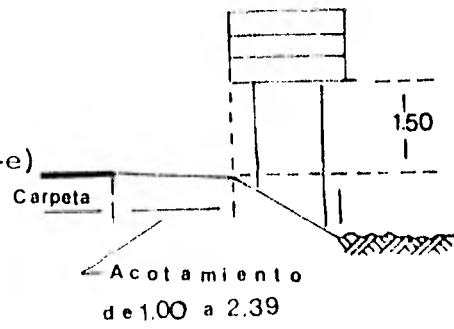
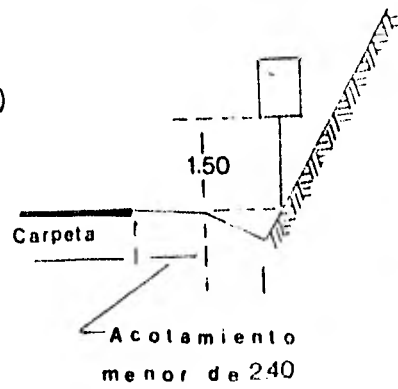


Fig. 31.-f)



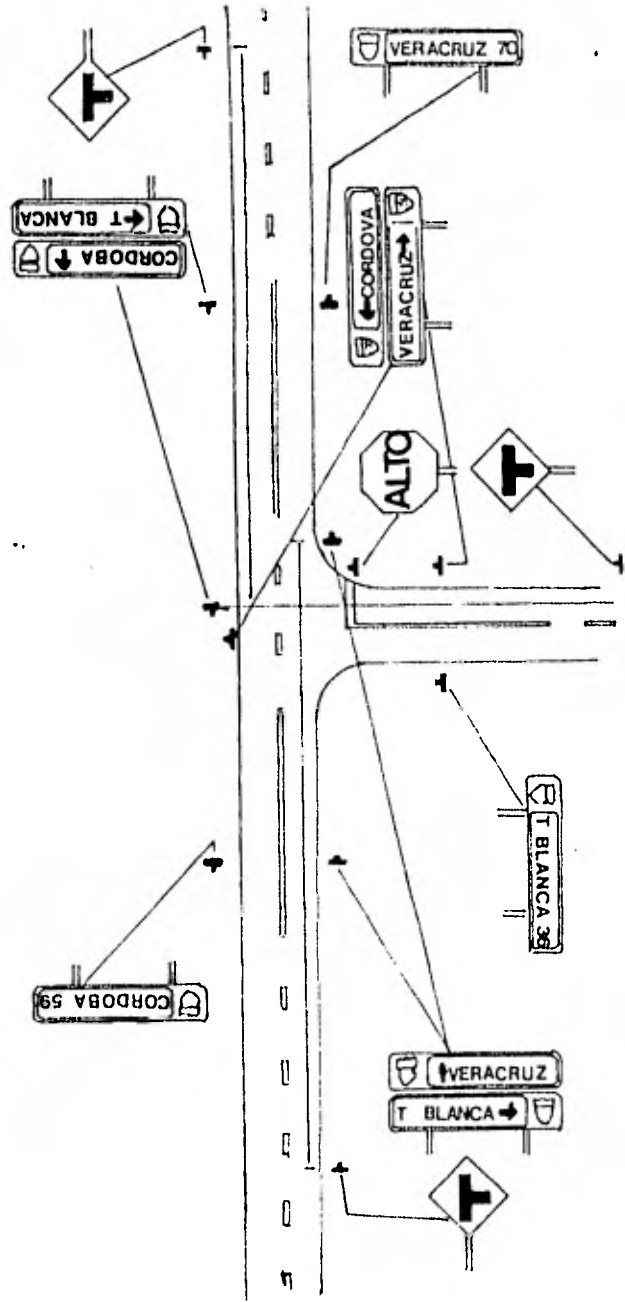


Fig. 32



33 -a) **SEÑALES.**- Las señales son un mensaje gráfico que la autoridad hace llegar al usuario en el camino mismo.

Fig. 33



33.- b) **SEÑALES INFORMATIVAS.**- proporcionan una información al usuario como alguna población que quede en el camino



33.- c) **SEÑALES RESTRICTIVAS.**- Su función es avisar al conductor de la prohibición de algún movimiento por motivos que el reglamento de tránsito establece

AUTOPISTAS. Se define como autopista las carreteras proyectadas y construídas para altas velocidades de operación. -- Dentro de las autopistas se encuentran varios tipos que serán según sus funciones y características las siguientes:

Autopista Simple.- (Express way) de cuatro carriles por lo general con camellón en medio, con control total o parcial de accesos, con pasos a desnivel en las intersecciones.

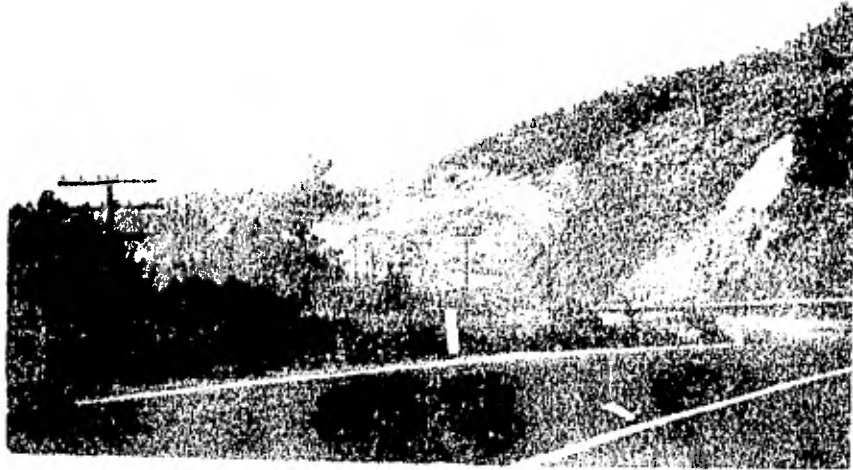
Autopista Vía Libre (Freeway) De cuatro carriles o más con control total de accesos con cruces a desnivel, las conexiones con propiedades colindantes se hacen mediante uso de -- vías laterales de servicio.

Autopista Jardín (Parkway) exclusiva para el movimiento de automóviles, los camellones se construyen con características de parque.

Como ya se dijo anteriormente las autopistas fueron creadas para mejorar las condiciones de transitabilidad y satisfacen con esto las necesidades del vehículo de automotor actual. La autopista se debe proyectar teniendo en cuenta factores técnicos, camellón divisorio, anchura de carriles, curvas horizontales y carriles de aceleración además de factores de seguridad.

Entre los factores técnicos hay que estudiar la capacidad, velocidad, seguridad. El Dr. Lawrence I. Hewes, dice que un camino de dos fajas de circulación con ancho entre 3.00 y 3.30 m. como mínimo y acotamientos adecuados podrá alojar un volumen de -- 2000 a 3000 veh/día de los cuales 15% serán comerciales.

A U T O P I S T A S



a.-) Se define como autopista las carreteras proyectadas y construidas para altas velocidades



b.-) Entre los factores técnicos hay que estudiar la capacidad, velocidad, seguridad etc.

AUTOPISTAS DE ACCESO CONTROLADO

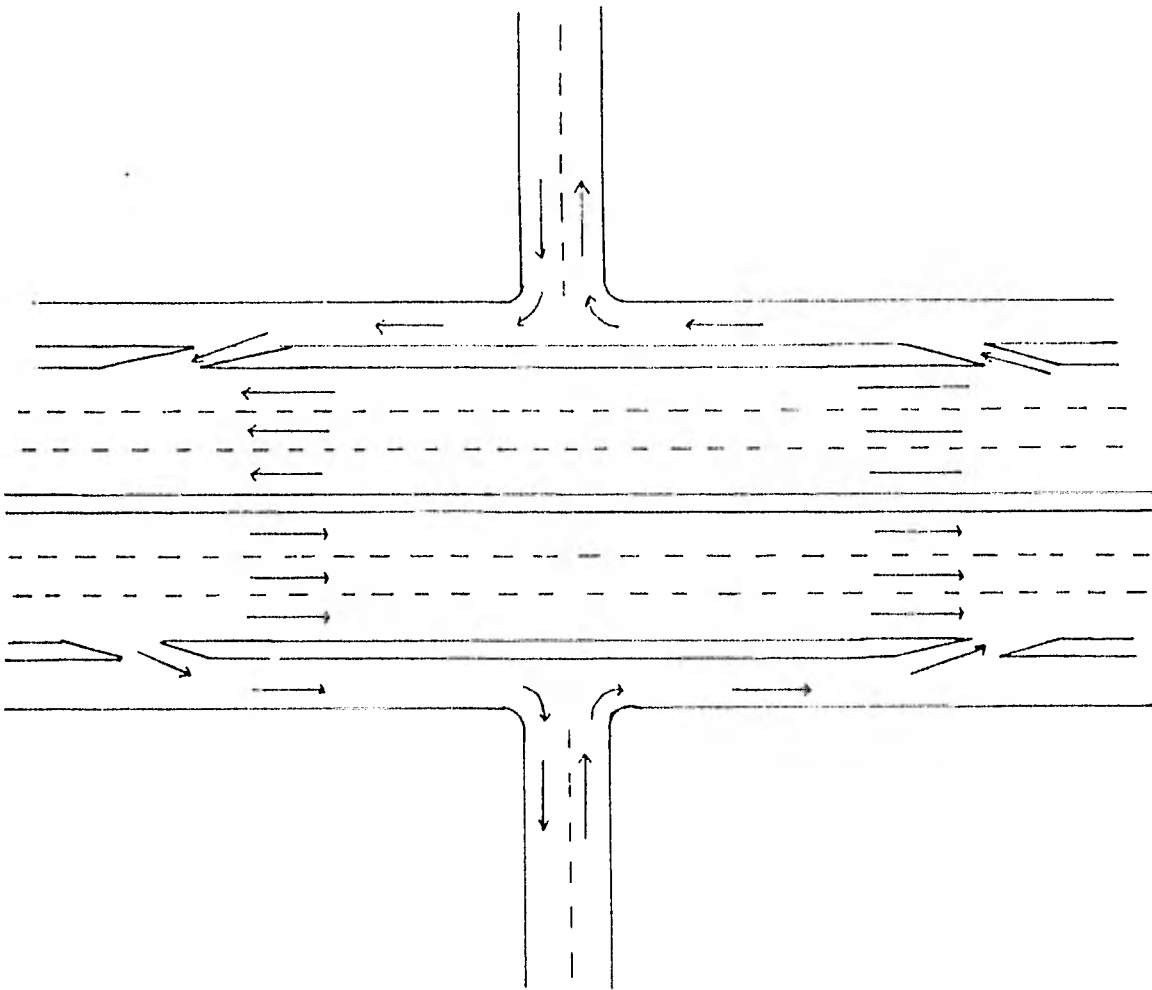


Fig. 34.- c)

El camellón divisorio debe tener una anchura mínima de - -
4.5 metros y óptima de 12.00 metros en zona rural.

En cuanto al ancho de carriles se recomienda de 3.60 m. para
velocidades de 110 km/h y volúmenes mayores a 200 veh/hor.

Las curvas horizontales deben proyectarse de acuerdo a las
características propias del camino sobre todo tener en cuenta
la velocidad del 85% de los vehículos que transitan ese cami-
no.

PLANIFICACION VIAL URBANA

Con el fin de resolver los problemas de congestionamiento y -
accidentes es preciso estudiar el problema a fondo y crear un
plan adecuado que resuelva en forma óptima dicho problema.

En primer lugar es necesario saber porque se suscita el problem
a y como respuesta tenemos que el trazo de las ciudades es --
anacrónico y obsoleto ante las innovaciones de los vehículos -
de motor.

Por otro lado tenemos los movimientos que existen en las ciu--
dades siendo estos de 2 tipos los externos e internos, son ex-
ternos cuando van de una ciudad a otra y dependen de que tan -
lejos estén unas ciudades y otras e internos cuando se reali--
zan dentro de la misma ciudad y para tal efecto se consideran
el tamaño de la ciudad.

Los movimientos internos en las ciudades van de la periferia -
hacia el centro y se asemejan a movimientos como el sistema --
circulatorio o nervioso del hombre, o una planta etc. o sea se

dirigen hacia un corazón y de este hacia afuera.

El problema se puede resolver creando un buen sistema de -- transporte masivo, combinado con un sistema de obras viales, las cuales sean adaptables al vehículo de nuestra era, se -- tiene el ejemplo de Tokio en donde de 100 kilómetros de auto^u pistas urbanas construídas hasta 1972,95 eran de tipo elevado superponiéndose al trazo vial urbano de muchos siglos -- atrás y cuenta con un sistema monorriel para transporte de -- masas.

En cuanto al Distrito Federal toca la solución que se propone consiste en un anillo periférico del cual solo se ha iniciado un tramo el cual se inauguró en 1962 por prioridad ante este anillo periférico se inició la construcción de un circuito - interior, el cual se proyectó y construyó aprovechando la -- traza de los ríos de la antigua Tenochtitlán.

Por estudios realizados para construir el metro se construyeron las vías de Río San Joaquín y de Parque Vía, que tienen - como objeto aliviar el caudal del periférico,

Para cruzar el centro de la ciudad se construyeron los ejes viales que son caminos con anchos para 5 o 6 carriles en un - solo sentido y provistas de señales, sistemas de control, anchuras de carriles, etc. de acuerdo a grandes volúmenes y a ve locidades de operación considerablemente cómodas. También cuen tan con carriles especiales para autobuses y trolebuses de pasajeros en uno y otro sentido.

Los factores que agravan el problema son entre otros, la resistencia que hay hacia el cambio, motivada por cuestiones económicas, conservación de monumentos u obras históricas, - exceso de dibujismo, el glorietismo mal planeado, la falta de comprensión de las autoridades por crear la Ingeniería de Tránsito, no preveer estacionamientos, no existir un plano regulador eficiente y cambiante ante las necesidades del -- tránsito.

TERCERA PARTE

I. VOLUMEN DE TRANSITO

Mediante el conocimiento este dato el Ingeniero de Tránsito tiene la posibilidad de estudiar las necesidades de los usuarios del camino (conductores y peatones).

El volumen de tránsito es en definición el número de vehículos que pasan por un punto dado de un camino durante un periodo de tiempo específico. Se expresan como tránsito mixto, esto es, tomando en cuenta vehículos, autobuses, camiones, etc. claro que para efectos de proyecto se hace una equivalencia entre unos y otros llegando a trabajar lo que se conoce con el nombre de tránsito ligero equivalente o sea la representación de todos los vehículos, dicho volumen será diferente al real pues los camiones tendrán una equivalencia en automóviles de acuerdo a sus características de operación y la topografía del camino.

Así pues si tenemos un volumen total mixto de 15000 vehículos (camiones y vehículos), de éste el 45% es de camiones y según las características de estos su equivalencia es de 5 automóviles entonces tenemos:

$$1500 \times 0.55 + 15000 \times (0.45 \times 5) = 42\ 000$$

VOLUMEN DIARIO PROMEDIO ANUAL. Es el volumen total de vehículos que circulan durante un año dividido entre 365 días del año y se representa (VDPA)

VOLUMEN HORARIO MAXIMO ANUAL.- Se trata del volumen mayor - que corresponde a una hora específica de todo el año.

VOLUMEN DE PROYECTO. Para efecto de proyecto, consideramos el volumen de la trigésima hora que es el volumen de una hora a la cual anteceden 29 horas del año con volúmenes superiores a ella.

Para la medición de los volúmenes tenemos las siguientes métodos.

MÉTODOS DE MEDICIÓN

CONTEOS MANUALES.- Usados para recuentos de volúmenes de corta duración y como su nombre lo dice son promedios anuales.

VEHICULO EN MOVIMIENTO. Consiste en guiar un vehículo en la dirección del tránsito e ir registrando el número de vehículos que se van rebasando, los que van rebasando y por medio de la siguiente fórmula obtenemos el volumen horario.

$$* \quad v_h = \frac{60 M_e + (R-A) m_s}{t_c + t_{ms}}$$

donde

v_h = Volumen horario

M_e = Número de vehículos encontrados en el camino

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

t_c = Tiempo de viaje en minutos, guiando en sentido contrario al flujo en estudio.

t_{ms} = Tiempo de viaje en minutos, guiando en el mismo sentido al flujo en estudio.

