

1  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**“ A R A G O N ”**

**PROBLEMAS TIPICOS DE INGENIERIA  
DE TRANSITO**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de:  
**INGENIERO CIVIL**

Presentan:

**EUSEBIO AGUIRRE HERNANDEZ  
NORBERTO RAMIREZ MENESES**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

San Juan de Aragón, Estado de México, 1988



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## PROBLEMAS TIPICOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

### INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	1
I.- LA INGENIERIA DE TRANSITO Y SU EVOLUCION	2
II.- CONFLICTOS DE TRANSITO	7
III.- ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO	19
IV.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA LA REGULACION DEL TRANSITO; ZONA URBANA Y ZONA RURAL	43
V.- SOLUCION A LOS CONFLICTOS DE TRANSITO	86
VI.- SOLUCION A PROBLEMAS VARIOS	94
CONCLUSIONES	120

## PROBLEMAS TIPICOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

### INDICE

#### INTRODUCCION

#### I.- LA INGENIERIA DE TRANSITO Y SU EVOLUCION

Antecedentes de la Ingeniería de Tránsito. Las primeras civilizaciones. Aparición de la rueda. Primeros caminos. Uso y desaparición del vehículo de tracción animal. Reparación del vehículo. Diligencias y ferrocarril. Aparición del automóvil.

#### II.- CONFLICTOS DE TRANSITO

Aplicación de la información de los conflictos de tránsito. Definiciones. Localización de un estudio potencial de accidentes. Tamaño necesario de la muestra. Procedimiento. Análisis y resumen estadístico de los datos.

#### III.- ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

Inventario para estudios de Ingeniería de Tránsito. Estudios. Volúmenes de tránsito. Accidentes de tránsito. Velocidad de punto. Tiempo de recorrido y demoras. Demoras en intersección. Estudio de origen y destino. Estudio de cordón. Estudio de estacionamiento.

#### IV.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA LA REGULACION DEL TRANSITO; ZONA URBANA Y ZONA RURAL

Requisitos generales. Clasificación de señalamientos. Marcas y su clasificación. Obras y dispositivos diversos. Dispositivos para protección en obra. Semáforos.

#### V.- SOLUCION A LOS CONFLICTOS DE TRANSITO

Leyes de vías generales para la instalación de anuncios y obras con fines de publicidad en los caminos nacionales. Reglamento que rige la circulación del tránsito. Reglamento del tránsito en los caminos nacionales y en los particulares de concesión federal. Vehículos, pasaje, carga.

#### VI.- SOLUCION A PROBLEMAS VARIOS

Determinación del nivel de servicio. Determinación de las distancias de visibilidad de parada y rebase. Soluciones posibles a problemas que se presentan por circunstancias diversas. Desviaderos como solución para mejorar el nivel de servicio.

#### CONCLUSIONES

## PROBLEMAS TIPICOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

### INTRODUCCION

El uso del vehículo automotor ha proporcionado una libertad de movimiento y comodidad jamás conocidos. El automóvil, el autobús y el camión propician innumerables beneficios y un mejor nivel de vida. Viajar por cualquiera de los medios de transporte debe ser seguro, eficiente y cómodo. Pero día a día las grandes ciudades del mundo registran mayores volúmenes de tránsito. En muchas de estas urbes la circulación ha alcanzado la capacidad de las calles y en consecuencia, los niveles de servicio se ven seriamente deteriorados.

Los problemas (accidentes, congestionamientos y las consecuentes demoras) asociados con nuestra creciente demanda de movilidad permanecen con nosotros desde el pasado, los cuales tenemos que enfrentar ahora.

Es bien sabido que nuestra ciudad requiere cada vez más de un adecuado sistema de movilidad. Antes de poder hacer cualquier intento racional para mejorar el transporte de una localidad, es necesario obtener primero los hechos que permitan establecer con precisión la ubicación y magnitud de los problemas. Estos hechos se obtienen mediante el adecuado programa, ejecución y análisis de un estudio apropiado del tránsito.

Los problemas del tránsito y de estacionamiento se identifican como hechos que pueden resolverse en forma racional y la base para su solución puede considerarse de interés público.

Con frecuencia es más económica en términos de: Tiempo, Dinero y Personal, el recopilar los hechos, analizar los datos y proponer soluciones factibles a los problemas; que involucrarse en discusiones interminables que comúnmente resultan de un enfoque inadecuado del Sector Público para resolverlos.

El estudio y análisis racional de los hechos proporcionan los lineamientos básicos para mejorar el desplazamiento de bienes y personas, de forma tal que se minimicen los costos y se logre con ello maximizar la seguridad y movilidad.

Por lo tanto, la Ingeniería de Tránsito es una rama de la Ingeniería Civil que se ocupa de estudiar las características de los cuatro elementos fundamentales del tránsito: el conductor, el peatón, el vehículo y la vía, así como las relaciones entre ellos. También el centro y regulación de los vehículos que viajan sobre calles y carreteras y los problemas de restauración de las mismas cuando no están en uso.

## I. LA INGENIERIA DE TRANSITO Y SU EVOLUCION

### ANTECEDENTES

La Ingeniería de Tránsito tiene sus raíces desde antes de la existencia del Imperio Romano; por ejemplo, en Babilonia en el año 2000 A.C. fue necesario tomar medidas de regulación y reglamentación del tránsito para controlar el flujo de vehículos en sus calles empedradas. Después, en Roma se usaron las calles de un solo sentido y se ampliaron restricciones especiales de estacionamiento para apartar a los carruajes de las calles principales. En las grandes ciudades del Imperio, debido a los congestionamientos fue prohibida la entrada de vehículos a los centros de negocios durante ciertas horas del día.

En París, como lo muestra la magnífica pintura de Pizarro, en el siglo pasado antes de la aparición del automóvil ya existían grandes problemas de circulación en la Avenida de la Opera con grandes volúmenes de tránsito de carruajes, estacionamiento lateral y gran número de peatones que tenían dificultades para cruzar la calle.

Es de imaginarse que en aquella época los accidentes eran por atropellamiento de peatones, causados por carruajes con caballos desbocados.

Hace algunos años el trabajo del Ingeniero terminaba con la construcción del camino, sin embargo, el advenimiento del automóvil como un medio popular de transportación y el uso de camiones de motor para el transporte de bienes, incorporaron al panorama grandes velocidades y elevados volúmenes de tránsito. Este desarrollo vino a crear problemas que fueron demasiado complejos para ser resueltos por los métodos tradicionales de control policiaco y de regulación. Como resultado, el Ingeniero fue llamado para aplicar métodos científicos a la solución de los problemas viales, naciendo así la Ingeniería de Tránsito.

### LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES

Según algunos antropólogos, basados en los estudios de restos humanos y reliquias arqueológicas, el hombre existe sobre la tierra cuando menos hace unos 100,000 años. Por los vestigios dejados por el hombre, principalmente en los valles de algunos ríos del mundo como el Nilo, el Eufrates y el Ganges, se supone que desde hace aproximadamente unos 10,000 años el hombre llegó a conocer la agricultura y empezó a fijar su lugar de residencia abandonando su vida nómada. Los estudios arqueológicos nos dicen sin embargo, que las antiguas civilizaciones florecieron hasta hace unos 6,000 años.

## APARICION DE LA RUEDA

Más tarde, con la aparición o invención de la rueda probablemente en Mesopotamia (Asia Menor) hace unos 5,000 años, se originó la necesidad de superficies de rodamiento que alojasen el incipiente tránsito (carretas de cuatro ruedas que datan de 3,000 años A.C. fueron encontradas en la "tumba de la Reina", en las ruinas de la ciudad de Ur, en Mesopotamia).