60 = constante (min. hora)

DISPOSITIVOS MECANICOS. Por medio de estos podemos tener un estudio continuo conociendo volumenes de tránsito, horarios, diarios, semanales, anuales etc. entre los dispositivos más usados podemos mencionar los siguientes:

contacto eléctrico, dispositivos foto-eléctricos, radar, -- magnético, ultrasónico, infrarrojo,

REGISTRADORES DE VOLUMENES. Para este caso se cuentan con otros métodos e instrumentos los cuales han dado muy buen resultado y son: cinta impresa, carta gráfica circular, indicador visual, cintas de computadora y mediante técnicas - fotográficas.

Es muy importante hacer notar que los volúmenes de tránsito varían según sea la ruta en estudio o la hora, esto es, que un volumen determinado será diferente en una ruta comercial que en una ruta turística ó que un volumen será diferente si se hace el estudio de aforos a las 7.00 am o si se hace a -- las 12.00 p.m. sobre la misma ruta. Con esto podemos tener gran cuidado en saber cuando, donde y a qué horas se deben hacer los estudios correspondientes.

Por otro lado cuando se tiene un camino de 3 o más carriles, la mayor capacidad, así como la mayor velocidad se tendrán en los carriles de enmedio.

En cuanto a la distribución direccional es fácil darse cuenta que en una ciudad urbana en la mañana se tendrá el máximo flujo hacia el centro regresando éste del centro hacia la periferia en la tarde o en el caso de lugares turísticos el mayor flujo se tendrá hacia estos al principio de vacaciones y de - estos a los lugares de origen al final de vacaciones.



VOLUMEN DE TRANSITO.- Un volumen determinado será diferente en una ruta comercial, que en una ruta turística ó a diferente hora sobre el mismo camino

Fig. 35

VOLUMEN DE TRANSITO

Instrucciones

Fecha _____ Lugar _____

Hora _____ Recuento _____

Ejemplo de la disposición de los cuatro cuadros para hacer un recuento en una intersección común

INSTRUCCIONES GENERALES

Lo que se debe contar. A menos que se indique otra cosa, los vehículos que entran en la intersección son los únicos que se cuentan. Cada vehículo que entra se tabula primero de acuerdo con la dirección en que marcha y luego atendiendo a si gira a la derecha. sigue de frente o dobla a la izquierda. Los giros en U se consideran vueltas a la izquierda. Cuéntense como vehículos todos los tranvías, trenes, vehículos automotores y de tracción animal, bicicletas y motocicletas.

Hojas para trazos. La hoja para trazos tiene cuatro cuadros donde pueden anotarse los vehículos que llegan a la intersección desde cuatro orígenes distintos por lo menos. Cuando éste listo para contar. coloque la hoja en una posición en que queden orientados en su dirección real los cuadros que representen corrientes vehiculares que circulan en la forma indicada por las flechas.

Empleo de las hojas. Use el sistema habitual de cuatro trazos verticales y un quinto trazo diagonal cruzándolos. Cada página de la libreta es para usarse durante una hora. Anote las condiciones atmosféricas al principio y fin de cada recuento o siempre que ocurran cambios.

Equipo: 1) Un reloj, 2) Dos o más lápices medianamente duros, 3) Una buena goma de borrar, 4) Una cuchilla o sacapuntas.

II. VELOCIDAD

Entendemos por velocidad la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrer dicho espacio. - Así pues tenemos definiciones importantes que es conveniente tenerlas en cuenta y son:

TIEMPO DE RECORRIDO. Se toma como tiempo de recorrido aquel que se tarda en recorrer la distancia total y es interesante ver que a mayores velocidades el ahorro relativo en tiempo de recorrido es menor lo cual lo podemos comprobar al ver la siguiente gráfica.

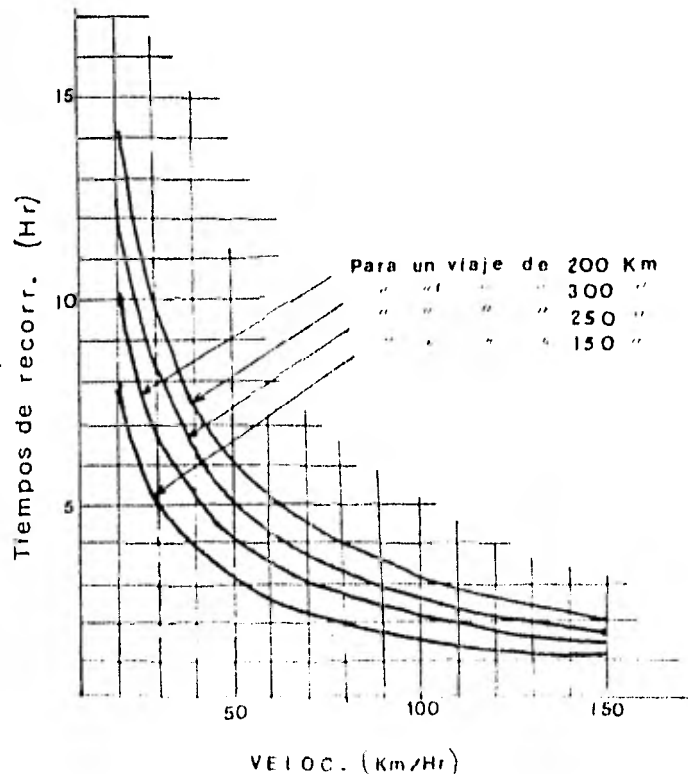
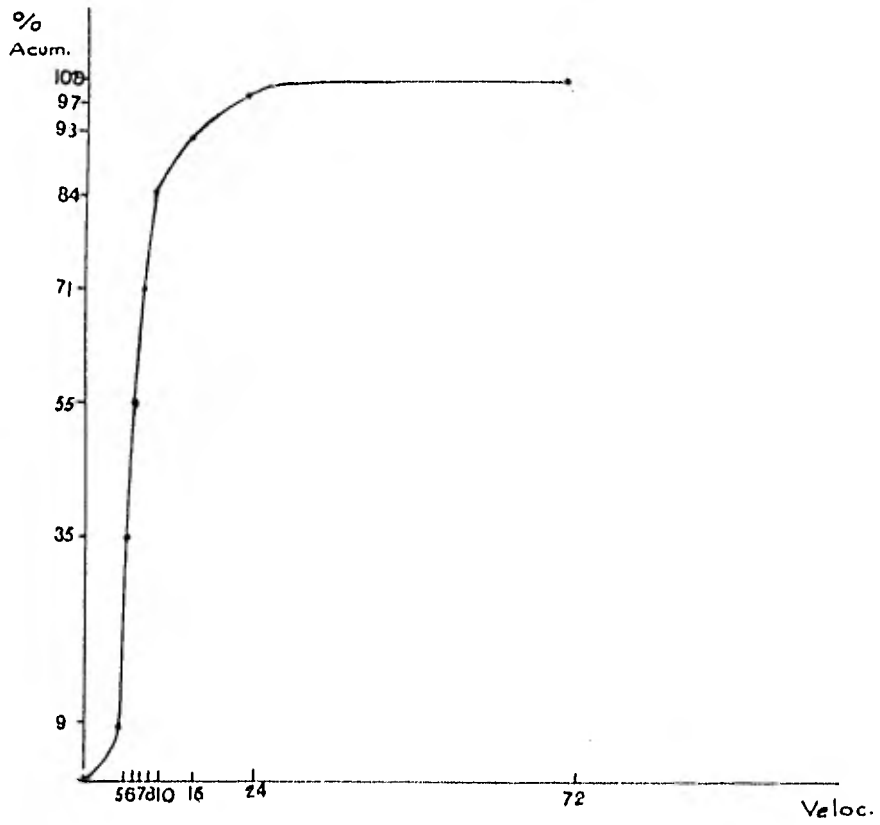


Fig. 36



CURVA " S "

Fig. 37

VELOCIDAD DE PUNTO. Es aquella velocidad de los vehículos - que circulan en un camino en punto específico de éste, la velocidad de punto promedio será la media aritmética de las velocidades de todos los vehículos en ese punto dado.

Este valor de velocidad nos permitirá conocer la velocidad que prevalece en un tramo determinado de autopista.

RESUMEN DE DATOS DE VELOCIDADES DE PUNTO

RANGO DE VELOCIDAD	VELOCIDAD MEDIA	No. DE VEHICULOS EN EL RANGO	PORCIENTO DEL TOTAL DE OBSERVACIONES EN EL RANGO	PORCENTAJE ACUMULATIVO DE OBSERVACIONES
10-14.9	12.5	0	0	0
15-19.9	17.5	8	3.0	3.0
20-24.9	22.5	12	3.9	6.9
25-29.9	27.5	15	4.3	11.2
--	--	--	--	--
--	--	--	--	--
--	--	--	--	--
65-69.9	67.5	--	--	--
70-74.9	72.5	--	--	--
TOTALES				

VELOCIDAD DE PROYECTO. Como velocidad de proyecto tomaremos - aquella como máxima que se pueda mantener con seguridad sobre una sección específica del camino, con esta velocidad determinaremos las características geométricas del camino y consideraremos como velocidad de proyecto el 85 por ciento de la velocid

dad esto es, la velocidad a la cual circularán el 85% de los vehículos.

VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL. Es la relación entre la distancia total de recorrido y el tiempo total en recorrerla, tomando en cuenta tiempos en que el vehículo está en movimiento y cuando está parado, con esta velocidad nos podremos dar idea de la calidad de fluidez que exista en el lugar en estudio.

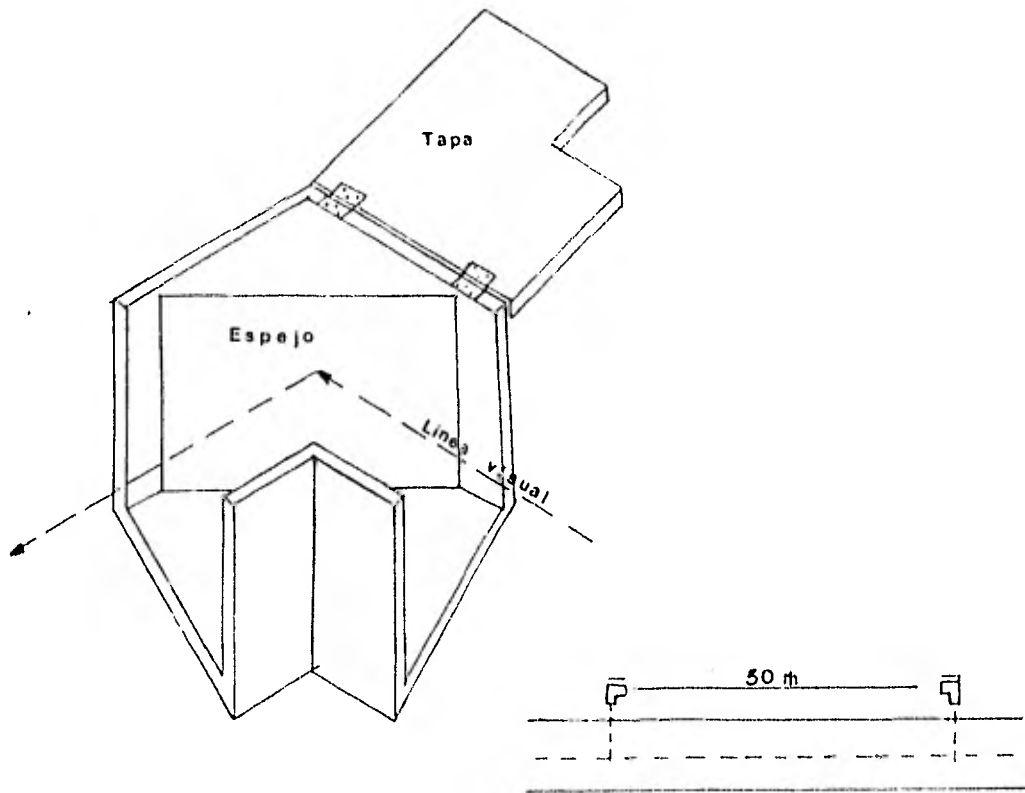
VELOCIDAD DE CRUCERO. Es la relación que hay entre la distancia total recorrida y el tiempo en que el vehículo estuvo en movimiento, esto es, al tiempo total de recorrido se le resta el tiempo en que el vehículo estuvo parado.

MÉTODOS PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE PUNTO UTILIZANDO CRONOMETROS.

Con distancia previamente fijada sobre el pavimento.- Generalmente se toma como distancia entre 50 y 100 m. marcándose una raya blanca al principio y otra al final, al pasar las ruedas delanteras del vehículo sobre la 1ª. se empieza la marcha del cronómetro y cuando las mismas ruedas delanteras tocan la segunda marca se detiene la mancha del cronómetro del cual se toma la lectura del tiempo en seg., así conocemos la distancia (en m) y el tiempo (en seg.) y transformando estos a Km/hr sabemos la velocidad de punto.

Por medio del Enoscopio.- El principio del procedimiento es el mismo pero ahora en lugar de ver a un lado y otro estando el observador en medio de las marcas se auxilia de un aparato llamado enoscopio y que es una caja con un espejo el cual cambia

el ángulo de visión a 90° . El dibujo siguiente ilustra dicho aparato y su localización.



ENOSCOPIO

Fig. 38

TUBOS NEUMATICOS.- Se colocan en el pavimento en lugar de las rayas mencionadas en el primer método de modo que al tocar el tubo las ruedas delanteras del vehículo accionan un cronómetro incluido en el mecanismo y al tocar el segundo tubo paran la marcha del mismo.

Estos tubos son de fácil instalación y a bajo costo y se pueden combinar con los métodos antes mencionados a manera de obtener mayor exactitud en los datos.

METODOS PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE PUNTO BASADOS EN EL PRINCIPIO DE DOPPLER.

RADARMETRO.- Por medio de un radar el cual emite ondas de alta frecuencia que rebotan al chocar con el vehículo y son captadas en un transmisor receptor del radar y de acuerdo a la intensidad de las ondas se puede determinar la velocidad del vehículo, estos radares deben ser colocados en el borde del camino y de manera que el ángulo formado entre la línea imaginaria de la dirección del vehículo y una recta que parte del transmisor receptor sea el mínimo.

MEDIDOR ULTRASONICO.- Se trata de un detector que se coloca sobre el punto medio de un carril el cual manda información por medio de líneas telefónicas su desventaja respecto al radarmetro consiste en que por su costo y por el uso de líneas telefónicas solo es recomendado para ser instalado permanentemente y para estudios continuos.

FORMAS DE CAMPO. Cuando los estudios se llevan a cabo mediante observadores es conveniente facilitarles el manejo de los

datos usando formas apropiadas que asimismo nos darán una uniformidad en los datos.

Así pues veamos a continuación un ejemplo de lo que son -- dichas formas de campo:

UBICACION	Hora	Fecha	TIPO DE VEHICULO			Todos tipos
			Autom. 85% MAS	Autob. 85% MAS	Camion 85% MAS	
PROMEDIO						

Fig. 3º



VELOCIDAD DE PROYECTO.- Tomaremos aquella como máxima que se pueda mantener con seguridad sobre una sección específica del camino.

Fig. 40

III. CONGESTIONAMIENTO

Entendamos por congestionamiento al movimiento deficiente - del tránsito y se ve afectado por múltiples casos.

Para medir el congestionamiento nos auxiliaremos de parámetros como velocidad y tiempos de retardo y podemos analizar lo comparando un camino en estudio con otro semejante en -- condiciones ideales, como métodos de estudio tenemos los -- siguientes:

OBSERVACION A CIERTA ALTURA. Esto es, situarnos en la planta alta de un edificio adecuadamente alto y previo a esto - tomar la medida entre 2 marcas en una calle y que puedan ser vistas desde nuestro punto escogido luego una vez hecho esto escoger un cierto vehículo y tomarle sus tiempos de recorrido, de retardo y de movimiento con estos datos y la distancia previamente fijada conoceremos los parámetros velocidad y tiempos de retardo.