## PRIMEROS CAMINOS

En esa época, dos grandes pueblos -el Asirio y el Egipcio- iniciaron el desarrollo de los caminos. Los indicios de los primeros caminos señalan la existencia de una ruta entre Asia y Egipto. Los cartagineses, se sabe construyeron un sistema de caminos de piedra a lo largo de la costa sur del Mediterráneo (500 años A.C.); los etruscos (830-350 años A.C.) construyeron caminos antes de la fundación de Roma; el historiador griego Herodoto (484-425 años A.C.) menciona que los caminos de piedra más antiguos fueron construidos por el rey Keops de Egipto, para proporcionar una superficie de rodamiento al transporte de las inmensas piedras destinadas a la erección de las pirámides.

Con el advenimiento del Imperio Romano se logró la introducción de los primeros caminos construidos científicamente, cabe citar la mundialmente famosa Vía Appia, cuya construcción fue iniciada por Appius Claudius en el año 312 A.C. La evidencia justifica el conceder el mérito a los romanos por iniciar el método científico de la construcción de caminos. Las culturas antiguas de América, entre ellas la de los Mayas (posiblemente antes de la Era Cristiana), en el sur de México y norte de Centroamérica; la de los Toltecas, que se establecieron en la meseta central en México por el año 752; la Azteca (que fundaron Tenochtitlán, hoy ciudad de México, 1325) y la Inca (110 años A.C.) en el Perú, dejaron huellas de una avanzada técnica en la construcción de caminos, siendo notables los llamados "caminos blancos" de los Mayas, formados con terraplenes de uno y dos metros de elevación, eran cubiertos con una superficie de piedra caliza cuyos vestigios existen actualmente en Yucatán, México.

Los Incas en el Perú realizaron verdaderas obras de ingeniería, dada la accidentada topografía de su suelo para construir caminos que, aunque no destinados al tránsito de vehículos denotaban un movimiento importante. El imperio Azteca en México pudo extenderse desde la costa del Golfo de México hasta la zona costera del Pacífico gracias a rutas trazadas por los indígenas. Las crónicas españolas de la época de la conquista (1521) mencionan que la capital Azteca estaba situada en una isla al centro de un lago y que grandes calzadas la comunicaban con tierra firme. Estas calzadas incluían puentes levadizos por la gran cantidad de barcas que cruzaban de un lado a otro.

## USO Y DESAPARICION DEL VEHICULO DE TRACCION ANIMAL

Durante los siglos I, II y III de nuestra era, el Imperio Romano fue factor dominante para la comunicación desde la Península Ibérica hasta China. Los siglos IV, V y VI ven la declinación del Imperio, la desaparición de la red caminera y el retorno a la bestia de carga. En el siglo VII el sistema feudal fuerza la reducción de la población y los viajes; a mediados de siglo se abandona todo esfuerzo por conservar las rutas imperiales. Durante este siglo y el siguiente, el comercio vuelve a extenderse a través de rutas terrestres precedido por la invasión de los Vikingos, desde el norte y de los Sarracenos, desde el sur.

Hasta el siglo IX la economía feudal, las guerras civiles y las invasiones, incluyendo la de los Turcos, contrarrestan los esfuerzos por extender el comercio y conservar las rutas terrestres. El siglo X, iniciación de la Edad Media, registra un incremento fijo en población, comercio y tránsito. Surgen muchas poblaciones originadas en los centros mercantiles, influyen principalmente los Vikingos del norte, los mercaderes de Venecia y el renovado contacto con el lejano Oriente.

Las cruzadas, que principian en el siglo XI, vienen a contribuir grandemente a la apertura de muchos caminos y al incremento de la población y los viajes.

En el siglo XII las ciudades crecen extraordinariamente, emergiendo muchas nuevas vinculadas estrechamente con el comercio; su trazo es básicamente el de calles angostas agrupadas según una cuadrícula geométrica. Dicho trazo, que algunos atribuyen a Hipódamo de Mileto, data de varios siglos antes de Cristo y se observa aún en las ruinas de algunas ciudades anteriores a la Era Cristiana. Las ciudades griegas de Asia se planearon sobre la base de un tablero de ajedrez, introducida por primera vez en Mileto al ser reconstruida después de la derrota de Persa, en el año 479 A.C. por Hipódamo. Durante el siglo XIII la población llega a un máximo, aumentando el tránsito en los mal conservados caminos, los caballeros armados contribuyen a conservar los caminos abiertos al tránsito de cabalgaduras y los religiosos brindan amparo al viajero.

A excepción de París y de algunas ciudades italianas, poco se hace para mejorar las calles en la mayoría de las ciudades. En algunos casos se pavimentan las principales, pero en general no existe un movimiento para mejorarlas. El incremento del transporte y del tránsito llega a un máximo en el siglo XIV y también una reducción precipitada debido a la erosión social y económica que mina la cimentación de la sociedad feudal.

Hay varios factores que contribuyen a reducir el tránsito en los caminos, tales como la poca protección a los viajeros, la multiplicación de los asaltantes, la gran peste (1348-1350) y la invasión de los Turcos, en la parte Sudoriental de Europa.



## REPARACION DEL VEHICULO

En el siglo XV, la población y el tránsito, restringidos hasta el año 1453 por la guerra de 100 años entre Inglaterra y Francia, empieza a resurgir. En el siguiente siglo la población de Europa se duplica y el tránsito se multiplica en razón directa, apareciendo los primeros mapas de caminos y reapareciendo los vehículos, los cuales habían sido desplazados por el caballo y las bestias de carga; así, no es sino hasta el siglo XVI en que el vehículo vuelve a influir en la vida económica de Europa. A mediados de ese mismo siglo, los conquistadores españoles inician la construcción de caminos en América como medio para extender su colonización y explotación de recursos en la Nueva España.

Durante este siglo y el XVII a pesar de una falta de gobiernos centrales que se preocupen por los caminos, siguen haciéndose esfuerzos por mejorar algunos existentes y se multiplica el número de vehículos tirados por animales. La industrialización de algunas regiones contribuye a aumentar el uso de los mismos. Durante el siglo XVI es introducida en América la carreta por el español Sebastián de Aparicio, quien construyera la primera carretera del Nuevo Mundo entre México y Veracruz, aproximadamente entre los años 1540 y 1550; más tarde construyó la carretera México-Zacatecas.

El siglo XVIII marca la iniciación de la Era Moderna. El tránsito se incrementa con grandes esfuerzos debido al mal estado de los caminos. A su desarrollo contribuye enormemente la introducción del cobro de cuotas de peaje que permiten la construcción y conservación de estos caminos. Esta práctica se hace común tanto en Europa como en las colonias americanas. En los Estados Unidos de Norteamérica el desarrollo de estos caminos influye grandemente en la expansión del territorio y en su fortalecimiento económico, en este siglo las diligencias dominan el tránsito extendiendo las zonas de influencia de la industria y el comercio.

## DILIGENCIAS Y FERROCARRIL

El siglo XIX se inicia con un incremento inusitado de la población y la "Epoca de Oro" de las diligencias (1800-1830). También, desde principios de siglo empieza a experimentarse con vehículos de autopropulsión utilizando la fuerza del vapor. El ferrocarril de vapor inicia servicios comerciales en Inglaterra entre 1825 y 1830.

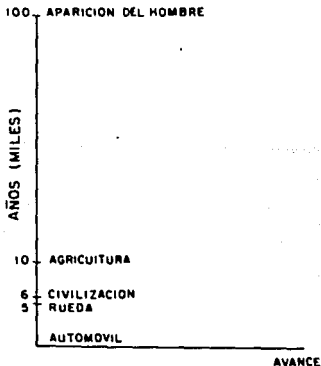
De 1837 a 1876 el ferrocarril progresa, se desarrolla y coloca a la vanguardia de los medios de transporte, haciendo que los caminos queden relegados a un segundo término.

## APARICION DEL AUTOMOVIL

Las últimas décadas del siglo XIX ven la aparición del automóvil con motor de gasolina, renaciendo el deseo de conservar en buen estado los caminos que habían sido abandonados.

Puede afirmarse que el vehículo de combustión interna en la forma que lo conocemos actualmente forma parte y nació con el siglo XX. Al iniciar su vida considerado como un artefacto de lujo y deporte, encontró serios obstáculos por los malos caminos y leyes anacrónicas, además de la natural oposición de las empresas y particulares habituados al ferrocarril y los carruajes tirados por animales, por lo que hubo de esperar para su florecimiento hasta principios del siglo XX.

Volvamos a lo dicho en un principio: aceptamos que el hombre apareció en la tierra hace unos 100,000 años; que hasta hace solo unos 10,000 años conoció la agricultura y desde hace 6,000 años estableció los primeros centros de civilización. Imaginando una línea recta en la que, a escala conveniente representemos 100,000 años, hacemos la primera marca en la décima división del lado derecho marcando 10,000 años, o sea, la aparición de la agricultura; a corta distancia a 6/100 del extremo derecho pondremos otra marca para indicar las primeras civilizaciones; a la mitad de la distancia entre la aparición de la agricultura y nuestra época, es decir a 5/100 del extremo derecho pondremos una raya indicando la aparición de la rueda, hace aproximadamente 5,000 años; seguimos así y al final de nuestra escala, en una fracción casi imperceptible marcaremos la aparición del vehículo de combustión interna tal como existe ahora. Resumiendo tendremos:



## II. CONFLICTOS DE TRANSITO

El conteo de los conflictos de tránsito permite estimar el potencial de peligrosidad en determinados lugares. En general, se incluyen en estos lugares las intersecciones a nivel, los tramos de entrecruzamiento y las áreas de convergencia y divergencia. Dado que la información sobre accidentes de tránsito puede ser inadecuada para el análisis de un lugar específico, la verificación de los conflictos permite hacer una evaluación del potencial de peligrosidad sin esperar a que sucedan accidentes.

Un conflicto de tránsito es cualquier situación potencial de accidente; los dos tipos de conflictos de tránsito son: acciones evasivas de los conductores y las violaciones al reglamento de tránsito, cuando surge una inminente situación, el conductor efectúa una acción para evitar la colisión, tal como aplicar los frenos o cambiar la trayectoria; estas dos acciones son indicadas por las luces de aplicación de los frenos o por cambio de carril, respectivamente.

Las violaciones del tránsito se definen de acuerdo con el reglamento respectivo y cualquier infracción se identifica como un conflicto de tránsito y como una situación potencial de accidente, aún cuando no se encuentre próximo otro vehículo.

### APLICACIONES.

El análisis de los conflictos sirve para identificar los tipos y número de conflictos de tránsito en cualquier lugar peligroso. Las siguientes son aplicaciones de la información de los conflictos de tránsito:

1. Evaluación de la efectividad del control del tránsito en una intersección o en una área de convergencia.
2. Análisis de las fases y los movimientos respectivos en una intersección controlada por semáforos.
3. Estudio de puntos con alto índice de accidentes para determinar las mejoras adecuadas.
4. Evaluación de los elementos críticos del proyecto geométrico en lugares conflictivos.
5. Análisis de la efectividad de las mejoras al tránsito, evaluando los conflictos antes y después de las mejoras.
6. Ejecución de estudios de investigación.

### DEFINICIONES.

Conflicto de tránsito. Acción que ejecuta un conductor ya sea al tratar de evitar un accidente o al violar el reglamento de tránsito

Acción evasiva. Frenado del vehículo indicado por la luz de aplicación de los frenos y/o cambio de trayectoria indicado por el

cambio de carril.

Violación de tránsito. Infracción al reglamento de tránsito.

Proporción. Relación de cada tipo de conflicto observado con respecto al tamaño total de la muestra investigada.

#### LOCALIZACION DEL ESTUDIO

Un estudio potencial de accidentes es cualquier lugar donde los conductores realicen frecuentes violaciones de tránsito y/o maniobras para evitar una colisión, con frecuencia su ubicación puede establecerse a partir de los estudios de volúmenes; accidentes, tiempo de recorrido y demoras; por observación directa o por reporte de los usuarios de la vía pública. La localización del mayor número de conflictos es: en intersecciones congestionadas, entradas y salidas, zonas de entrecruzamiento y áreas de convergencia y divergencia.

#### HORAS DE ESTUDIO.

El estudio del campo de los conflictos se efectúa comúnmente durante las horas de máxima demanda vehicular, ya que el comportamiento vehicular varía durante todo el día, es recomendable efectuar verificaciones durante los períodos de máxima demanda, matutino y vespertino. Los períodos de máxima se establecen del aforo de 16 horas.

#### PERSONAL Y EQUIPO.

El conteo de conflictos de tránsito es hecho en forma manual. Un observador registra los conflictos y el volumen del tránsito para uno o más movimientos; en caso de que el volumen sea tan elevado que un observador no pueda observar y registrar, debe asignarse un Observador para cada carril.

#### TAMAÑO NECESARIO DE LA MUESTRA.

La ecuación siguiente puede emplearse para establecer el tamaño mínimo de la muestra:

$$N = \frac{p q k^2}{E^2}$$

- N. Tamaño mínimo de la muestra.
- p. Proporción de los vehículos que están involucrados en un conflicto de tránsito específico, para el flujo vehicular observado.
- k. Constante correspondiente al nivel de confiabilidad deseada.
- E. Error permitido en la proporción estimativo de los conflictos de tránsito.

El asignar un valor de 0.5 para p y q nos da una estimación observadora o razonable del tamaño de la muestra requerida. Este requisito se reduce a medida que el valor decrece o aumenta de 0.5. La suma de p y q es siempre igual a la unidad.

La constante k depende del nivel de confiabilidad deseado (probabilidad de que la proporción de un conflicto de tránsito específico sea una estimación válida). El valor de 2 para k es comúnmente empleado para obtener un grado de confiabilidad de 95.5% (solo existe 1/20 de posibilidad de que la proporción de conflictos detectados haya ocurrido al azar). En la tabla 2.4-A, se muestran otros valores para la constante de nivel de confiabilidad.

TABLA 2.4-A

CONSTANTE "K"	NIVEL DE CONFIABILIDAD (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

EL error "E" permitido en la estimación de proporciones, se basa en la precisión requerida por el estudio. Esta tolerancia es una medida absoluta que se establece como más y menos de un valor seleccionado. EL error permitido puede generalmente fluctuar en valores de +/- 0.01 a +/- 0.10 (1 al 10 por ciento), para cálculos de proporciones. El resumen estadístico de un análisis de conflictos es expresado en proporciones o porcentajes.

La solución de la ecuación para el tamaño de la muestra nos da el número mínimo de conteos necesarios para cada movimiento y tipo de número de conflicto de tránsito que se va a verificar, sin embargo en ningún caso el número deberá ser menor de 30 muestras.

Un ejemplo para el cálculo del tamaño de la muestra se proporciona para los valores supuestos siguientes:

1. p y q = 0.5
2. k = 2.000
3. E = 5% error máximo = 0.05

$$N = \frac{0.5(0.5)(2.0)^2}{(0.05)^2} = \frac{0.025(4)}{0.0025} = 400$$

Tamaños típicos de la muestra para valores de E entre 5 y 10 % y para k de 1.64 (una posibilidad en 10 de que la proporción sea errónea) y de 1.96, se muestra en la tabla 2.4-B.