FLOTANDO EN EL TRANSITO.- Consiste en introducirse en el tránsito y tomarse a uno mismo los datos antes mencionados.

MEDICION DENTRO DE LA CORRIENTE. Es el mismo caso anterior pero ahora se escoge un vehículo relativamente cercano al cual se le puedan tomar los datos anteriores.

DEMORAS. El porque de las demoras se le atribuye principalmente a semáforos, agentes de tránsito o a movimientos direccionales, para medir las demoras relacionamos el movimiento que se observa con aquel que consideramos sea el normal. Como valores mínimos para la relación de movimiento normal tenemos los ti-

guientes:

- * a) Autopistas de acceso controlado 1-07 min/km. (56 km/h)
- b) Arterias principales 1.5 min/km (40 km/h)
- c) Calles secundarias 1.88 min/km (32 km/h)

IV.- CAPACIDAD VIAL.

Cuando se habla de la planeación, proyecto, construcción y operación de un camino, es importante tener en cuenta la capacidad de un camino que nos dará una idea cualitativa y cuantitativa de la eficiencia que pueda tener el camino.

Se entiende por capacidad el número máximo de vehículos - que pueda pasar por un punto dado de una carretera o carril en un determinado tiempo (generalmente 1 hora).

La capacidad básica considera el número máximo que puedan pasar por un punto dado de un camino en condiciones ideales siendo éstas flujo ininterrumpido, flujo vehicular de automóviles exclusivamente, carriles con anchuras de 3.65 m. y acotamientos de 1.80 m. como mínimo sin obstrucciones laterales, alineamiento horizontal y vertical adecuados a velocidades de operación de 110 km/hr. y con una distancia de visibilidad de rebase de 450 m.

La capacidad posible considera en cambio, en lugar de condiciones ideales las condiciones prevaletientes de un camino y del tránsito.

Como medida cualitativa de la calidad del flujo se usa el - NIVEL DE SERVICIO, el cual está asociado con diferentes condiciones de operación que ocurren en un carril o camino, - hay factores como la velocidad, tiempo de recorrido, intensidad del tránsito, libertad de maniobras, seguridad, etc. - que afectan un determinado nivel de servicio.

VOLUMEN DE SERVICIO.- Es el máximo número de vehículos que puedan pasar por una sección dada, durante una hora.

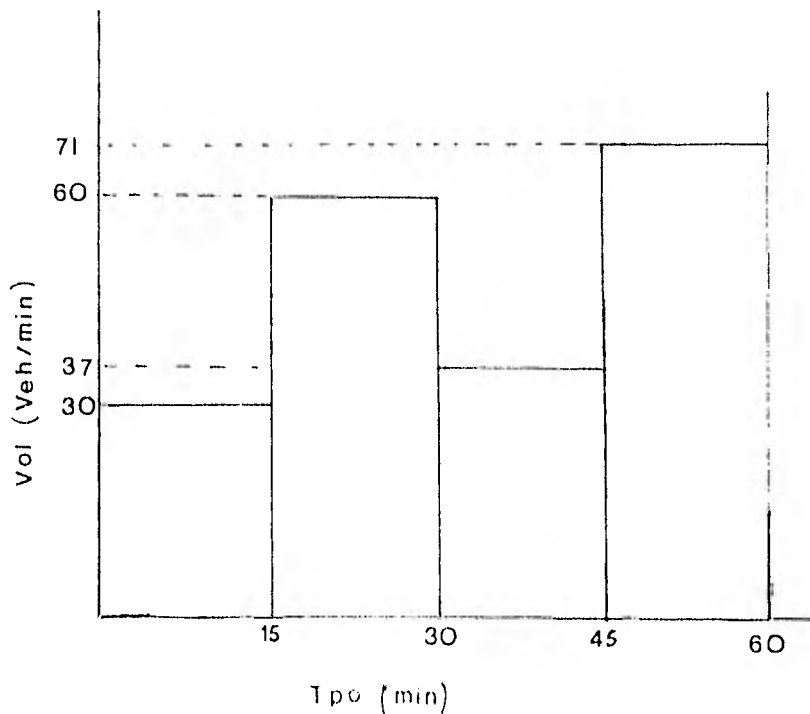
Para cada nivel de servicio se tiene un volumen de servicio.

FACTORES QUE AFECTAN EL NIVEL DE SERVICIO.- Entre los factores que afectan el nivel de servicio tenemos 2 grupos principales, los internos y los externos.

Factores Internos.- Son velocidad, volumen, composición del tránsito, movimientos direccionales, etc.

Factores Externos.- Son variaciones de la anchura de carriles, pendientes, acotamientos, etc. Estos factores se pueden medir a cualquier hora, no en cambio los factores internos, ya que varían entre una hora y otra e inclusive dentro de la misma hora, para tomar en cuenta esto, se consideran factores de corrección como el mencionado a continuación.

FACTOR DE HORA MAXIMA.- (FHM) Toma en cuenta como ya mencioné las variaciones de volúmenes a lo largo del tiempo. Es el resultado de dividir el volumen que corresponde a la hora de máxima demanda, entre el volumen de un período menor y multiplicado por el número de veces que se ha dividido la hora. - Su valor máximo es igual a 1 y los períodos que comunmente se usan son 5 minutos ó 15 minutos por lo que el número en que se divide la hora será 12 ó 4 respectivamente. Veamos el siguiente ejemplo.



$$FHM = \frac{30 + 60 + 37 + 71}{4(71)} = 0.69$$

Fig. 41

FACTOR DE CARGA.- Es la relación del número de fases cargadas a fases verdes por hora, entendamos por fase cargada - aquella en la que estando un semáforo con luz verde estén - pasando vehículos durante todo el tiempo que permanezca la luz verde.

Como se puede uno dar cuenta, este factor es usado cuando - existe un semáforo en el camino, o sea en una intersección y será usado como veremos más adelante.

Entre los niveles de servicio tenemos los siguientes tipos:

NIVEL DE SERVICIO "A".- Corresponde a aquél que presenta características como flujo libre, volúmenes bajos, densidad de corriente baja, hay toda la libertad de cambiar de un carril a otro.

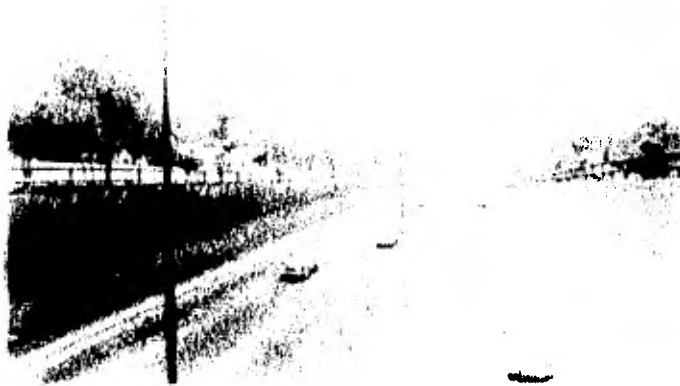
NIVEL DE SERVICIO "B".- Se tiene flujo estable, velocidad algo limitada por condiciones de tránsito, pero ocasionalmente hay facilidad de cambiar de uno y otro carril.

NIVEL DE SERVICIO "C".- En este nivel se está en el límite del flujo estable, la velocidad ya se encuentra restringida por los altos volúmenes de tránsito que ya se van teniendo, por esta misma razón ya existe cierta dificultad en cambiar de carril.

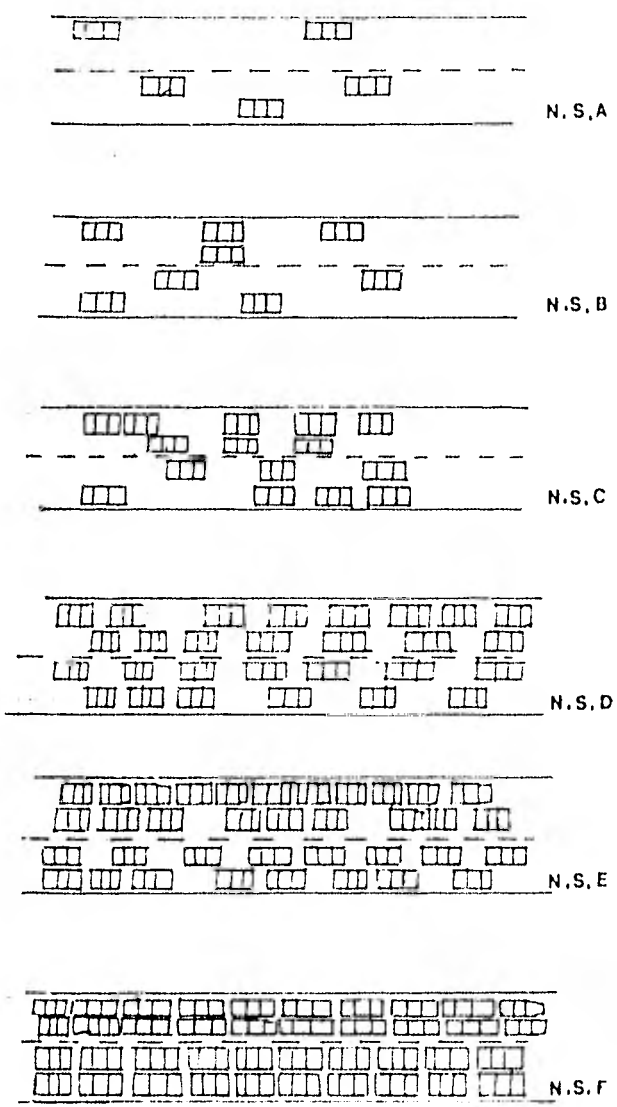
NIVEL DE SERVICIO "D".- El flujo ya es casi inestable, las velocidades son tolerables aunque ya algo bajas y restringidas, ya existe incomodidad, tanto para rebasar como para cambiar de carril.

NIVEL DE SERVICIO "E".- Se llega al volumen de tránsito correspondiente a la capacidad y a velocidades cercanas a 50 km/hr. y el flujo ya es inestable.

NIVEL DE SERVICIO "F".- Es un nivel con características incómodas como flujo forzado, velocidades de operación bajas, con paradas por cortos plazos, lo cual motivó un volumen que soporta la carretera, menor a la capacidad de la misma, llegando a ser cero en casos extremos, al igual que la velocidad.



NIVEL DE SERVICIO " A "



NIVELES DE SERVICIO

Fig. 43.

Por lo general para proyecto de carreteras se considera un nivel de servicio C y para zonas urbanas un nivel de servicio B.

En un camino el estudio de capacidad se hace por tramos separando tramos rectos, intersecciones, rampas o tramos de entrecruzamiento lo cual explicaré parte por parte.

TRAMO RECTO.

Para poder analizar la capacidad de los tramos rectos hay que especificar los factores que afectan dicha capacidad así como determinar que se entiende por tramos rectos.

Tramos rectos serán aquellos en los que el alineamiento tanto vertical como horizontal permitan velocidades de 110 km/h con una distancia de visibilidad adecuada.

Entre los factores que afectan la capacidad tenemos: anchura de carriles menores de 3.66 midiéndose ésta de centro a centro de rayas separadoras de carriles, o en el caso en que no existan esas rayas se divide el ancho de la superficie de rodamiento entre el número de carriles que operen en ese camino.

Otro factor son las obstrucciones en los acotamientos y serán obstrucciones en todos aquellos objetos que se encuentren a menos de 1.80 m. de la orilla de la superficie de rodamiento.

Hay que considerar también la composición vehicular para la cual se establece la relación automóviles equivalentes.

Para analizar la capacidad es conveniente seguir los siguientes pasos:

- Subdividir el tramo en tramos pequeños donde se pueda anali

ANALISIS DE CAPACIDAD POR
TRAMOS

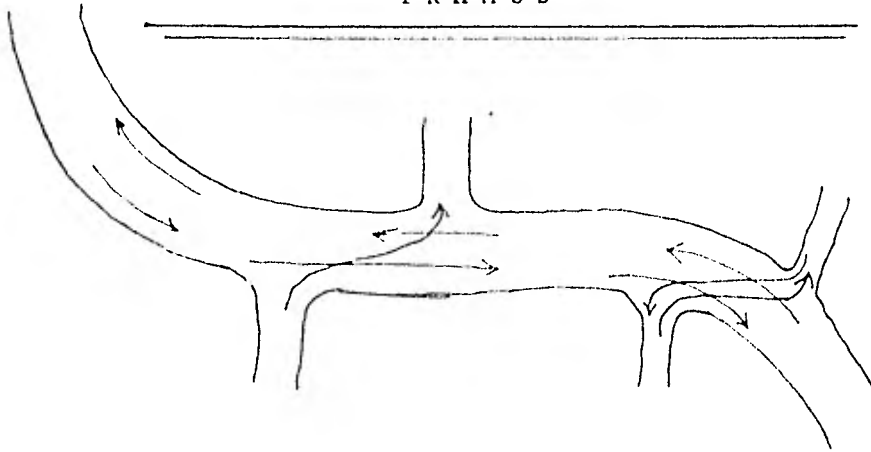


Fig. 44

zar la capacidad crítica.

- Determinar la capacidad, el volumen de demanda, y la relación V/c. En carriles de 4 carriles, o más la capacidad ideal es de 2000 vehículos por hora por carril y en caminos de 2 carriles será de 2000 vehículos por hora en ambos sentidos.
- Por medio de tablas obtener la velocidad de operación mediante la relación V/C.
- Se determinan las velocidades de operación y las relaciones de V/C para todo el tramo usando promedios
- Por último se revisan las relaciones V/c en los puntos más críticos cuidando que no se excedan de la capacidad.

Para carreteras de 2 carriles la siguiente fórmula nos da el volumen de servicio y considera todos los factores antes mencionados.

$$VS = 200 (V/C) W TB$$

donde

VS = Volumen de servicio (veh/hora) ambos sentidos

V/C = Relación volumen a capacidad tomado de la tabla

(Apéndice 4-4)

W = Factor de ajuste por anchura de carril y distancia libre lateral de acuerdo a un determinado servicio, (tabla apéndice 4-2)

T = Factor de ajuste debido a la presencia de vehículos pesados, tablas apéndice 4-5 ó combinando las tablas 4-6 y 4-10 ó 4-9 y 4-10

B = Factor de ajuste debido a la presencia de autobuses, tablas apéndice 4-6 y 4-10 o 4-8 y 4-10

A continuación presento un ejemplo para aclarar este caso.

EJEMPLO:

Se tiene un camino con una superficie de rodamiento de 7.0 metros de 2 carriles y con acotamientos de 0.50 m. a cada lado. En dicho camino se tiene una velocidad de proyecto de -- 80 km/hr. con un 15% de camiones y 4% de autobuses dentro de la composición vehicular el tramo en estudio se encuentra en lomerio además de presentar la velocidad de operación de --- 68 km/hr para el 85% de los vehículos y una distancia de visibilidad de rebase mayor o igual a 450 m en 50%

SOLUCION

$$VS = 2000 V/C W TB$$

de la tabla 4-4 obtenemos $V/C = 0.425$ que se obtiene interpolando pues para velocidad promedio de proyecto = 80 km/hr y para distancia de visibilidad 450 m en 50% no se tiene dato. de la tabla 4-5 obtenemos $W = 0.81$ para distancia de la orilla del carril a la obstrucción de 0.60 m. y obstrucción de los 2 lados además de considerar ancho de carril 3.60 m. y nivel B. de la tabla 4-7 obtenemos $T = 0.625$ también interpolando en terreno ondulado nivel de servicio B y C y para un porcentaje en 14 y 16% de camiones o sea 15%. Por último de la tabla 4-6 obtenemos un factor de 4 para terreno ondulado correspondiente a los autobuses y con este valor y el % de autobuses entramos a la tabla 4-10 encontrando un valor de $B = 0.89$

con todos estos valores sustituimos la formula inicial y tenemos

$$V S = 2000 (0.425) (0.81) (0.625) (0.89)$$

$$V S = 383$$

Este volumen de servicio debe ser mayor al volumen de demanda para tener un buen servicio

Para calcular la capacidad del camino se toma $(V/c) = 1$

$$V S. = 901$$

Para carreteras de cuatro carriles o más existe una variable en la fórmula del Volumen de Servicio que es el número de carriles y tenemos:

$$V S = 2000 (V/C) N (T W B)$$

donde

N = número de carriles en un sentido

VS = Volumen de servicio (veh/hora) en un sentido

(V/C) = relación volumen a capacidad se obtiene en la tabla 4-1

W = Factor de ajuste debido al ancho de carril y claro lateral se obtiene en la tabla (4-2)

T = Factor de ajuste para camiones que se obtiene en las tablas 4-11 ó combinando las tablas 4-3 y 4-14 ó 4-13 y 3-14

B = Factor de ajuste para autobuses de tablas 4-3 y 4-14

INTERSECCIONES A NIVEL

Otro tipo de tramos a analizar es cuando tenemos intersecciones a nivel en las cuales es importante determinar la capacidad en cada uno de los accesos que la componen obteniéndose diferentes

capacidades para cada uno de estos aunque tengan una misma anchuro.