TABLA 2.4-B  
RESUMEN DEL TAMAÑO NECESARIO DE LA MUESTRA  
(  $p = q = 0.50$  )

ERROR PERMITIDO, E	NIVEL DE CONFIABILIDAD, K	
	90 %	95 %
5 %	270	380
10 %	70	100

### PROCEDIMIENTO

Los investigadores deben ubicarse adecuadamente de tal manera que tenga la mayor visibilidad del flujo vehicular que estén estudiando. Antes de iniciar la investigación es necesario consignar los datos de identificación del lugar en estudio en la hoja de datos. También se anota la información investigada en los espacios adecuados de la hoja de campo, denominado como "Inventario de las Características Existentes del Camino". Un ejemplo de lo anterior es la figura 2.5-A.

Cada investigador cuenta el número de conflictos, violaciones al tránsito y los volúmenes para el acceso. Este procedimiento es muy simple, se emplea un tablero de conteo de volumen vehicular y de conflictos constituido por accesorios manuales para cada observador. El número de conflictos se lee cada 15 minutos y se anota en la hoja de campo del "Conteo de Conflictos" que se muestra en la figura 2.5-B. Los dispositivos manuales son los que permiten volver a cero los contadores, para el inicio del siguiente período de investigación. El tablero de conteo puede emplearse también en investigación de intersecciones, puede utilizarse además para conteos en zonas de entrecruzamiento y en áreas de convergencia y divergencia.

La acción de un conductor para evitar una colisión es indicada por la aplicación de los frenos o por el cambio de carril y se cuenta como un conflicto, por otro lado las violaciones al tránsito son clasificadas de tal forma, que se establezca el número de vehículos que infringen algún artículo específico.

Los siguientes conflictos de tránsito son observados en una intersección y se muestran como encabezados de las columnas de la figura 2.5-B.

1. Entrecruzamiento.
2. Vuelta a la izquierda desde carril equivocado.
3. Vuelta a la derecha desde carril equivocado.
4. Vuelta hacia carril equivocado.

5. Vuelta opuesta hacia la izquierda.
6. Cruce de izquierda a derecha a través del tránsito transversal.
7. Cruce de derecha a izquierda a través del tránsito transversal.
8. Vuelta izquierda del tránsito transversal de la izquierda.
9. Vuelta izquierda.
10. Vuelta derecha del tránsito transversal de la izquierda.

Estos primeros 10 conflictos están subdivididos de acuerdo con las violaciones de tránsito, que se registran como el número de vehículos y de acuerdo con las acciones evasivas, que son registradas como el número de conflictos. Las 12 situaciones siguientes son diversos tipos de conflictos de alcance, para las cuales el vehículo rezagado necesita efectuar una acción evasiva para no chocar.

1. Alto en ámbar.
2. Disminución de velocidad para vuelta izquierda.
3. Disminución de velocidad para vuelta derecha.
4. Conflictos de tránsito anticipado.
5. Entrada a través de una intersección.
6. Vehículo pesado.
7. Congestionamiento en intersección.
8. Intersección libre.
9. Vehículo obstruido.
10. Tránsito en retroceso.
11. Peatón.
12. Salida a través de una intersección.

Los 2 conflictos siguientes de tránsito corresponden a acciones en las que los conductores tratan de evitar el atropellar a algún peatón.

1. Conflicto simple entré vehículo y peatón.
2. Entrecruzamiento peatonal.

Este grupo de 24 conflictos de tránsito corresponde a condiciones existentes en una intersección a nivel. La hoja de investigación de conflictos puede modificarse fácilmente para las investigaciones en zonas de entrecruzamiento y áreas de convergencia y divergencia. En la figura 2.5-C se muestran los conflictos básicos en una intersección.

Los volúmenes vehiculares de la corriente de tránsito que se está estudiando, se investigan simultáneamente a los conflictos. La figura 2.5-D muestra el ejemplo de una hoja para aforos vehiculares en una intersección. Esta hoja de datos está preparada para registrar los volúmenes vehiculares de acuerdo con las maniobras que efectúan sobre el carril que se investiga, la clasificación es la siguiente: vehículos que giran a la izquierda, vehículos de frente en verde y ámbar, vehículos de frente en rojo y vehículos que giran a la derecha:

1. Detenido o parado sin las luces de aplicación de los frenos, en el carril en estudio.
2. Parado con las luces de aplicación de los frenos, en el carril

- en estudio.
- 3. Parado pero con la parte posterior no visible.
- 4. Parado en sentido contrario al carril en estudio.
- 5. Lento sobre el carril en estudio.
- 6. De frente sin problemas, por el carril en estudio.
- 7. Vuelta a la izquierda en verde o ámbar.
- 8. Vuelta a la izquierda en rojo.
- 9. Vuelta a la izquierda con flecha.
- 10. De frente en verde, o ámbar por el carril izquierdo.
- 11. De frente en verde o ámbar por el carril central izquierdo.
- 12. De frente en verde o ámbar por el carril central.
- 13. De frente en verde o ámbar por el carril central derecho.
- 14. De frente en verde o ámbar por el carril derecho.
- 15. De frente en rojo.
- 16. Vuelta a la derecha en verde o ámbar.
- 17. Vuelta a la derecha en rojo.
- 18. Vuelta a la derecha con flecha.

No todos los conceptos listados pueden existir en una intersección determinada; por lo tanto, es recomendable tachar los que no existan, para así evitar la posibilidad de consignar datos equivocados. También esta forma puede adaptarse fácilmente para los casos de investigaciones en zonas de entrecruzamiento y áreas de convergencia y divergencia.

Los primeros 6 conflictos de la hoja de campo, son solamente para los casos de tránsito de frente en el acceso del carril seleccionado para este estudio específico. El nivel de servicio adecuado para el acceso de esta intersección, esta determinado por la proporción de vehículos detenidos; retardados o que cruzaron sin problemas. Además, la información de la eficiencia de la luz de aplicación de frenos, permite desarrollar un factor de ajuste para corregir el número de acciones evasivas observadas en relación con el número de vehículos con las luces de freno defectuosas.

Igual que el conteo de conflictos, el aforo vehicular se efectúa en periodos de 15 minutos, los diferentes conteos se leen al final y se transcriben en la hoja de "aforo vehicular" que se muestra en la figura 2.5-D. Después de esto, se regresan a ceros los contadores para el siguiente periodo de investigación y así sucesivamente, hasta que se obtiene el tamaño deseado de la muestra.

#### ANÁLISIS Y RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Cuando se termina el estudio de campo, se efectúa el resumen de cada conflicto o movimiento. El número de acciones evasivas y el número de violaciones de tránsito son combinados para conocer el número total de conflictos de acuerdo con su definición.

Existen muchas posibilidades o combinaciones de totales y subtotales que serán de acuerdo con los diferentes tipos de conflictos y movimientos. La combinación adecuada de los volúmenes vehiculares y de los conflictos depende del propósito del estudio.



Los porcentajes o valores proporcionales se calculan dividiendo un número específico de conflictos entre el volumen correspondiente. Esto es, el número de conflictos de tránsito apuntados, se expresa como la relación de volumen vehicular escogido del flujo vehicular del cual se observaron estos conflictos. También puede expresarse como el número promedio de conflictos de vuelta a la izquierda por hora en un acceso determinado de una intersección. El intervalo de tiempo puede variar de acuerdo con el propósito del estudio de conflictos de tránsito.

El resumen del resultado de un estudio de conflictos de tránsito se muestra en la tabla 2.4-C y corresponde a una intersección controlada por semáforos en zona urbana. La parte superior de la tabla corresponde al resumen porcentual del tránsito de frente para cada acceso de la intersección, un gran porcentaje de los vehículos que arriban a esta intersección deben detenerse.