Para calcular la capacidad en cada uno de los accesos nos auxiliaremos de gráficas (apendice 4-15 a 4-20) para la -- aplicación de dichas gráficas hay que tomar en cuenta si se trata de areas urbanas o rurales.

Estas gráficas son dadas en función del método del Manual de Proyecto geométrico de carreteras que se avoca a inter-- secciones con semáforos ya que aquellos que no lo tengan, se estudiaran como si las tuvieran suponiendo una distribu-- ción de tiempo en función de los volúmenes y anchura de -- accesos.

Para este tipo de intersecciones se tienen las siguientes - variables que se relacionan con los volúmenes máximos.

CONDICIONES FISICAS U OPERACIONALES

Anchura de acceso

Uno o dos sentidos de circulación

Tipo de estacionamiento en la calle

Porcentaje de vueltas

Porcentaje de autobuses foráneos y camiones

Porcentaje de autobuses urbanos

Semáforos

Marcas en el pavimento

Condiciones Ambientales

Factor de hora máxima

Población del área metropolitana

Factor de carga

Hay factores de dos tipos que afectan la cantidad de vehículos que pueden pasar por un acceso y estos factores son variables como volumen de servicio, velocidad, tamaño de los vehículos etc. y los fijos como son las características del acceso, ancho, dimensiones, etc.

El control de vueltas cae en 4 casos 1o. cuando no existe carril especial o fase para vueltas, 2o. cuando existen carriles especiales para dar vuelta con control de semáforos, 3o. cuando existen carriles, especiales pero sin control de semáforos -- 4o. cuando hay fase especial de semáforos para dar vuelta, pero no hay carril especial.

Las unidades que se usan para el volumen de servcio en intersecciones controladas con semáforos, son de vehículos por hora deluz verde, dado que se estudian los volúmenes cuando hay luz verde o sea cuando hay flujo de tránsito.

Por otro lado el porcentaje de vehículos pesados afectan ya - que su velocidad al iniciar el movimiento cuando éstos se encuentran en una intersección es muy baja.

La fórmula siguiente nos dá el volumen de servicio en una intersección controlada con semáforo.

$VS = \text{Volumen en el acceso} \times \text{factor compuesto}$

$VS = \text{Volumen de servicio en vehículos por hora real}$

$\text{Volumen en el acceso} = \text{Volumen de vehículos por hora de luz verde en el acceso.}$

$\text{Factor compuesto} = P \times PHM \times BT \times VD \times VI \times AL \times \quad /ci$

$P = \text{Factor de corrección por el tamaño de la población}$

FHM = Factor de hora máxima

BT = Factor de ajuste por autobuses y camiones .

VD = Factor de ajuste por vuelta derecha

VI = Factor de ajuste por vuelta izquierda

AL = Factor de ajuste por autobuses locales

v/ci relación de verde a ciclo

TRAMOS DE ENTRECruzAMIENTO

A continuación se da el caso de tramos de entrecruzamiento siendo estos el cruce de corrientes de tránsito que se mueven en la misma dirección general por medio de movimientos de convergencia y divergencia y los podemos encontrar en autopistas, intersecciones canalizadas, glorietas, etc.

En una zona de entrecruzamiento se debe tener muy presente la capacidad tomando en cuenta la operación sobre el camino y la operación de entrecruzamiento.

Hay varios tipos de entrecruzamientos y son:

Entrecruzamientos simple: Es aquel en el que existe una entrada al camino seguida por una salida del mismo en este tipo encontramos los siguientes casos:

- 1o. Secciones únicas con operación obligada
- 2o. Secciones con doble propósito
- 3o. Secciones de entrecruzamiento compuestas
- 4o. Secciones de entrecruzamientos separadas

Entrecruzamiento múltiple. En este caso se cuenta con más de una entrada o más de una salida o la combinación de éstas.

Entrecruzamiento de un solo lado o de ambos lados. Como su nombre lo indica según de un solo lado cuando tengan salidas o en

tradas de un solo lado y son estas las más comunes y son de ambos lados cuando 2 arterias principales se cruzan.

En las zonas de entrecruzamientos hay 2 tipos de vehiculos aquellos que entran se mezclan con el flujo de tránsito sin entrecruzarse y posteriormente salen de la zona de entrecruzamiento (en las gráficas reciben el nombre de V1 y V2) y - los que entran a la zona de entrecruzamiento cruzando dicha zona y (serán llamadas en gráficas W1 y W2.)

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los tipos de entrecruzamientos antes descritos

TIPOS DE ENTRECruzAMIENTOS.

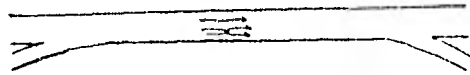


a) SIMPLE

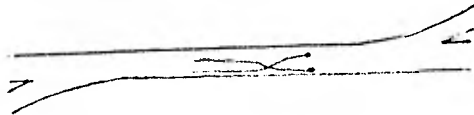


b) MULTIPLE

TIPOS DE ENTRECruzAMIENTOS



a) DE UN SOLO LADO



b) DE AMBOS LADOS

Fig. 46

Para analizar esta gráfica veremos lo que es calidad de flujo entendiéndose por esta la medida de operación vehicular en zonas de entrecruzamiento y esta relacionada con el nivel de servicio máximo por carril y la velocidad de operación, para tal caso se dan a continuación dos tablas que combinan la calidad de flujo (que va en números romanos del I al V) con la velocidad de operación y con los volúmenes de servicio máximo por carril.

RELACION ENTRE CALIDAD DE FLUJO Y VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO EN LA ZONA DE ENTRECruzAMIENTO

CALIDAD DE FLUJO	VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO POR CARRIL (VEH/HORA)
I	2000
II	1900
III	1800
IV	1700
V	1600

RELACION ENTRE CALIDAD DE FLUJO Y VELOCIDADES DE OPERACION

CALIDAD DE FLUJO	VELOCIDAD DE OPERACION (KM/H)
I	80 - o más
II	70 - 80
III	60 - 70
IV	50 - 60
V	50 o menos

El último caso que tenemos es el de rampas siendo éstas los tramos que ligan vías a diferente nivel en una intersección.

RAMPAS.- Como se había visto en capítulos anteriores las -- rampas deben estar muy bien diseñadas para un funcionamiento óptimo ya que de no ser así el camino se vería afectado por congestionamientos, ya sean rampas de entrada o de salida al camino. Así pues el volumen que puede admitir una rampa depende de su entrada o su salida.

* La capacidad en una rampa debe ser la menor de los 3 casos siguientes.

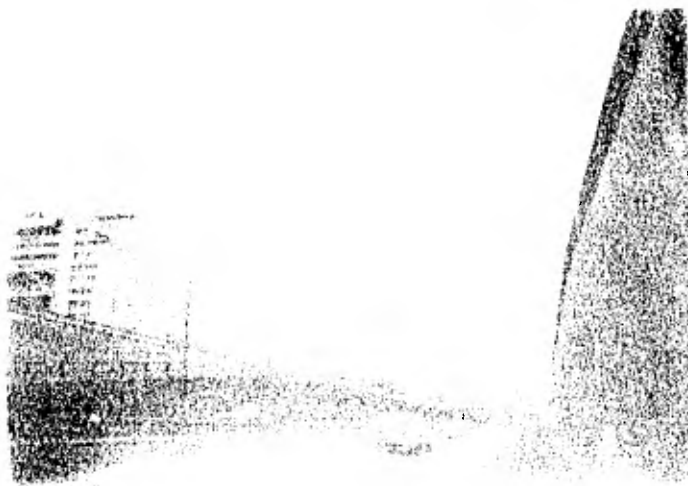
- 1) La capacidad de la conexión de la rampa con la autopista.
- 2) La capacidad de la rampa
- 3) La capacidad de la rampa en la conexión con el sistema -- vial adyacente.

Los problemas que presentan las rampas son evitar el congestionamiento del carril exterior de la vía justo en la salida hacia la rampa, evitar sobrecargar el carril de las calles adyacentes con los que conecta la rampa de salida.

Para obtener la capacidad en las rampas el Manual de Capacidad presenta una serie de 18 ecuaciones con sus respectivos monogramas (solo para niveles de servicio A a C)

Para las tablas antes mencionadas del anexo IV referirse al libro -- INGENIERIA DE TRANSITO . ING. RAFAEL CAL Y MAYOR.

* Ingeniería de Tránsito.- Ing. Rafael Cal y Mayor



RAMPA DE SALIDA .- Los problemas que presentan las rampas son evitar el congestionamiento del carril exterior de la vía justo en la salida hacia la rampa.

ACCIDENTES.- Se estudian considerando los datos obtenidos en éstos y a los cuales se dividen en 3 casos que son:

- 1) Causa Aparente
- 2) Causa Mal (falla operacional)
- 3) Magnitud de problema

CAUSA APARENTE.- Está en función al criterio de la persona encargada de rendir un informe del accidente esta causa es aparente hasta que no se compruebe cuál fué la real aunque pueda ser esta misma.

FALLA OPERACIONAL. Estas causas pueden ser de diversos tipos como aquellas que se le atribuyen al conductor, al peaton, al vehículo o al camino, aunque la mayoría de los casos es debido a factores humanos como manejo inadecuado, por exceso de velocidad, estado de ebriedad etc. en cuanto a falla operacional de los vehículos se debe en primer lugar a fallas de frenos, luces delanteras, traseras y otros, las fallas del camino son aquellas como curvas muy cerradas, obstáculos peligrosos, distancia de visibilidad inadecuada etc. Hay otro tipo de factores en los accidentes que son los ambientales como lluvia, granizo, heladas, neblina, etc.

MAGNITUD DEL PROBLEMA.- Para saber cuál fué la magnitud del problema nos auxiliaremos de varios índices que relacionan los saldos de muertos o de accidentes con respecto a la población o a los vehículos o a los kilometrajes recorrido.

INDICES DE ACCIDENTES.

1.- Indice de accidentes con base en la población

$$Ip = \frac{Acc \times 100,000}{P} \quad (\text{número de accidentes por cada } 100,000 \text{ habitantes})$$

donde

Acc = Número de accidentes con 1 año

P = Número de habitantes de la población

2. Indice de accidentes con base en los vehículos registrados.

$$Iv = \frac{Acc \times 10,000}{Veh.} \quad (\text{número de accidentes por cada } 10,000 \text{ vehículos})$$

Acc = Número de accidentes en 1 año

Veh = No. de vehículos registrados

3. Indice de accidentes con base en el kilometraje generado.

$$Ik = \frac{Acc \times 1,000,000}{Veh - Kil.} \quad (\text{número de accidentes por cada millón de vehículos - kilometros})$$

Veh - Kil = TDPA x 365 x longitud

Estos mismos índices los podemos obtener en base al número de muertos en el año en lugar del número de accidentes en el año obteniendo así los índices de mortalidad.

Como ya se ha dicho hay 2 tipos de causas de accidentes y en ocasiones estas dos serán las mismas, estas causas según esta estadísticas que se han realizado son en orden de importancia:

En Carreteras

Exceso de velocidad	46.8%
Invasión de circulación contraria	19.2%
Imprudencias para manejar	12.4%
Otras	21.6% Según estadística de E.U.

Caminos Federales

Exceso de velocidad	26 %
Imprudencia al manejar	18 %
Invasión de circulación opuesta	12 %
desperfecto del vehículo	11 %
Imprudencia de peatones	8 %
Dormirse manejando	7 %
Por estacionarse sin protección	4 %
Estado alcohólico	4 %
Falla del camino	2 %
deslumbramiento	2 %
otras	6 % según estadísticas de México

Caminos Urbanos de una ciudad

Imprudencia del conductor	47.5%
No respetar la señal de ALTO	21.5%
Manejar en estado de ebriedad	9.4%
Al salir del estacionamiento	8.2%
Estacionamiento en la calle	7.5%

Exceso de velocidad 4.1%

Falla mecánica 1.8% Según estadística de la ciudad de Puebla.

Como se puede observar en caminos urbanos la principal causa de accidentes son imprudencias del conductor o no respetar - la señal de alto no en cambio en caminos federales como carreteras donde el principal problema es la velocidad en exceso.

ACCIDENTES DE TRANSITO TERRESTRE POR ZONAS Y TIPO DE ACCIDENTES.

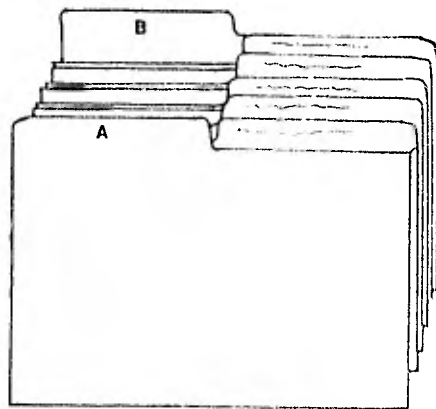
CONCEPTO	1977			1978			1979		
	FATAL	NO FATAL	SOLO DAÑOS	FATAL	NO FATAL	SOLO DAÑOS	FATAL	NO FATAL	SOLO DAÑOS
Acci.en zona urbana	3402	29925	75618	3217	30340	80000	3486	32547	91516
Accid.en zona rural	2517	7157	18028	4582	6570	22408	2910	8738	27022
Colisión con otro vehículo	1675	15888	75020	2448	16108	81967	2142	18403	92051
Atropellamiento	2276	12868		2424	12821		1938	12758	
Colisión con animal	34	105	491	39	98	528	63	185	576
Otros accidentes de 1 solo vehículo	1553	4985	16128	2286	4434	17120	1988	7469	22863
Otros	381	3236	2007	597	3449	2793	265	2470	3048

VICTIMAS DE ACCIDENTES DE TRANSITO TERRESTRE EN ZONAS URBANAS
Y RURAL

CONCEPTO	1977		1978		1979	
	MUERTOS	HERIDOS	MUERTOS	HERIDOS	MUERTOS	HERIDOS
Víctimas						
Zonas Urbanas	3936	44 247	3663	45249	4063	49 104
Zona rural	4264	19 406	8926	22808	5238	26 213

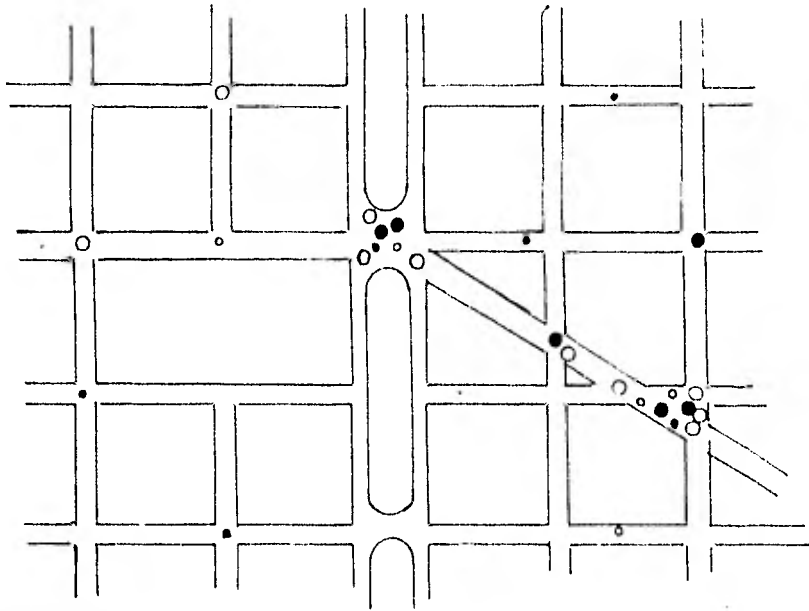
Los accidentes deben ser registrados para poder modificar ya sea el camino, el reglamento o lo que sea necesario para poder evitar más accidentes, con tal fin se tienen archivos así como formas para asentar todos los datos que hagan falta, así mismo se cuenta con mapas con determinada simbología para localizar los accidentes y así poder ver donde son más frecuentes, más graves, etc.