TABLA 2.4-C  
RESUMEN DE UN ESTUDIO DE CONFLICTOS DE TRANSITO

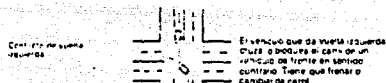
	ACCESO A LA INTERSECCION			
	NORTE	SUR	ORIENTE	PONIENTE
<b>POR CAUSA DE UN VEHICULO (%)</b>				
Que hizo alto	67.6	90.3	92.2	84.1
Lento	4.9	1.2	4.4	5.4
Parado	27.5	8.5	3.4	10.5
<b>SITUACION DE CONFLICTO</b> (Número promedio por hora)				
Vuelta izquierda	2.5	2.9	1.7	6.3
Entrecruzamiento	5.2	1.8	0.9	1.4
Alcance por luz ámbar	6.6	1.0	0.5	0.8
Alcance en carril de frente	4.2	12.4	0.7	1.1
Alcance por vuelta izquierda	0.5	0.0	0.4	1.6
Alcance por vuelta derecha	1.5	0.3	0.6	0.7
Alcance por cruce de peatón	2.7	3.0	2.3	0.4
<b>VIOLACIONES A LA LUZ ROJA</b> (Número promedio por hora)				
De frente	1.7	0.7	0.9	0.4
Vuelta izquierda	1.3	1.8	1.1	0.4
Vuelta derecha	0.6	0.2	0.7	2.3

En la mitad de la tabla 2.4-C se resumen situaciones de conflicto oportunos, como el número promedio de conflictos por hora para cada acceso. Los conflictos por alcance son mayores en los accesos norte y sur; en tanto que los conflictos por vuelta izquierda predominan en el acceso poniente. En la parte inferior de la tabla se encuentran las violaciones a la luz roja (alto) y son el resumen de vueltas a la izquierda en rojo, de frente en rojo y vuelta a la derecha en rojo, de la hoja de aforo vehicular mostrada en la figura 2.5-D. Estas violaciones pueden expresarse además como un

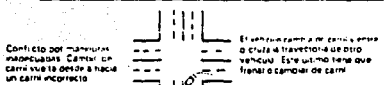
número promedio de violaciones al rojo por hora; también pueden resumirse en forma proporcional como la relación del número de violaciones al volumen total para cada dirección recorrida, después de que el vehículo entró a la intersección por un acceso determinado.







CONFLICTO DE VUELTA IZQUIERDA



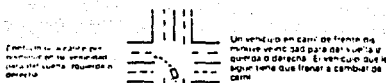
CONFLICTO POR VUELTA DESDE UN CARRIL INCORRECTO



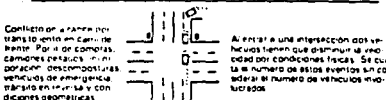
CONFLICTO DE CRUCE POR VUELTA IZQUIERDA



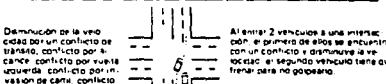
VUELTA IZQUIERDA CON LUZ ROJA



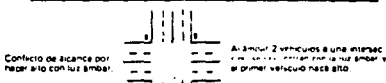
CONFLICTO DE ALCANCE POR DISMINUCIÓN DE VELOCIDAD PARA DAR VUELTA



CONFLICTO DE ALCANCE POR TRÁNSITO LENTO EN CARRIL DE FRENTE POR IR CURIOSO/SEGUNDO



CONFLICTO DE ALCANCE AL DISMINUIR LA VELOCIDAD POR INVASIÓN DE CARRIL



CONFLICTO DE ALCANCE POR HACER ALTO EN ÁMBAR

FIG. 2-5-C Ilustración de algunos conflictos de tránsito en intersecciones.



### III. ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

El hecho de las mejoras al tránsito se basan en hechos confiables. Si no se definen cuidadosamente el problema o los problemas, una mejora puede ocasionar sólo el traslado del mismo, posponerlo al futuro o no generar beneficio alguno a la fluidez y seguridad del tránsito.

No importa que tan simple parezca el problema, siempre será necesaria una organización adecuada. La planeación de los estudios de tránsito para recopilar los hechos incluye la preparación, selección y capacitación del personal, adquisición de equipo, preparación de formas de campo y desarrollo de programas para la obtención de datos.

Con frecuencia, la planeación de un estudio de tránsito es simple y de rutina. Otras veces, la organización de un estudio de tránsito requiere la contratación de más personal, la obtención de fondos adicionales y el diseño de programas detallados. El producto final ya sea un simple aforo de tránsito o una investigación más amplia, debe presentarse de tal forma que sea de fácil comprensión y aplicación para su uso actual y futuro.

Cuando se está organizando un estudio mayor es aconsejable obtener asesoría técnica de los organismos encargados de la Ingeniería de Tránsito y del Transporte, tales como oficinas federales, estatales, municipales, consultores particulares o alguna universidad en la que se impartan las materias de Ingeniería de Tránsito o de Transporte. Una adecuada asesoría permite grandes ahorros en tiempo, dinero y esfuerzo, además de proporcionar datos completos para el análisis de un problema de tránsito.

Un enfoque real en la solución de los problemas de accidentes, congestionamientos y estacionamientos, generalmente cuenta con el apoyo decidido del público. Es necesario informar con hechos tanto a los conductores como a la ciudadanía en general acerca de la problemática del tránsito; con frecuencia la solución de un problema de tránsito requiere de recursos económicos para implantar las mejoras necesarias, para que las mejoras al transporte de una localidad tenga éxito, es necesario un programa permanente sobre la información y educación para el usuario de la vía pública.

### INVENTARIOS PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

Gran parte del trabajo de la Ingeniería de Tránsito consiste en responder a requerimientos de información (especialmente sobre el control del tránsito), la revisión de algunas rutas especiales de vehículos y otros tópicos relacionados con los anteriores.

## Mapas

Es esencial un sistema de información actualizado con datos abundantes y prácticos que se muestren en mapas de consulta rápida, estos mapas de datos urbanos incluyen:

Control en las intersecciones (señales de alto, ceda el paso y semáforos); calles con sentido único del tránsito: rutas y límites de peso del transporte de carga; altura libre en estructuras; rutas y paradas del transporte público de pasajeros; límite de velocidad; rutas de emergencia; aforos de tránsito; mapas de accidentes; uso del suelo. Además se deben elaborar mapas específicos para mostrar: Sistema de semáforos interconectados; restricción al estacionamiento en la vía pública; estacionómetros; estacionamientos fuera de la vía pública; alumbrado público; anchura de las calles; mapas de catastro o planos de lotificación.

## Archivos oficiales

Un archivo común de oficina en vez del sistema de planos, debe incluir: Reportes sobre accidentes; aforo de tránsito; órdenes de trabajo; expedientes de programación de semáforos; reportes de análisis del tránsito; reporte anual actualizado de kilómetros de calles (clasificadas para su función), número de tipo de señales, kilómetro de señalamiento horizontal, número de estacionómetros, kilómetro de acera y cualquier otro dato estadístico relacionado con el tránsito.

## Clasificación operacional de la red vial

El plano fundamental para cualquier área ya sea urbana o rural, independientemente de su tamaño, es el que muestra la clasificación de la red vial.

- 1.- Autopistas o vías rápidas. Para movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito entre áreas, a través o alrededor de la ciudad o área urbana.
- 2.- Carreteras o calles principales. Son las que permiten el movimiento del tránsito entre áreas o partes de la ciudad; dan servicio directo a los generadores principales y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas.
- 3.- Calles colectoras. Son las que ligan las calles locales con las calles principales y carreteras más próximas.
- 4.- Calles locales. Proporcionan acceso directo a las propiedades ya sean habitacionales, comerciales, industriales o de algún otro uso.

## Señales

Es importante que se establezcan claves o símbolos para evitar confusión entre cual rama de la intersección está controlada y cuál está protegida, en cada una de las intersecciones que cuente con señales de ALTO o CEDA EL PASO.