Se dan ejemplos de los archivos, formas y mapas antes mencionados.



A R C H I V O S

Fig . 48



M A P A D E F R E C U E N C I A

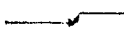
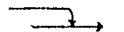


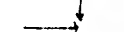



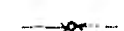



Fig. 49

Los accidentes se clasifican según la causa en los siguientes:

1. Salida del camino
2. Volcadura
3. Accidente con peatones
4. Accidente con otros vehículos en tránsito
5. Accidente con ferrocarril
6. Accidente con ciclista
7. Accidente con animales
8. Accidente contra objeto fijo
9. Accidente contra otros objetos

Además se tiene simbología para los tipos de accidentes, ya sea de un vehículo contra otro o atropellamiento etc. y tenemos:

SIMBOLOS DE COLISIONES





-  COLISION POR VUELTA IZQUIERDA
-  COLISION LATERAL
-  COLISION TRASERA
-  COLISION DE FRENTE
-  COLISION A 90°
-  VEHICULOS FUERA DE CONTROL
-  COLISION TRASERA CON VEHICULO EN REVERSA
-  ACCIDENTE CON MUERTOS
-  ACCIDENTE CON HERIDOS
-  ACCIDENTE CON DAÑOS MATERIALES EXCLUSIVAMENTE
-  ACCIDENTE CON VEHICULOS EN REVERSA
-  VEHICULO EN MOVIMIENTO

-- → PEATON

▣ VEHICULO ESTACIONADO

□ OBSTRUCCION FIJA

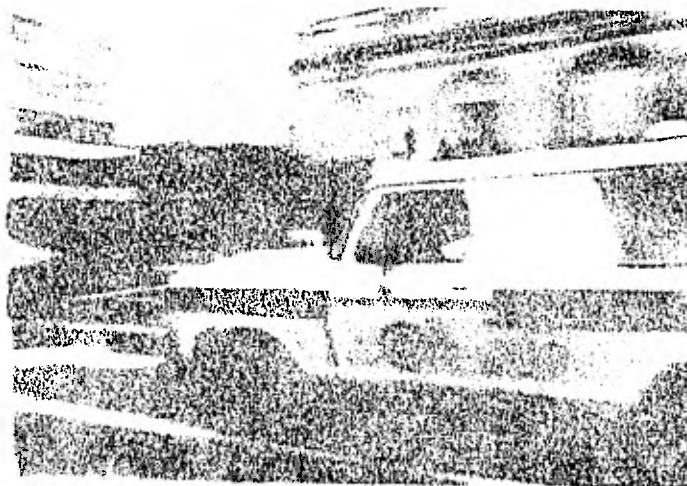
SIMBOLOGIA DE ACCIDENTES

TIPO DE ACCIDENTE	S I M B O L O G I A	
	ACCIDENTES FATALES	ACCIDENTES NO FATALES
VEHICULOS CONTRA PEATON		
VEHICULOS CONTRA VEHICULOS		

En vista que los accidentes año con año van aumentando y que son estos uno de los principales problemas de la ingeniería de tránsito, se ha dado un programa preventivo, este programa fue presentado en la XIV Convención Nacional de Directores de Tránsito en Tuxtla Gutiérrez el año de 1972, como el plan nacional de seguridad vial. En dicho plan se ascientan las siguientes normas:

1. Inspeccionar los vehículos periódicamente
2. Seguridad del Motociclista
3. Educar al conductor y al peatón
4. Ofrecer servicios médicos de emergencia
5. Limpiar el lugar donde ocurrió el accidente
6. Vigilar aquellos lugares donde sean factibles a ocurrir - accidentes
7. Registros de vehículos y licencias
8. Registro de datos de tránsito así como la localización de los lugares donde ocurren mayor número de accidentes.
9. Tener un reglamento adecuado y hacer que se cumpla
10. Contar con una buena vigilancia policiaca
11. Diseñar y construir así como mantener en buen estado, calles, carreteras, etc.
12. Contar con un buen sistema de dispositivos para controlar el tránsito y proteger al peatón.
13. Enseñar la Ingeniería de Tránsito y crear departamentos de Ingeniería de Tránsito.

- 134a-



PROGRAMA PREVENTIVO DE ACCIDENTES.- Se deben ofrecer servicios médicos de emergencia adecuados.

ORIGEN Y DESTINO

Los estudios de origen y destino nos permiten conocer del usuario de donde parte y hacia donde van lo cual es muy importante saber para diversas aplicaciones como por ejemplo la capacidad de un determinado camino, etc.

Hay que distinguir entre destino final y destino inmediato y - serán el lugar al cual se piensa llegar al final del trayecto y lugares donde se piensen hacer paradas ya sea por poco tiempo o por unos cuantos días respectivamente.

Por otro lado hay que tomar en cuenta que al realizar un estudio de origen y destino se puede aprovechar y ampliar éstos estudios con datos como propósito de viaje, tipo de vehículos, - ocupantes por vehículo, etc.

Hemos visto ya lo que es un estudio de origen y destino, veamos ahora los métodos de estudio.

METODOS DE ESTUDIO.

1. Entrevista Domiciliaria.- El problema que presenta este método es el costo ya que se requiere de bastante personal así - como de tiempo para llevarse a cabo. En este método el mas ve-raz.

Este método es llevar a cabo una especie de censo, esto se procede de la misma forma que cuando se realiza un censo informándole a la población con anticipación que se llevará a cabo dicho estudio, y escogiendose una muestra representativa de vivien

ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

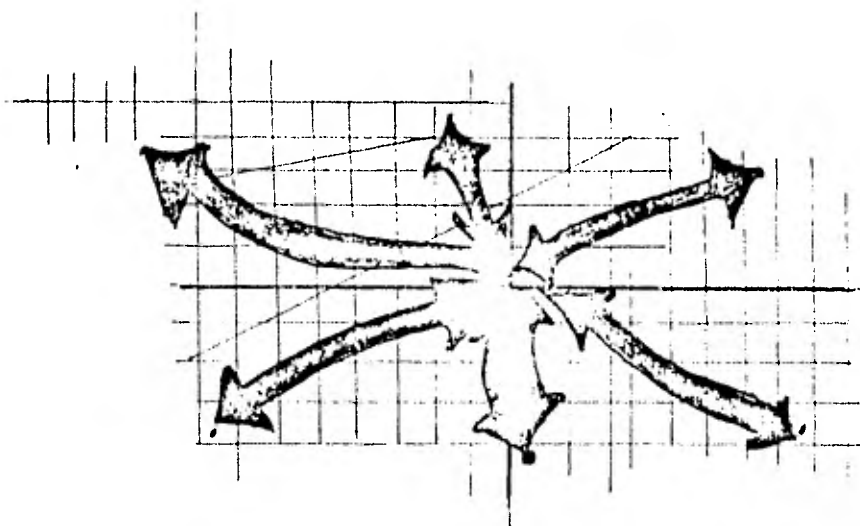


Fig. 51

das, se les entrevista a los inquilinos obteniendo todos los datos deseados como características de los viajes de todos los integrantes de la familia.

2. Encuesta de conductores. Se lleva a cabo en puntos escogidos del camino por parte mínima de personal, los cuales preguntarán directamente al conductor entre otras preguntas el origen último y destino inmediato, propósito del viaje, etc. Debido a que no se pueden detener por mucho tiempo a los conductores por este motivo no se pueden extender mucho el número de preguntas.

3. Método de la Tarjeta Postal. En el camino se le entrega al conductor tarjetas que deberán ser llenadas según instrucciones que llevan y posteriormente ser colocadas en el buzón para ser regresadas a las oficinas encargadas de este estudio. Las tarjetas se le pueden entregar al conductor en lugares -- estratégicos como casetas de cobros, semáforos, etc, así pues se ahorra muchísimo tiempo, las tarjetas no necesitan timbres con el fin de no causar desintereses en el usuario, la ventaja que puede tener este método es que tiene costos muy bajos, ya que no se requiere adiestrar al personal, otra ventaja es que se puede extender el cuestionario obteniendo más información por parte del usuario, pero también presenta desventajas como son la falsedad con que pudieran contestar los usuarios o las pocas tarjetas que puedan ser devueltas.

4. Método de las placas.- Se aplica a una ruta específica con-

locando al personal a lo largo de ésta con el fin de anotar - los 3 últimas cifras de las placas para identificar los vehículos además se cuenta con personal extra para tomar un conteo del número de vehículos que pasan por el tramo en cuestión y - así poder tener un porcentaje de los vehículos analizados. Una variante de este método consiste en anotar las placas de los - vehículos estacionados siendo este el destino y como origen se rán el domicilio del dueño del vehículo obteniendo del registro de vehículos.

Las ventajas que tiene este método son obtención de datos reales en cuanto a origen y destino además de no tener interferencia con el flujo vehicular. En cambio las desventajas que presenta son entre otras el número tan grande de personal que se requiere para llevar a cabo este método además de que no proporciona el propósito de los viajes.

Para saber que método es el apropiado se toma en cuenta el propósito del estudio y las dimensiones de la población.

Como vimos al principio de este capítulo los estudios de origen y destino tienen varias aplicaciones entre las cuales podemos enumerar las siguientes:

APLICACIONES

1. Poder determinar si un camino rural debe pasar por dentro de una población o ser periférico a ésta.
2. Estar capacitados para localizar un punto en un río.

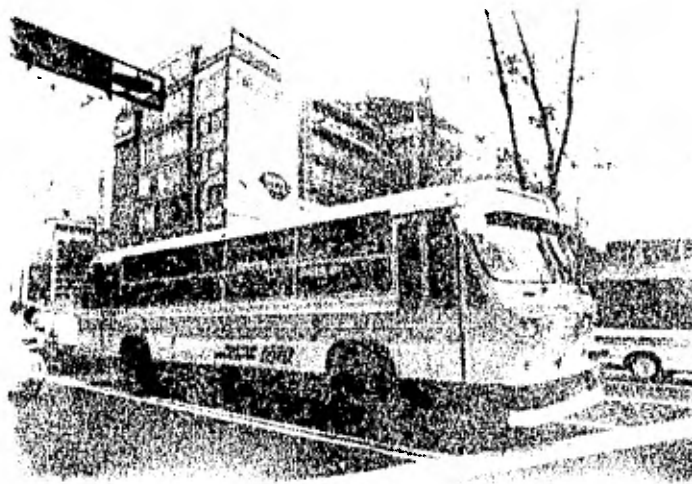
3. Ver si resulta necesario la reconstrucción de un determina
do camino o construir otro paralelo a éste.
4. Crear rutas de vehículos pesados al través de una ciudad,
etc.

TRANSPORTE PUBLICO.- Se entiende por transporte público el número de vehículos destinados a mover pasajeros de un lugar a otro y estos vehículos pueden ser de varios tipos y características como son: Autobuses urbano, Trolebus o tranvía, tren metropolitano. En distancias largas el transporte que se estudia es el Autobus foráneo ya que forma este una parte importante del camino.

NUMERO DE UNIDADES DEL SERVICIO PUBLICO FEDERAL DE AUTOTRANSPORTES DE PASAJEROS Y PASAJEROS TRANSPORTADOS SEGUN CLASE DE SERVICIO.

CONCEPTO	1977		1978		1979	
	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES
1a.	3641	173	3963	189	4711	226
2a.	10676	545	11305	577	13157	690
Mixta	973	54	1026	57	1283	72
Puertos y Aeropuertos	746	9	895	11	1049	13
Con guía de Turistas	1368	2	1443	2	1728	3
Especializado	15		15		18	

FUENTE: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.



AUTOBUS URBANO.- Vehículos destinados a mover pasaje de un lado a otro de la ciudad.

NUMERO DE UNIDADES DE SERVICIO PUBLICO FEDERAL DE AUTOTRANS-
PORTE DE PASAJEROS Y PASAJEROS TRANSPORTADOS SEGUN TIPO DE
VEHICULOS.

CONCEPTO	1977		1978		1979	
	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES	UNIDADES	PASAJEROS MILLONES
Total	17 419	783	18 647	836	21 946	1004
Ornibus	15 290	772	16 294	823	19 151	988
Automovil	1 368	2	1 443	2	1 728	3
Camioneta	746	9	895	11	1 049	13
Microbus	15		15		18	

FUENTE: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

Las ciudades más desarrolladas cuentan con una combinación de sistema de transporte logrando así el transporte de varios millones de personas.

Entre las características que debe presentar un buen sistema - de transporte público tenemos la seguridad y la eficiencia. SEGURIDAD. Se mide ya sea en números absolutos o por medio de índices y son números absolutos los números de accidentes, número de muertos o la pérdida económica, estos valores se pueden tener en función de rutas determinadas o por sistema. Los índi-

ces también se miden por rutas o por sistemas.

EFICIENCIA. La eficiencia se toma en cuanto a cobertura, ocupación o velocidad comercial.

Se entiende eficiencia de cobertura al porcentaje de la mancha urbana (superficie de la ciudad) que sea cubierta por rutas de transporte, teniendo una buena eficiencia cuando se logra cubrir la mayor parte de esa superficie urbana sin que se lleguen a sobreponer unas rutas con otras.

La eficiencia de velocidad comercial es un factor muy importante pues en base a esta se puede dar un servicio óptimo de transporte. Cuando una ruta no funciona en cuanto su velocidad comercial hay que buscar el porqué, por ejemplo si una ruta pasa -- por alguna intersección que presente muchos conflictos o por algún centro comercial en el cual exista congestionamiento, estos casos estarán perjudicando la operación de la ruta y como solución se podría evitar ese tipo de trastornos combinando la ruta dos o tres cuadras.

Por último la eficiencia de ocupación consiste entre los pasajeros a bordo y la capacidad del vehículo de transporte teniendo una eficiencia óptima cuando el número de pasajeros a bordo es igual a la capacidad del vehículo y entonces n será igual a la unidad.

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA. Hay tres sistemas de administración que son empresa privada, propiedad pública y propiedad múltiple.

Empresa Privada. Es aquella en la que es la iniciativa privada la que se encarga de la operación y de-en estar controladas -- por el gobierno en cuanto a tarifas se refiere.

Propiedad Pública. Es administrada por el gobierno ofreciendo mejor servicio ya que se tienen menos conflictos obrero-patro-nales, además de no causar impuestos pero se tiene la desventaja que causan un mayor costo de operación.

Propiedad Múltiple. Operado a través de uniones o cooperativas lo cual motiva un gran número de patrones obreros ya que los - mismos dueños de la unidad la manejan y administran pero están agrupados en líneas, cooperativas, sindicatos, etc.

ESTUDIOS TECNICOS.- Los estudios técnicos son un punto muy importante a realizar en este tema y para mayor información acudir al Manual de Estudios de Tránsito y Transportes de la Asociación Americana de Transportes.

Aquí se da el caso de 3 estudios técnicos que son recuentos de pasaje en puntos de máxima demanda, recuentos de ascenso y descenso de pasaje y tiempos de recorrido.

RECUEOTOS DE PASAJE EN PUNTOS DE MAXIMA DEMANDA.

Consiste en tomar puntos de una ruta donde la demanda sea máxima y contar los pasajeros a bordo de cada unidad. Este estudio que es uno de los más importantes permite determinar las variaciones ya sean horarios o diarias de los volúmenes de pasajeros con lo cual se puede ver en que punto se deben agregar o disminuir unidades para mejorar el servicio.

RECUEENTOS DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJE.

Este tipo de recuento nos permite saber el número de pasajeros que ascienden o descienden de la unidad, así como la ocupación de la misma, lo cual podemos aplicar en conocer de que longitud debemos tener la ruta, cuantas paradas pueden ser suprimidas y cuales son funcionales, y el tiempo de recorrido.

TIEMPO DE RECORRIDO. En este estudio nos basaremos en 3 factores bien importantes que son: a) Condiciones del tránsito, b) Eficiencia y operación y c) Equipo. Cada uno de estos 3 factores tienen su importancia y nos permiten conocer un tiempo de recorrido con sus agravantes como demoras. Este estudio debe hacerse de tal manera de conocer los tiempos de recorrido en la hora de máxima demanda, así como en la hora de baja demanda estableciendo así los tiempos de recorrido en la ruta, una vez que se conoce el tiempo de recorrido, se puede comprobar la eficiencia de los conductores, del equipo etc.

Asimismo se puede determinar si una ruta debe ser modificada o recortada en su longitud, etc.

ESTACIONAMIENTOS

El estacionamiento es una parte importante en la planeación de arterias viales y se define como la zona terminal donde se pueda dejar el vehículo mientras este no se use.

La falta de estacionamiento afectan el funcionamiento de vialidad en las calles.

En la actualidad el proyectista con un razonamiento (de que por cada 24 hrs. del día el vehículo está en movimiento 3 horas como máximo, quedando 21 horas estacionado en algún lugar) se ha creado un nuevo criterio que es preocuparse por los lugares donde el vehículo estará estacionado además de proporcionar un lugar donde desplazarse pues para que las vías principales trabajen eficientemente debe existir un proyecto que considere una adecuada utilización del suelo, de manera que no cause problemas al usuario por no poder estacionar su vehículo o estacionarlo en una vía entorpeciendo el tránsito de ésta.

TIPOS DE ESTACIONAMIENTOS.- Se dividen en 2 tipos

1o. En la calle

2o. Fuera de la calle (en lotes edificios), son públicos y privados y pueden ser de autoservicio o por acomodadores, pueden funcionar mediante elevadores o rampas.

La solución simplista fue usar la vía pública lo cual fue posible en un principio porque había lugar para todos, después se hizo cada vez más difícil hasta el punto tal de tenerse que prohibir. Si el nivel de servicio llega es cuando se debe suprimir el estacionamiento, esto provoca un

desequilibrio de oferta y demanda siendo ésta última siempre creciente.

Una vez que se vió que el estacionarse en la calle era ya im posible se crearon los estacionamientos fuera de la calle, en la actualidad hay países como México que exigen que al cons-- truirse una nueva edificación, ya sea para oficinas o para ha bitación deberá constar con una area destinada a estacionamientos.



ESTACIONAMIENTOS EN LA CALLE

Fig. 53

BASES QUE DETERMINAN LA DEMANDA DE ESPACIO PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS QUE GENERA EL USO DEL PREDIO O CONSTRUCCION DE ACUERDO CON EL ARTICULO 34 DE LA LEY SOBRE ESTACIONAMIENTOS DE VEHICULOS EN EL D.F.

USO DEL PREDIO	AREA CONSTRUIDA No. DE CUARTOS AULAS, ETC.	No. MINIMO DE ESPACIO PARA ESTACIONAMIENTO
CASA HABITACION MULTIFAMILIAR	Menor de 200 m2 200 - 300 m2 301 - o mayor	1 por cada una 2 por cada una 3 por cada una
HABITACION MULTIFAMILIAR	Menor de 81 m2 81 - 120 m2 121-150 m2 151 - o mayor	1 por cada una 1.25 por vivienda 1.5 por vivienda 2.0 por vivienda
OFICINAS GUBERNAMENTALES Y PARTICULARES	Ar ea total rentable	1 por cada 50 m2
COMERCIO	Area total de ventas de 100 - 500 m2 menor de 1000 m2 mayor de 1000 m2	1 por cada 50 m2 1 por cada 40 m2 1 por cada 30 m2
TALLERES DE COSTURA	Area Total	1 por cada 150 m2.
VENTA MATERIALES DE CONSTRUCCION		1 por cada 200 m2
INDUSTRIAS Y BODEGAS	Areas Industriales	1 por cada 250 m2
HOTEL Y POSADAS	Para los primeros 20 cuartos Cuartos excedentes	1 por cada 4 cuartos 1 por cada 8 cuartos
MOTEL AMUEBLADOS CON SERVICIO DE HOTEL (SUITES)		1 por cada 2 amueblados

HOSPITALES Y
CLINICAS

1a. Categoría Cuartos Privados	1 por cada cuarto
1a. Categoría Cuartos Múltiples	1 por cada 4 camas
2a. Categoría Cuartos Privados	1 por cada 5 cuartos
2a. Categoría Cuartos Múltiples	1 por cada 10 camas
Consultorios, laboratorios, Quirófanos, Salas de Expulsión, incluyendo sus circulaciones y servicios	1 por cada 15 m ²
Internados para tratamientos médicos	1 por cada 100 m ²

B ANCOS

Area Total

1 por cada 20 m²

ESCUELAS
JARDIN, PRIMARIAS,
SECUNDARIAS

Area de Enseñanza

1 por cada aula

PREPARATORIAS,
ACADEMIAS, ESCUELAS
DE ARTE Y OFICIOS
SIMILARES
OFICIALES
Y PARTICULARES

Area de Enseñanza

1 por cada 8 m²

PROFESIONALES
OFICIALES Y
PARTICULARES

Area de Enseñanza

1 por cada 6 m²

INTERNADOS
SEMINARIOS
OFANATORIOS

Area de Enseñanza

1 por cada aula

CABARETS, CANTINAS
Y RESTAURANTES CON
VENTA DE VINOS

Cupo

1 por cada 4 personas

RESTAURANTES SIN
VENTA DE VINOS,
CAFETERIAS, SALO-
NES DE FIESTAS,
ETC.

Con cupo superior a
40 personas

1 por cada 7 personas

CINES, TEATROS Y AUDITORIOS	Cupo	1 por cada 8 personas
SALAS DE ARTE	Cupo	1 por cada 4 personas
CARPAS INSTALADAS POR MAS DE 30 DIAS PARA ESPECTACULOS DE CIRCO, TEATRO O SIMILARES	Cupo	1 por cada 16 personas
EDIFICIOS DESTINADOS A TEMPLOS	Cupo	1 por cada 50 personas
ESPECTACULOS DEPORTIVOS ESTADIOS, PLAZAS DE TOROS	Cupo	1 por cada 20 personas
FRONTONES DE ESPECTACULOS	Cupo	1 por cada 10 personas
LOCALES PARA LA ENSEÑANZA DE JUDO, KARATE, DANZA NATAACION, ETC.	Area Total de Práctica	1 por cada 50 m2
SQUASHES O FRONTONES		1 por cada cancha
CANCHAS DEPORTIVAS	Area de Canchas	1.5 por cada 150 m2
BOLICHES	Mesas de Juego	1.5 por cada mesa
BILIARES	Mesas de Juego	1 por cada mesa
SALONES DE FIESTAS INFANTILES	Area para fiestas	1 por cada 50 m2
BAÑOS PUBLICOS	Area Construída	1 por cada 75 m2

TALLERES MECANICOS
Y ESTACIONES DE
SERVICIO DE
LUBRICACION

Area del Taller

1 por cada 50 m2

ESTACION DE LAVADO
DE VEHICULOS

5 por cada equipo de
lavado

CAMPOS PARA CASAS
RODANTES

85 m2 por cada unidad
pudiéndose aceptar el 25%
de espacios menores
La superficie no incluye
circulaciones y servicios
generales

VELATORIOS Y
AGENCIAS DE
INHUMACIONES

Capillas

15 por cada una

PANTONES

Fosas, Criptas
Usarios y columbarios

1 por cada 200

Para conocer la oferta de estacionamientos se mide la longitud de la calle, se le restan todos los espacios como entradas y zonas de estacionamiento prohibido y se divide entre 6.0 para saber cuantos lugares se tienen por último se ven cuantos vehículos llegan en el día poniendo observadores -- que controlen 2 o 3 cuadras de estudio y que anotarán las -- placas de los vehículos que se encuentran a una determinada hora, por ejemplo a las 7.00 a.m. después de 15 minutos se vuelve a anotar las placas de los vehículos que ahora se -- encuentran, después de otros 15 minutos se vuelve a hacer lo mismo y así hasta tener una muestra bastante considerable -- con estos datos se puede obtener el índice de rotación o sea el número de veces que se ocupan los lugares en el día. En -- una zona cercana a una empresa importante como por ejemplo -- el Centro SAHOP este índice será muy bajo porque la mayoría de los vehículos estacionados serán de personas que llegan a las 7.00 u 8.00 a.m. a trabajar luego a las 2.00 o 3.00 P.m. saldrán a comer (la mayoría por ahí mismo) y finalmente saldrán de trabajar a las 5.00 o 6.00 P.M.

Como se puede ver no mueven el carro en casi todo el día, en cambio en un centro comercial este índice será alto pues sucede lo contrario al usuario llega estaciona su carro y va de -- compras por lo mucho unas 3 o 4 horas. Para que el índice de ocupación sea eficiente se inventaron los estacionómetros -- que son relojes automáticos los cuales cuestan dinero por determinado tiempo de estacionamiento.

NORMAS TECNICAS EN MEXICO

De acuerdo a las dimensiones de los vehiculos se debe proyectar un estacionamiento y para esto se hizo un estudio llegando a la conclusión de dividir las dimensiones de los vehiculos en chicos y grandes y medianos y tenemos la siguiente tablás que nos muestra las dimensiones mínimas de cajón y dimensiones de vehiculos así como porcentaje de estos según su clase, etc.

PORCENTAJES Y DIMENSIONES DE VEHICULOS POR CLASIFICACION

TIPO	PORCENTAJES EXISTENTES	LONGITUD (DIMENSIONES)	ANCHURA (ANCHURA)
GRANDE	15	5.5	2.0
MEDIANO	45	5.0	2.8
CHICO	40	4.2	1.6

DIMENSIONES DE CAJONES PARA ESTACIONAMIENTO EN LA CALLE

TIPO DE AUTOMOVIL	DIMENSIONES DEL CAJON EN METROS	
	EN BATERIA	EN CORDON
GRANDES Y MEDIANAS	5.0 x 2.4	6.0 x 2.4
CHICOS	4.2 x 2.2	5.0 x 2.0

DIMENSIONES MINIMAS DE LOS PASILLOS

ANGULO DE CAJON	ANCHURA DEL PASILLO EN METROS	
	AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS	CHICOS
30°	3.0	2.7
45°	3.3	3.0
60°	5.0	4.0
90°	6.0	5.0

A continuación se dan una serie de gráficas y figuras para ilustrar mejor las normas de proyecto.

AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS

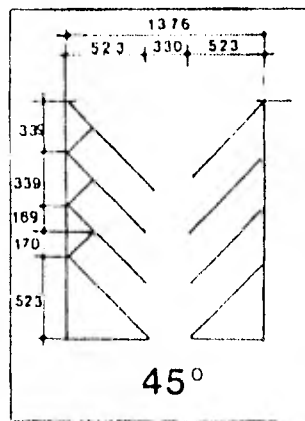
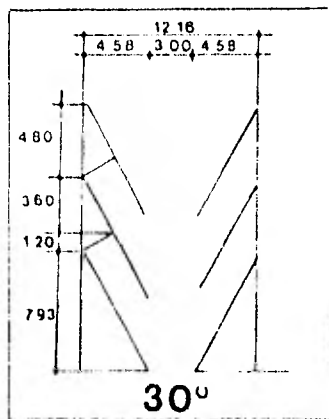
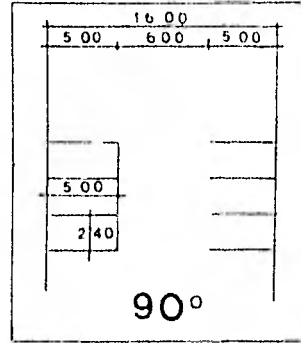
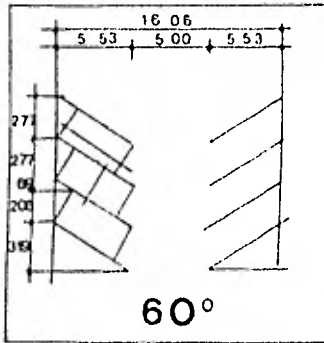
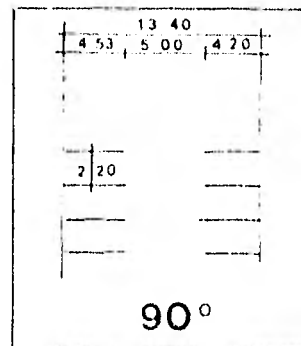
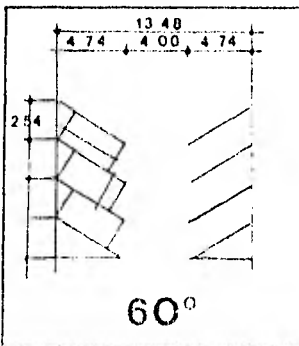
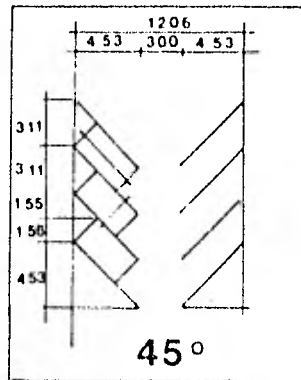
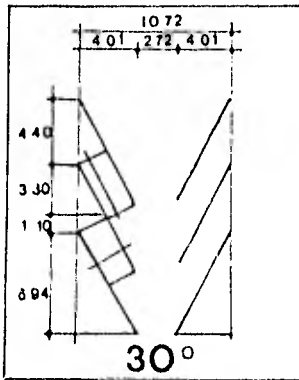


Fig. 54

AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS



AUTOMOVILES CHICOS



Se dan las siguientes recomendaciones generales para estacionamientos.

1. Tipo 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. Pendiente maxima en las rampas

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

3. En rampas rectas con pendientes mayores del 12% deberán - construirse tramos de transición en la entrada y salida con una pendiente del 6% y longitud de 3.60 m. como mínimo.

4. Anchura mínima de las fajas separadoras centrales de las rampas.

- Rampas rectas 0.30 m.
- Rampas curvas 0.45 m.

5. Anchura mínima de arroyo en rampas rectas

- 2.5 m. por carril

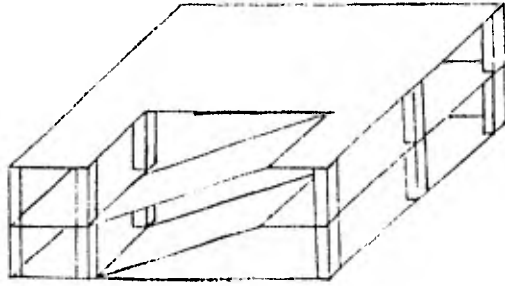
6. Radio de giro mínimo de pasillos 5.50 m.

7. Anchura de arroyo mínimo 3.50 m.

8. En rampas helicoidales

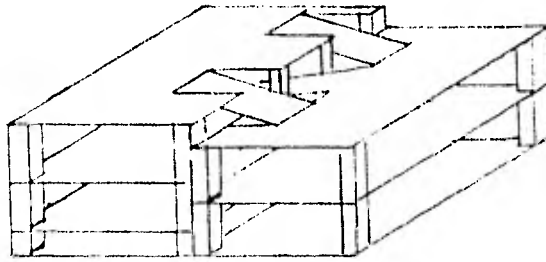
- Radio de giro mínimo al eje de la rampa (del carril interior) = 7.50 m.