## ESTUDIOS

Los estudios de Ingeniería de Tránsito son los siguientes:

### VOLUMENES DE TRANSITO

Los aforos se toman para registrar el número de vehículos o peatones que pasan por un punto, entran a una intersección o usan parte de un camino; como un carril, un paso de peatones o una acera. Dichos aforos son muestra de los volúmenes actuales; el período de la muestra puede variar entre unos cuantos minutos y una semana o más. Existen estaciones denominadas de aforo permanente en las que se registran los datos en cada una de las horas del año y representan una muestra del volumen vehicular anual para el camino donde están instaladas.

#### Métodos de aforo

Existen dos métodos básicos de aforo, el Mecánico (registro automático) y el Manual.

#### Aforo Mecánico

La mayoría de los contadores automáticos se instalan en lugares específicos y en períodos de un día a una semana, en cualquier caso el equipo es portátil ya que los equipos fijos están diseñados para registrar los volúmenes de tránsito de manera continua y permanente.

El registro automático debe ser considerado en la mayoría de los aforos en que se requieran más de doce horas de datos continuos del mismo lugar. Este tipo de aforo tiene gran aplicación en aquellos casos en donde sólo sea necesario un simple conteo del número de vehículos (sin separar el tipo de vehículos, la dirección, los movimientos direccionales en intersección, peatones, uso de carril, etc.). Bajo ciertas condiciones, los aforos direccionales o de un carril separado pueden obtenerse mecánicamente.

Sin embargo, la mayoría de los aforos automáticos son obtenidos y utilizados para:

- Determinación de la variación horario (en particular de la selección de horas de máxima demanda)
- Determinación de las variaciones periódicas diarias, así como de las tendencias de crecimiento.
- Estimación del tránsito anual (empleo en los cálculos y diseño estructural de los pavimentos).

Existen tres tipos generales de contadores portátiles:

1. El llamado contador "Menor", que es continuo con disco graduado visible y emplea batería eléctrica.
2. Una versión especial del contador anterior es el denominado Contador Periódico, consta de un reloj que puede programarse para iniciar a una hora determinada y operar sólo durante un período preestablecido.
3. El contador "Mayor", constituido por un reloj, un contador reajustable, una máquina impresora y/o perforadora o un marcador estilográfico, un rollo de cinta o una gráfica circular y una batería eléctrica.

Estos contadores usan tubos neumáticos colocados sobre el camino, los cuales transmiten impulsos de aire generados por el paso de los vehículos.

Prácticamente todo el equipo portátil para el aforo del tránsito está constituido por contadores de tipo "Mayor" y "Menor" con los tubos neumáticos. El tubo en cuestión consiste en una manguera de hule flexible sujeta al pavimento en forma perpendicular a la dirección del tránsito por aforar; uno de los extremos del tubo se sella y el otro se conecta a un interceptor de presión, el paso de las ruedas de los vehículos sobre el tubo desplaza un volumen de aire creando así una presión en el interruptor. Esta presión mueve los contactos del interruptor cerrando el circuito eléctrico y activando al contador, cada dos impulsos se registra un vehículo.

La localización de la manguera es importante debido a que es necesario sujetar el contador, ya sea a un árbol, a un poste o a un elemento fijo; la manguera deberá estar alejada de las trayectorias de vuelta para evitar que un vehículo al no entrar en ángulo recto duplique su contabilidad. Esto generalmente significa que la manguera deberá colocarse a unos 30 m de alguna intersección o de alguna entrada principal, la manguera no deberá colocarse en zonas sujetas a fricción tales como curvas pronunciadas o expuestas a frenado o aceleración brusco.

Los contadores portátiles tienen muchas limitaciones incluyendo un máximo de cuatro carriles de cobertura, un conteo menor debido al paso simultáneo de dos vehículos en carriles paralelos y un sobreconteo mayor en el caso de vehículos con tres o cuatro ejes o que cruce la manguera en diagonal, la presión es rara vez mayor al 90 por ciento.

Otras limitaciones son la imposibilidad para detectar movimientos direccionales y clasificar a los vehículos.

En caminos con un alto número de vehículos con varios ejes, se pueden calcular factores de ajuste para corregir algunos errores del aforo mecánico, a partir de un aforo con clasificación vehicular.

## Contadores mecánicos permanentes

Los contadores permanentes o semifijos pueden utilizar una gran variedad de detectores incluyendo el tubo neumático, placas de contacto eléctrico, fotoceldas, radar, magnéticas, ultrasónicas infrarrojos y garzas de inducción.

Algunas estaciones permanentes solo tienen el detector en la estación de aforo, mientras que los impulsos son transmitidos a una estación central para su registro. La transmisión se logra mediante líneas telefónicas rentadas, radio u otros medios, dependiendo de los requerimientos, disponibilidad y costo. Otros sistemas utilizan la recolección manual de cintas que son llevadas a la oficina central.

Debido a las limitaciones del tubo neumático, prácticamente no se emplea en estaciones permanentes.

Los contadores o detectores permanentes tienen algunas de las limitaciones descritas para los contadores portátiles. Las principales desventajas son la incapacidad de clasificar a los vehículos o detectar los movimientos direccionales en las intersecciones. Los aparatos deben colocarse de tal forma que se eviten las zonas de entrecruzamiento en las rampas de entrada y salida próximas a una intersección o desnivel; de la misma manera deben evitarse colocarlos cerca de intersecciones o de entradas principales.

## Aforos Manuales

Para recopilar datos en lugares específicos, puede emplearse uno o más aforadores de manera que se observe y obtenga la información detallada de :

1. Clasificación vehicular (camiones por tamaño, peso, número de ejes, etc., autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas).
2. Movimientos direccionales en una intersección o en una entrada.
3. Dirección del recorrido.
4. Procedencia de los vehículos por medio de las placas.
5. Movimientos peatonales en los pasos de peatones y en las aceras y/o clasificación por edad (escolar o adulto).
6. Uso de carril y/c longitud de colas.
7. Número de pasajeros por vehículos (ocupancia).
8. Obediencia a los dispositivos para el control del tránsito.

## Aforos en intersecciones

Los requerimientos y tipos de dispositivos para el control, la programación de los semáforos, los elementos básicos para proyecto de reconstrucción y otras mejoras tales como cambios en las marcas sobre pavimento, requieren información detallada de los movimientos direccionales en las intersecciones. Con frecuencia se requieren también, datos relacionados con la composición vehicular y el comportamiento vehicular como complemento de los aforos.

Este tipo de información puede recopilarse mejor con aforos manuales que deberán tomarse en todos los lugares que sea necesario. En una ciudad un programa de aforos debe por lo menos proporcionar información sobre los movimientos direccionales y la composición vehicular (automóviles, autobuses y camiones), en todas las intersecciones importantes.

Son necesarios como mínimo aforos cada tres o cinco años en las horas de máxima demanda de la mañana y de la tarde para evaluar los accidentes, verificar la capacidad y la operación de las intersecciones incluyendo las necesidades de programación de las fases de los semáforos.

También se toman aforos de los movimientos direccionales en los accesos de los principales generadores de tránsito, con el fin de obtener información necesaria para carriles especiales de movimientos direccionales así como proyectar su longitud adecuada.

#### Aforos continuos

Las estaciones permanentes de aforo se han venido utilizando desde mediados de 1930 como parte de los estudios de planeación de carreteras y posteriormente se instalaron para observar la instalación de las autopistas urbanas. Los aforos continuos han proporcionado información valiosa en relación con los patrones horarios, diarios, periódicos o anuales del tránsito. El tránsito tiende a tener variaciones cíclicas predecibles, por lo que a través de una clasificación adecuada de la vialidad y de los aforos es posible establecer el patrón básico del tránsito para cada tipo de camino.

Los patrones diarios y horarios también reflejan el carácter y uso de la vía. Así las carreteras rurales y recreativas tienden a captar mayores volúmenes de tránsito durante los fines de semana que las calles urbanas. Las vías radiales y periféricas de una ciudad, tienden a reflejar períodos horarios de máxima agudos. Por lo tanto, es importante seleccionar las estaciones permanentes de aforo para que muestren los diferentes patrones reflejados por el uso y carácter del camino.

#### Aforos en cordón

Es aquel en que un área en particular se cuenta completamente y se llevan a cabo recuentos en todas las calles de los vehículos que entran y salen de la misma. Los datos obtenidos muestran los volúmenes de tránsito que entran y salen del área en estudio; los aforos en cordón son usados comúnmente como parte de un estudio de origen y destino o en estudios de la zona comercial o de negocios.

## Aforos en línea divisoria

Estos aforos registran los viajes que se hacen a través de barreras geográficas notables, o bien el movimiento de tránsito entre zonas. Las líneas se localizan a lo largo de fronteras naturales o geográficas, tales como un río o un ferrocarril. De esta manera el número de caminos que cruza la línea divisoria se reduce al mínimo. Los aforos en línea divisoria son parte importante para verificar la precisión de los estudios de origen y destino; empleando los datos de las entrevistas, se hace un resumen del total de viajes que tienen origen y destino en los lados opuestos de la línea divisoria, estos totales se comparan con los aforos reales para ver con que aproximación representan a los datos obtenidos de la encuesta.

## ACCIDENTES DE TRANSITO

La mayoría de los accidentes de tránsito son resultado de la falta de precaución o del comportamiento peligroso de los peatones o conductores; sin embargo, la probabilidad de que ocurra un accidente así como su gravedad, puede reducirse con la adecuada instalación de los dispositivos para el control del tránsito y con un buen proyecto de las características geométricas del camino.

El éxito o el fracaso de los dispositivos para el control del tránsito o del proyecto geométrico en lugares específicos, depende directamente del análisis de los datos de accidentes; en tanto que la cantidad y calidad de datos importantes para el análisis no son suficientes, gran parte de la información disponible en los archivos o expedientes policíacos no se emplea en toda su magnitud.

## Aplicaciones

Existen muchas razones para conservar los registros de accidentes de tránsito, incluyendo la disponibilidad de conjuntos de datos estadísticos para una ciudad, región o sistema vial. Los registros también son necesarios para proporcionar hechos que sirvan de guía para implantar los programas de educación y conservación vial, inspección vehicular, servicios médicos de emergencia y de ingeniería para mejorar las calles y carreteras. Los datos de accidentes individuales son utilizados por la policía, autoridades que otorgan licencias, compañías de seguros, abogados, tribunales y diseñadores de vehículos.

Los datos de accidentes, tabulados y analizados, pueden ser utilizados por los ingenieros de tránsito en los casos siguientes:

1. Para definir e identificar lugares con alta incidencia de accidentes.
2. Para realizar estudios de "antes y después" en donde se han hecho mejoras o cambios de algún dispositivo específico. Estos estudios son la guía más importante para evaluar la eficiencia

de las medidas técnicas aplicadas en la prevención de accidentes, tales como: señales, semáforos, marcas en el pavimento, proyecto geométrico, iluminación y alguna otra medida de tránsito.

3. Para justificar alguna acción positiva o negativa a las peticiones del público, relacionadas con la instalación de algún dispositivo para el control del tránsito.
4. Como auxiliar en la evaluación de alternativas de proyecto geométrico y en la determinación y desarrollo de los proyectos más adecuados de calles, intersecciones, entradas y dispositivos para el control del tránsito, para cada localidad específica.
5. Para establecer programas prioritarios de mejoras a los lugares con alta incidencia de accidentes, basados en la cifra (costos) de los accidentes, que se pueden prevenir con medidas de la ingeniería de tránsito.
6. Para justificar la inversión en mejoras importantes para prevenir o reducir los accidentes.
7. Para proponer cambios a los reglamentos de tránsito.
8. Para establecer mejoras en la vigilancia policiaca.
9. Para determinar la necesidad de construir aceras y ciclistas.
10. Para determinar la necesidad y justificación de restringir el estacionamiento.
11. Para determinar la necesidad de mejorar el alumbrado público.
12. Para identificar ciertas acciones de los conductores o peatones que causan accidentes y que pueden prevenirse a través de la educación pública.
13. Para ayudar a conseguir fondos que puedan aplicarse en programas de seguridad vial, en una localidad o en un estado.

#### Datos obtenidos del estudio

Siguiendo los pasos lógicos en el estudio de este problema se ha encontrado conveniente determinar tres importantes datos:

- a) Causa aparente de los accidentes.
- b) Falla operacional.
- c) Magnitud del problema.

Se hará necesario encontrar o determinar ciertas relaciones que nos permitan conocer el cuadro completo en el aspecto de accidentes; es necesario relacionar los accidentes con las causas aparentes y reales, los tipos de accidentes, la frecuencia, la ubicación, etc.

Del uso corriente de los datos recopilados, o sea la estadística, destacan los datos que ya mencionamos y que serán auxiliar insustituible en la labor preventiva.

#### Causa aparente

El agente de tránsito es la persona con la responsabilidad oficial de rendir el informe de cada accidente de tránsito, ya que en su informe está la base de la estadística vital del tránsito; de

acuerdo con el de esta persona, los informes anotan la "causa" del accidente. Sólo podrá ser "causa aparente" hasta en tanto el análisis correspondiente dictamine la causa real.

Bastante importante en sí, será la información que logremos acumular de los accidentes por ubicación, frecuencia, saldo, conductor o empresas, etc.

#### Falla operacional

Analizando debidamente las causas aparentes, muy frecuentemente podemos determinar las causas reales; estas permiten saber si la falla de la operación del tránsito dependió del camino, del vehículo o del usuario.

Al determinar las causas reales, fácil será fijar las medidas necesarias para contrarrestarlas, eliminando o disminuyendo el resultado negativo.

Al relacionar el saldo de muertos y heridos proporcionalmente con la población, con los vehículos o con el kilometraje "generado" dispondremos de cifras o de índices que nos permitan hacer comparaciones; estas nos darán la escala para juzgar la magnitud del problema. Estas comparaciones pueden hacerse entre ciudades, entidades políticas, tramos de camino, etc.

#### VELOCIDAD DE PUNTO

La velocidad es un factor muy importante en el transporte terrestre estando siempre asociada la calidad de viaje, pues el tiempo en recorrer una distancia generalmente es muy importante cuando se minimiza, estando en condiciones laborables y de comodidad.

Velocidad.- Es la relación del movimiento de un vehículo de acuerdo a la ecuación  $D/T = V$ .

Velocidad de punto.- Es la medición instantánea de la velocidad en un lugar específico de una vía o carretera.

Velocidad media.- Es la relación del número de velocidades de punto entre el número de mediciones.

Velocidad promedio.- Tal como la media aritmética, la mediana o la moda.

Velocidad de punto.- "i" aquel valor abajo del cual el "i" por ciento de los conductores y arriba del cual viajan el 100-i por ciento de conductores.

Paso.- Es el incremento específico de la velocidad de punto.

El estudio de la velocidad de punto está diseñado para medir las características de la velocidad en un lugar específico bajo condiciones de tránsito y atmosféricas predominantes.

Empleándose la velocidad de punto en la mayoría de las actividades de la ingeniería de tránsito.