RAMPAS



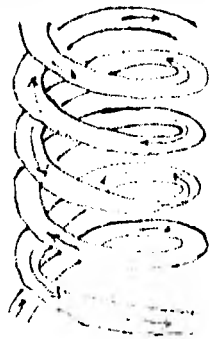
.- a)

RECTA



.- b)

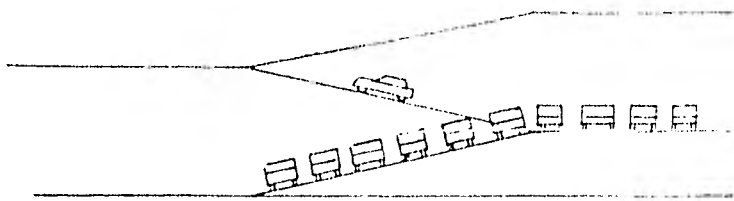
RECTA ENTRE MEDIAS PLANTAS



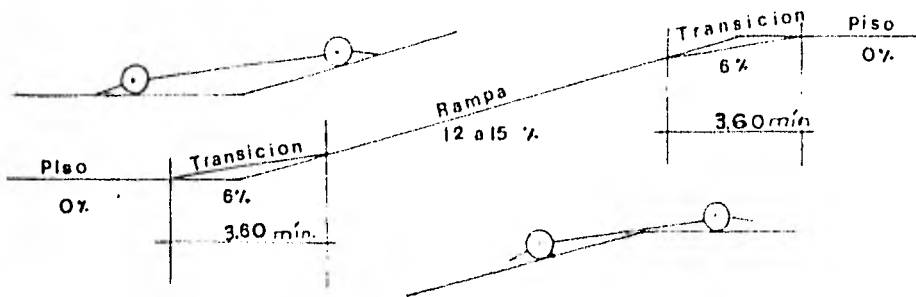
.- c)

HELICOIDAL DOBLE

155b



- d) ESTACIONAMIENTO EN LA RAMPA



- e)

TIPO	F (m)	R (m)
Grandes y Medianos	0,80	1,20
Chicos	0,60	0,80



- f)

Fig. 55

RAMPA HELICOIDAL.- Ubicada en el edificio
del Palacio de Hierro Durango de la
colonia Roma.

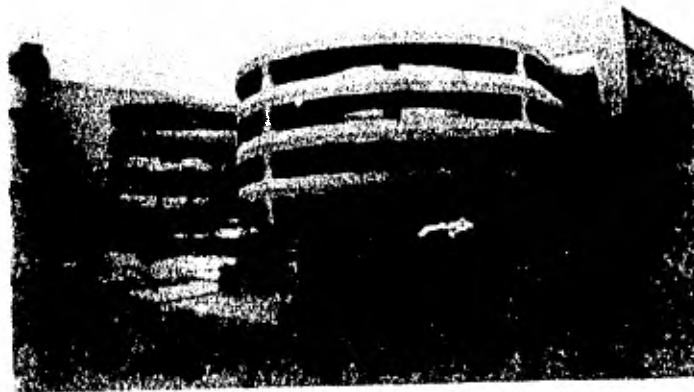


Fig. 56

- Anchura mínima del carril interior 3.50 m.
 - Anchura mínima del carril exterior = 3.20 m.
 - Sobreelevación máxima 10%
9. Altura mínima de las guarniciones centrales y laterales
0.15 m.
10. Anchura mínima de las banquetas laterales
- 0.30 m. en recta
 - 0.50 m. en curvas
11. Altura libre mínima de pisos
- Primer piso 2.65 m.
 - Demas piso 2.10 m.
12. Número máximo de pisos con rampas
13. Para estacionamientos de autoservicio toda rampa de salida deberá terminar a una distancia mínima de 5.0 m. antes de acineamiento en estos 5.0 m. se permitirá una pendiente máxima de 5% pudiendo incluirse en la misma transición.
14. Las columnas y muros que limitan pasillos de circulación deberán tener una banqueta de 0.15 m. de altura y una anchura de 0.30 m. con los ángulos redondeados.

EJEMPLO



$60 \div 16$ no nos da exacto

$80 \div 16 = 5$ que es un número exacto

No. de cajones = 248

$$\frac{\text{Área}}{\text{No. Cajones}} = \frac{4800}{248} = 22 \text{ m}^2/\text{cajón}$$

SEMAFOROS - Dispositivos electromagnéticos o electromecánicos que sirven para ordenar y dividir el tránsito peatonal y vehicular en un lugar determinado, que por lo general son las intersecciones, aunque hay casos como el controlar el paso peatonal en las escuelas a mitad de la calles

Hay varios tipos de semáforos de acuerdo a su función y son: para controlar el paso de peatones, para indicar un peligro, para proteger el cruce de peatones y escolares, para indicar la velocidad a la que se debe circular, para proteger la salida de vehículos de emergencia y para indicar la aproximación de los trenes

CARA DE UN SEMAFORO - Es la parte del semáforo que queda orientada hacia el acceso y consta de lentes los cuales al estar iluminados se le llama indicación de la lente, a todo el conjunto del semáforo se le llama CABEZA, esto sin contar el poste sobre el cual van apoyadas

Los semáforos pueden ser de dos tipos, de poste bajo o de ménsulas; los de poste bajo se colocan fuera de las calzadas sobre las aceras de las banquetas. Los semáforos de ménsulas, su cabeza está ubicada dentro de la calzada; la altura mínima de los postes bajos es de 2.40 m y 4.50 m como

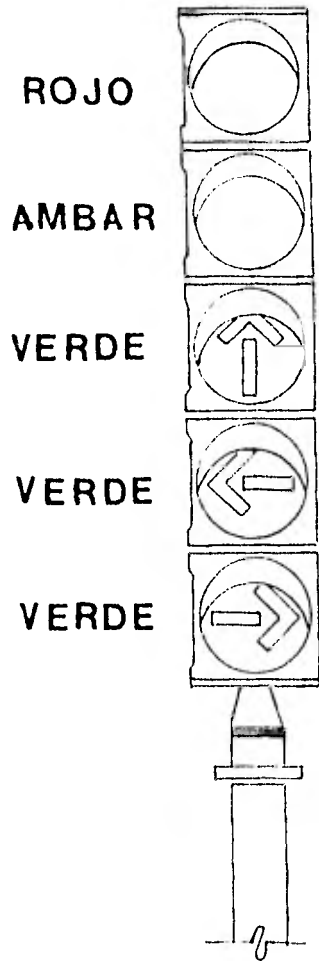


Fig. 57

máximo. La altura libre es de 4.50 m. mínimo y 5.70 m. máximo, se recomienda ubicar a 1.10 de la orilla de la banqueta

VENTAJA DE LOS SEMAFOROS - La instalación de un semáforo - presenta varias ventajas, así como desventajas sobre el tránsito; veamos ahora las ventajas que son, entre otras:

- Disminuir los accidentes de tránsito
- Mejorar la capacidad de la intersección
- Poder dar paso seguro al tránsito de las calles secundarias, tanto vehículos como peatones

DESVENTAJAS DE LOS SEMAFOROS. - Veamos ahora las desventajas que éstos presentan y que son:

- Interrumpir la circulación continua del tránsito
- Molestias para los conductores de tener que esperar mucho tiempo cuando no se encuentran bien sincronizados.
- Cuando se encuentran mal ubicados provocan más accidentes que los que provocarían cuando no los hubieran.

UBICACION DE LOS SEMAFOROS. - Para ubicar adecuadamente un semáforo en una intersección, debe quedar dentro de un área comprendida entre 20° al centro del carril opuesto y a cada lado y con una distancia mínima de 12 metros y máxima de 36 m , esto queará más claro con la ilustración siguiente

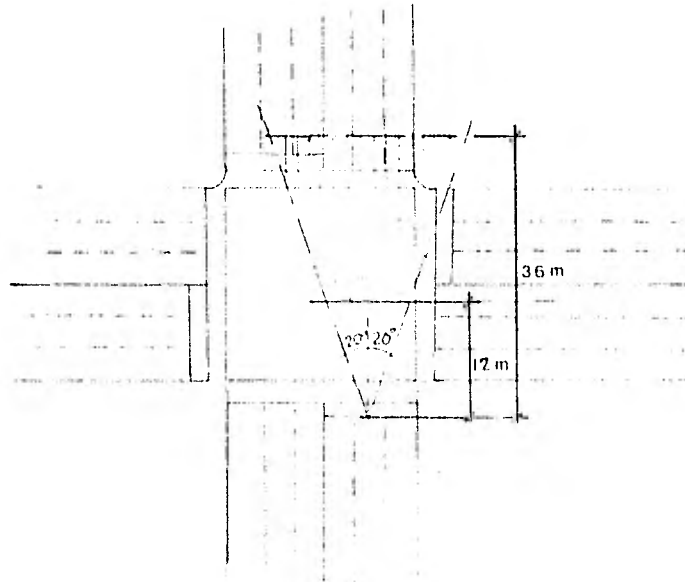
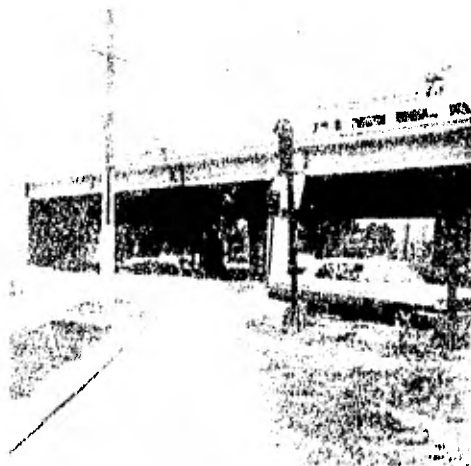


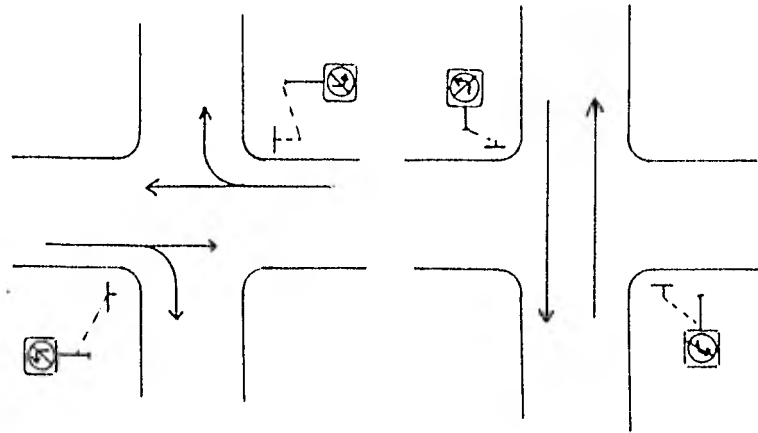
Fig. 58

FASE La fase de un semáforo es cuando en una intersección se permite el movimiento simultáneo y ordenado de vehículos, seleccionándolo por medio de una señal verde o de pase.



Los semáforos de poste se colocan fuera de la calzada sobre las aceras.

Fig. 59

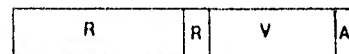
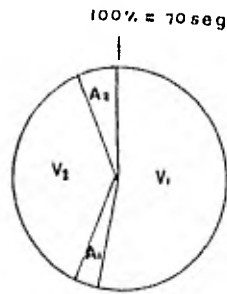


<p>A</p>			<p>B</p>		
VERDE	40 Seg	57 %	V	23 seg	33 %
AMBAR	4 seg	6 %	A	3 seg	4 %

F A S E

CICLO.- El ciclo de un semáforo es la secuencia completa de fases en el menor tiempo posible o sea cuando se tiene un cruce en el que la fase "A" es permitir el paso de los vehículos sobre el camino "A" con la señal verde y por fase "B" es tener la señal verde sobre el camino "B", entonces el ciclo será el conjunto de la fase "A" y la fase "B", dicho en otras palabras es el tiempo en que se tienen las indicaciones de verde, ámbar y rojo en un acceso.

CALCULO DEL TIEMPO DE DESPEJE.- Para calcular el tiempo de despeje con seguridad para los conductores, se considera una velocidad de 36 Km/hr. lo cual equivale a 10 m/seg. Ahora bien se considera un tiempo de ámbar de 3 a 5 seg por lo que teniendo como tiempo máximo 5 seg. se alcanzaría cruzar un ancho de 50 metros en los 5 segundos máximos, por lo que si se tiene un acceso con ancho mayor a los 50 metros, se aconseja disponer de un tiempo rojo-rojo, esto es, mientras en un acceso se cambia la señal ámbar a rojo, en el otro acceso permanece la señal roja un tiempo corto y que compense los segundos faltantes para alcanzar a pasar el ancho del acceso que se cursa.



C I C L O

El tiempo mínimo de verde debe ser de 12 seg. pero hay que considerar el tiempo necesario para que los peatones puedan cruzar el acceso, y de acuerdo a experiencias y estadísticas los peatones caminan a una velocidad de 1.2 m/seg. promedio

Supongamos que tenemos un acceso de 5 carriles de 3 metros c/uno y dos carriles para autobuses de 4m. cada uno, lo cual nos da un ancho total de 23 m. por lo que tenemos:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{23}{1.2} = 19 \text{ seg}$$

A esto hay que agregar el tiempo que tarda en reaccionar el individuo al captar la señal de siga y empezar a caminar que es de 5 seg. y nos queda:

$$19 \text{ seg.} + 5 \text{ seg.} = 24 \text{ seg.}$$

y considerando un tiempo ámbar de 4 seg. resulta:

$$24 \text{ seg.} - 4 \text{ seg.} = 20 \text{ seg. de verde.}$$

Para calcular los tiempos que requieren los vehículos para pasar se toman en cuenta los siguientes datos:

- Volúmenes horarios máximos
- Anchos de los accesos

-165a -

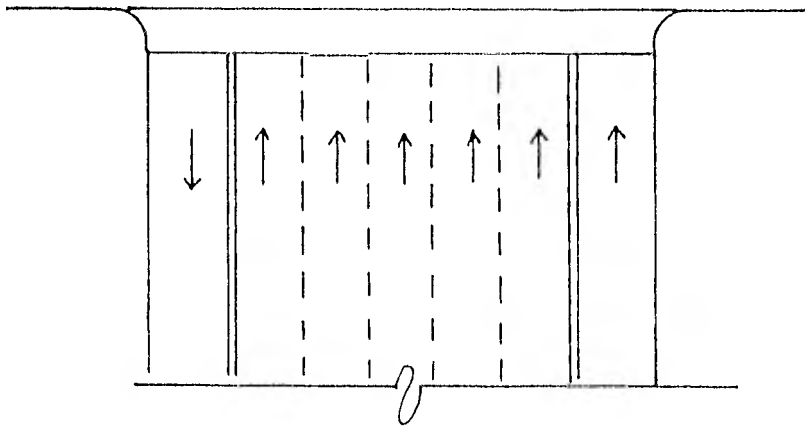


Fig. 42

- La existencia de estacionamiento en la calle.
- Parada de autobuses y
- Composición vehicular

REQUISITOS PARA LA INSTALACION DE SEMAFOROS DE TIEMPO FIJO

1.- VOLUMEN MINIMO DE VEHICULOS.- Se considera justificable instalar un semáforo cuando durante ocho horas consecutivas de un día promedio se tienen los siguientes volúmenes.

NUMERO DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA CALLE PRINCIPAL (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA (UNA DIRECCION)
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA		
1	1	500	150
2 ó más	1	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
1	1 ó más	500	200

Cuando el 85 percentil de la velocidad de la calle principal es mayor a 65 Km/hr. o cuando la intersección en estudio está situada dentro de un área con población menor de 10,000 personas, los valores del volumen mínimo deben ser el 70% de los valores de la tabla anterior.

2.- INTERRUPCION DEL TRANSITO CONTINUO.- Se considera justificable, si durante 8 horas consecutivas de un día - promedio existen los volúmenes que se presentan en la siguiente tabla.

NUMERO DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA CALLE PRINCIPAL (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA.
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA		
1	1	750	75
2 ó más	1	900	75
2 ó más	2 ó más	900	100
1	1 ó más	750	100

Si el 85 percentil de la velocidad es mayor de 65 Km/hr. o la intersección se encuentra dentro de un área con población menor de 10,000 habitantes, estos valores se reducen en 70%

3.- VOLUMENES PEATONALES MINIMOS.- Se justifica la instalación de un semáforo si dentro de las 8 horas consecutivas de un día promedio existen los vehículos de peatones que se muestran en la siguiente tabla.

CALLE PRINCIPAL		PEATONES POR HORA
VEHICULOS POR HORA (ambos sentidos)	Con camellón	(en el cruce de mayor volumen)
1.20m. ó más	Sin - Camellón	
1,000	600	150

Al igual que los casos anteriores los valores anotados se reducen en 70% con las mismas condiciones antes mencionadas.

En el caso en que se requiera instalar un semáforo en el cruce de una escuela deberá contar con los siguientes requisitos:

- a.- El número de peatones que cruzan debe ser mayor de 250 - en cada dos horas.
- b.- El volúmen de tránsito por la escuela es mayor a 800 vehículos en esas dos horas.
- c.- No existe semáforo a una distancia de la escuela de 300 m.

4.- MOVIMIENTO PROGRESIVO.- Se satisface este requerimiento - cuando:

- a) En calles aisladas de un sólo sentido de circulación o en las que existe un flujo predominante y cuentan con semáforos muy separados entre sí.
- b) En calles de doble sentido de circulación en las cuáles los semáforos adyacentes no proporcionan un agrupamiento de vehículos necesario.

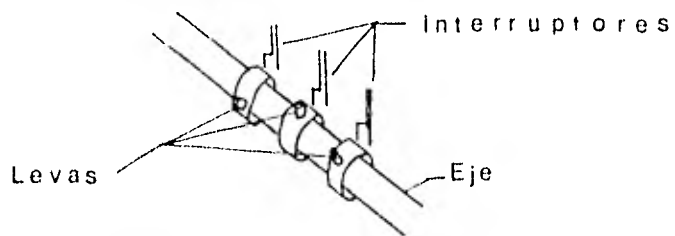
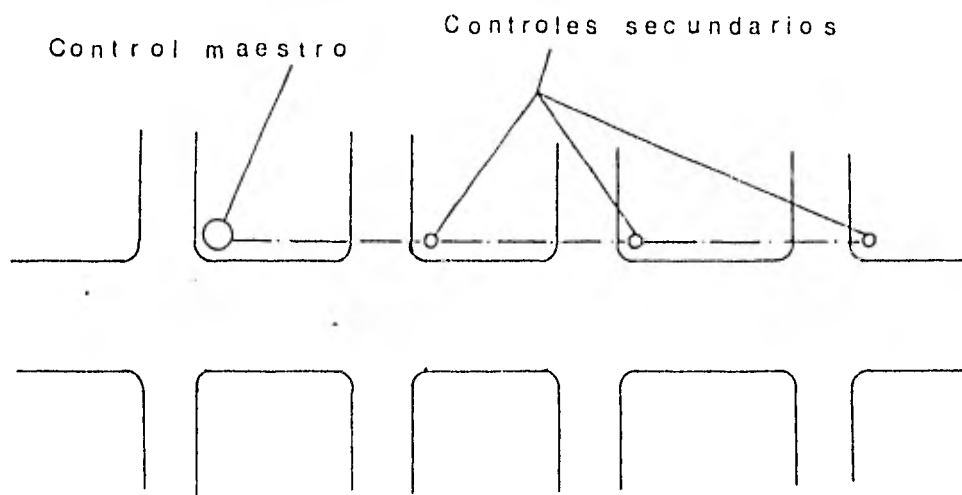
Este requisito se tiene cuando lo único que se intenta es agrupar los vehículos y gobernar su velocidad.

5.- ACCIDENTES.- Cuando se presentan 5 ó más accidentes por año con heridos o daños materiales fuertes, además existen 80% ó más de los volúmenes de los requisitos 1, 2 y 3, así como prever que la instalación del semáforo no cause serias interrupciones al flujo vehicular.

6.- COMBINACION DE REQUISITOS.- Algunas veces se justifica un semáforo aunque no se cumpla ninguno de los requisitos anteriores pero que en dos o más de ellos se cumple el 80% de los valores establecidos.

COORDINACION DE SEMAFOROS.- Para la coordinación de los semáforos se requiere de controlar locales que tendrán las características propias para coordinar las fases del ciclo.

La coordinación de instalaciones de semáforos se logra mediante controles sincornizados e interconectados y supervisados por otro control llamado "maestro", para lograr esto se conectan los controles locales con el control maestro por medio de cables o líneas telefónicas, los cuales pueden ser subterráneos o elevados. La corriente de los controles secundarios se toma del alumbrado público conectándose en los cables subterráneos a cada uno de los controles.



Mecanismo del control secundario

Para conseguir una progresión de verde, se debe tener un control llamado sincrónico, que manda impulsos por medio de levas a cada uno de los controles secundarios.

El control maestro sirve también para controlar la variación del voltaje que hay en cada control y que provoca variar la velocidad del motor eléctrico, así también cuando se llega a ir la luz, al momento de regresar ésta, el control sincrónico se encarga de poner en paso a todos los controles secundarios.

SINCRONIZACION.- Hay varios sistemas de sincronización de un semáforo y son:

1.- **SIMULTANEO.-** Al mismo tiempo se presenta la misma indicación en todos los semáforos, este sistema es útil cuando los cruceros son cercanos entre sí.

Para saber la duración del ciclo, podemos recurrir a la siguiente relación.

$$D = 3.6 V C$$

D= Espaciamiento de semáforos (m)

V= Velocidad en Km/h.

C= Duración del ciclo (segundos)

2.- ALTERNADO.- Un semáforo presenta indicaciones contrarias al que le sigue, por ejemplo, si en un semáforo se encuentra la indicación verde, en el siguiente será rojo, luego verde y así sucesivamente.

Tenemos la siguiente expresión que relaciona velocidad, longitud de ciclo y distancia entre semáforos para un movimiento continuo en ambas direcciones.

$$V = \frac{2D}{C}$$

donde

V = velocidad (m/seg)

C = longitud del ciclo (seg.)

D = distancia entre semáforos (m)

Este sistema presenta desventajas como:

- 1) Tener un tiempo insuficiente para una o ambas direcciones del acceso, dado que requiere de iguales tiempos de verde para ambos sentidos.
- 2) Cuando las longitudes de cuerdas que componen la arteria son grandes, no es recomendable.

- 3) Progresivo simple.- Los desfases de semáforos son arreglados de tal suerte que cuando un vehículo pasa por un semáforo donde se acaba de poner la indicación de pase (verde) al llegar a los semáforos siguientes encontrará sucesivamente el inicio de luz verde. Este sistema es más eficiente que los anteriores, aunque no el mejor y permite la operación continua de vehículos a una velocidad fija.
- 4) Progresivo flexible.- Es un perfeccionamiento del sistema anterior y permite la variación en cada cruceo con semáforo, de acuerdo a las características del tránsito.

DIAGRAMAS ESPACIO-TIEMPO.- Para que en una avenida los vehículos estén siempre en movimiento, o sea, que la fase verde sea lo más eficiente posible, se requiere que los semáforos estén desfasados de tal manera que siempre que pase un vehículo por cada uno de ellos, se encuentre con la fase verde, esto se puede realizar mediante un diagrama llamado espacio-tiempo, que es en definición una representación de dos dimensiones, y se tienen dos ejes, en el eje de las coordenadas se coloca el espaciamiento entre semáforos consecutivos y en el eje de las abscisas se dibujan los ciclos de los semáforos

de cada uno de ellos, los cuales se encuentran en función - del tiempo y se grafican respecto a sus longitudes (el tiempo) de las diferentes fases que las componen, se representa el verde como franja sin ninguna indicación, el ámbar por medio de una franja con rayas y el rojo por una franja sólida. El avance de un vehículo a lo largo de una calle se - - ilustra mediante diagonales de acuerdo al tiempo que requie ren esos recorridos.

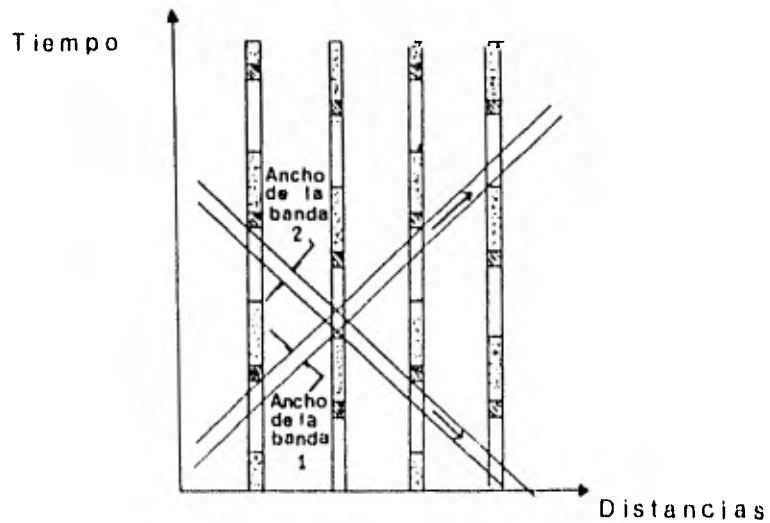


Fig. 64

En el diagrama se tienen dos líneas paralelas que encierran un espacio llamado "Ancha de banda verde" que es el de una franja inclinada, pasa por un semáforo (representado gráficamente) en cada intersección y de manera que esa franja que dé dentro de la mayor parte verde en todos ellos.

El diagrama de espacio-tiempo representa una determinada eficiencia, la cual se obtiene dividiendo el ancho mínimo de la faja de movimiento continuo entre la duración del ciclo.

SEMAFOROS ACCIONADOS POR EL TRANSITO.- Tienen como característica que la duración de los ciclos está en función de la demanda de tránsito vehicular que es registrada por detectores conectado al control del semáforo, el cual puede ser semiaccionado (instalado unicamente en algunos accesos de la intersección) o totalmente accionados (instalados en todos los accesos).

Para instalar este tipo de semáforos se consideran los mismos requisitos que se vieron en los semáforos programados, además de considerar lo siguiente:

1.- Volúmenes de tránsito.- Si en una intersección el volumen de tránsito no es muy grande para justificar la ins-

talación de semáforos proprogramados, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito, si existen - otras condiciones que muestren la necesidad de instalación y justifiquen su costo.

- 2 - Tránsito transversal.- Esto es, en el momento en que - el volumen de tránsito es muy grande y no permite el - tránsito transversal, conviene instalar semáforos semi accionados.
- 3.- Volúmenes en las de máxima demanda - Cuando en una intersección se requiere instalar un semáforo sólo en ho ras de máxima demanda, se recurre a aquellos accionados por el tránsito, puesto que no causan demoras en el res to del día.
- 4.- Peatones.- Si se tienen los volúmenes mínimos de peato- nes requeridos para semáforos de tiempo fijo y estos re quisitos no son satisfechos, conviene instalar un semá- foro accionado por el tránsito, pues no presentaría de moras al tránsito.
- 5.- Accidentes.- Se justifica instalar semáforos accionados por el tránsito, donde no se tienen un total de acciden tes que obliguen a instalar semáforos de tiempo fijo, -

pués las demoras y accidentes se reducirán.

6.- Variaciones en los flujos de los diferentes accesos.- -

Cuando varían los volúmenes de tránsito en los diferentes accesos y justifican la instalación de un semáforo-programado, conviene que éste sea accionado totalmente por el tránsito.

7.- Intersecciones Conflictivas.- Dado que los semáforos ac

ccionados por el tránsito pueden eliminar las fases de - accesos, cuando no hay demanda sobre ellos, conviene - instalar éstos, cuando las condiciones de operación sobre alguna intersección lo requieren.

8.- Sistemas Progresivos.- Si las distancias entre semáforos

en un sistema progresivo, son tales que no permiten una progresión adecuada, es conveniente acudir a los semáforos accionados por el tránsito.

CONTROL SEMIACCIONADO.- Se usan cuando los volúmenes de tránsito son altos, así como las velocidades en la arteria principal de una intersección.

La prioridad de paso la lleva la vía principal y se transficre a la transversal sobre demanda.

Un semáforo de dos fases sigue la siguiente secuencia de operación:

- 1º Verde, mínimo de calle principal (de 10 a 90 seg.).-- Al terminar este intervalo se pasa la indicación de verde a la calle transversal.
- 2º Intervalo de despeje de la calle principal (de 1 a 10 - seg.)
- 3º Intervalo inicial de calle transversal (de 1 a 12 seg.) - Sirve para que arranquen los vehículos que aguardan el siga.
- 4º Intervalo de calle transversal para vehículos (de 2 a 12- seg.) Su duración después del tiempo que necesita un vehículo para poder reconocer la distancia entre el detector y la intersección. Cada vehículo que es detectado reinicia el intervalo y elimina el tiempo acumulado del vehículo - anterior y se llega a una duración máxima prefijada para el intervalo.
- 5º Extensión máxima para calle lateral (10 a 60 seg.) Hay algunos semáforos que cuentan con un dispositivo de memoria que regresa el siga a la calle tranversal sin que se nece

site la acción vehicular.

6º Intervalo de despeje de calle transversal (1 a 10 seg.)

El tipo de control semiaccionado se puede utilizar en sistemas coordinados por unidades maestras locales.

CONTROL TOTALMENTE ACCIONADO.- En este caso se tratan las fases que consta una intersección como en el caso anterior y como se accionan ambas fases en una intersección de 2 fases cualquiera de estas puede ser suprimida cuando no haya demanda.

En intersecciones muy conflictivas puede haber 3 ó más fases en las cuales se puede suprimir alguna de éstas, donde no exista demanda.

Para una intersección de 4 fases se puede tener el siguiente orden de operación:

1.- Intervalo inicial (2-30 seg.). Para el arranque de los vehículos.

2.- Intervalo de vehículos (2 a 30 seg.). Permite que el vehículo pase desde el detector hasta la intersección, como se explicó anteriormente, cada vehículo que pase por

por el detector reacciona el intervalo, el cual tiene un máximo.

3.- Intervalo máximo (10 a 60 seg.) es el tiempo que se le da a una demanda en cualquiera de las otras 3 fases.

4.- Intervalo de despeje (1 a 10 seg.). Tiempo necesario para despejar.

CONTROL VOLUMEN DENSIDAD O ADAPTABLE.- Esta es la definición de los controles accionados totalmente de dos o tres fases, que consiguen la máxima reducción de retardos, y eficiencia del movimiento de los vehículos.

En estos tipos de controles, los detectores se colocan en una posición más alejada a diferencia de los controles antes mencionados.

Estos controles se usan donde haya mayores volúmenes de tránsito.

DETECTORES.- Los diferentes tipos de detectores son:

- 1) De presión: hay de dos tipos, los que registran vehículos en dos direcciones y los que los registran en una dirección.

Se encuentra enterrado en la calle y cuando pasa un vehículo y ejerce presión sobre la parte superior del detector que queda en la superficie, éste cierra un circuito registrando así el paso del vehículo.

- 2) Magnético.- Son compensados y los no compensados, el no compensado no es afectado por influencia electromagnética como tranvías y trolebuses y el compensado que si puede ser afectado. Estos detectores también quedan enterrados.

- 3) Radar.- Es un transmisor montado sobre el brazo de un arbotante y emite un haz cónico de microondas y cuando pasa un vehículo, parte de las ondas son reflejadas hacia la antena receptora que está localizada en la misma unidad.

- 4) Inducción.- Son los que más se usan y son un alambre de forma de lazo rectangular o hexagonal que se encuentra debajo del pavimento y se hace una ranura, la cual lue-

- 181 -

go se tapa con un amplificador, así al pasar un vehículo sobre esta franja, se registra la presencia de éste.