1. Determinación de dispositivos para el control y reglamento de tránsito apropiados.
2. Estudio de lugares de alto índice de accidentes.
3. Evaluación de la eficacia de las mejoras al tránsito (antes y después).
4. Análisis de lugares críticos.
5. Determinación de lugares para ejercer mayor vigilancia policiaca.
6. Selección de los elementos para el proyecto geométrico de la vialidad:
  - a) Velocidad de proyecto
  - b) Velocidad de marcha
7. Establecimiento de tendencias de la velocidad.
8. Cálculo de los costos usuario-vía.
9. Ejecución de estudios que involucren estudios de tránsito.

La ubicación del estudio de la velocidad de punto se efectuará en lugares especiales o generales siendo estos para datos básicos; en carretera se realizan en tramos rectos evitando intersecciones o accesos; en calles urbanas las ubicaciones se hacen a media cuadra, siempre tratando de evitar entradas y salidas de estacionamiento que influyan al flujo; las ubicaciones especiales se eligen para el establecimiento de límites de velocidad en tramos específicos de calles o carreteras para evaluar mejoras o estudiar lugares de accidentes.

Factores que influyen en la velocidad de punto: El conductor, el vehículo, el camino, el tránsito y las condiciones atmosféricas; para la obtención de una estimación imparcial y precisa de las velocidades de punto en un lugar específico.

El equipo debe estar oculto, el investigador debe ser lo menos llamativo, se debe medir un número adecuado de vehículos; la hora en que debe de realizarse el estudio depende del objetivo del mismo; para un estudio general se debe hacer en condiciones atmosféricas y de tránsito normales.

La recopilación de datos se puede efectuar por métodos manuales o métodos automáticos; los manuales se determinan por el tiempo en que recorre una distancia fija. El material empleado en este método es el siguiente: un cronómetro, una cinta y material para señalamiento. Para el método automático se emplean dispositivos eléctricos y/o mecánicos (el radar es un dispositivo automático para determinar la velocidad de punto).

Estudios especiales de velocidad de punto se realizan para determinar la velocidad máxima en que se puede tomar una curva horizontal cómodamente; el equipo requerido para esta prueba es el conductor del vehículo de prueba con indicador de pendiente. Otro estudio especial es para la verificación de velocidades de máxima seguridad en los accesos y en las intersecciones.

Para un buen estudio de velocidad de punto se requiere de un tamaño adecuado de la muestra, para la satisfacción de condiciones estadísticas.



$$N = \frac{2}{S K} \frac{2}{E}$$

N.- Tamaño mínimo de la muestra.  
 S.- Desviación normal km/h.  
 K.- Constante a nivel confiable deseado.

#### APLICACION DE LAS TABLAS

Desviaciones normales de velocidades de punto para la determinación del tamaño de la muestra.

TIPO DE TRANSITO	TIPO DE CAMINO	DESVIACION NORMAL	PROMEDIO
Rural	Dos carriles	8.5 km/h	5.3 m/h
Rural	Cuatro carriles	6.8	4.2
Intermedio	Dos carriles	8.5	5.3
Intermedio	Cuatro carriles	8.5	5.3
Urbano	Dos carriles	7.7	4.8
Urbano	Cuatro carriles	7.9	4.9
VALOR REDONDEADO		8.0	5.0

#### CONSTANTE CORRESPONDIENTE AL NIVEL DE CONFIABILIDAD

CONSTANTE K	NIVEL DE CONFIABILIDAD (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Desviación Normal Promedio 8.0 km/h  
 K: 2.00 utilizando confiabilidad 95.9 %  
 E: 8 a 1

Sin embargo nunca debe medirse menos de 30 velocidades de vehículos diferentes; si el interés estadístico es algún valor de la velocidad tal como 85 por ciento, entonces se aplica la fórmula siguiente:

$$N = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2}{S K (2 + U)} \cdot 2 E$$

- N.- Tamaño mínimo de la muestra.
- S.- Desviación normal (KPH, mph).
- K.- Se obtiene de tablas.
- E.- Error permisible.
- U.- Constante correspondiente a la velocidad deseada (velocidades medias).

Para velocidad media use 0.00  
 Para el 15 o el 85 porcentual use 1.04  
 Para el 5 o el 95 porcentual use 1.64

- Todas las observaciones deberán ser casuales y representativas.
- Se debe evitar la medición de vehículos a alta velocidad.
- Si el investigador no puede registrar la velocidad de todos los vehículos, debido al gran volumen de tránsito, puede muestrear cada enésimo vehículo evitando que el enésimo vehículo esté controlado por algún efecto externo.

LONGITUDES RECOMENDADAS PARA ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO

VELOCIDAD PROMEDIO DE LA CORRIENTE DEL TRANSITO		LONGITUD RECORRIDA		FACTOR DE CONVERSION CAMBIOS DE SEGUNDO A	
kph	mph	pies	metros	kph	mph
Abajo de -40	abajo de -25	88	25	90	60
40 a 65	25 a 40	176	50	180	120
Arriba de +65	arriba de 40	264	75	270	180

La siguiente ecuación es para determinar la columna de velocidad de punto.

$$V = \frac{3.60 D}{T}$$

- V.- Velocidad de punto.
- D.- Longitud.
- T.- Tiempo.

La hoja de campo está dividida de acuerdo con la clasificación vehicular de autom3viles, camiones, autobuses; esto puede ser importante para el análisis de lugares de alto índice de accidentes.

Nota: El radarmetro se calibra generalmente a una distancia de 100 metros, además, se debe tratar que el error del coseno entre la línea del aparato y la trayectoria se aproxime a cero.

La velocidad de recorrido para cada vehículo se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{60 D}{T}$$

S.- Velocidad de recorrido.  
D.- Longitud de la ruta.  
T.- Tiempo de recorrido.

La velocidad media de recorrido o velocidad media con base en la distancia.

$$S = \frac{60 N D}{T}$$

S.- Velocidad media de recorrido.  
D.- Longitud de la ruta.  
T.- Suma de los tiempos de recorrido.  
N.- Número de recorridos.

Este procedimiento es flexible en la determinación de la velocidad y las demoras.

Las velocidades de recorrido y de marcha se calculan a partir de los tiempos de recorrido y de marcha, aplicando respectivamente las ecuaciones indicadas.

#### TIEMPO DE RECORRIDO Y DEMORAS

El tiempo de recorrido, es el tiempo total empleado por un vehículo para recorrer el tramo de una calzada el cual es medido en minutos.

Tiempo de marcha, tiempo durante el cual un vehículo permanece en movimiento.

Velocidad de recorrido, distancia dividida entre el tiempo total de recorrido.

Demoras, es el tiempo perdido durante el recorrido, debido a las fricciones del tránsito y a los dispositivos para el control del tránsito.

Demoras fijas, dependen de los dispositivos.

Demoras operacionales, interferencias y fricciones.

Demoras por tiempo de recorrido, diferencia entre el tiempo de recorrido total y el tiempo calculado a base de recorridos sin demoras (tránsito fluido).

La velocidad media de recorrido es determinada por medio de los estudios de tiempos de recorrido y demoras.

Los resultados de tiempos de recorrido y demoras se utilizan para la evaluación general del movimiento de tránsito a lo largo de rutas específicas.

Relación de aplicaciones:

- a) La determinación de la eficiencia de una ruta.
- b) Identificación de zonas congestionadas.
- c) Definición de congestionamiento, duración y frecuencia.
- d) Evaluación de la efectividad de las mejoras viales.

- e) Cálculo del costo usuario - vfa.
- f) Establecimiento de las tendencias de la velocidad de recorrido.
- g) Desarrollo de rangos de suficiencia para emplearlos en los programas de mejoras viales.
- h) Cálculo de capacidad y volúmenes de tránsito.
- i) Establecimientos de arcos de tiempo de recorrido o velocidad, aplicados a la distribución de viajes en la planeación del transporte.

#### Rutas en estudio

Los estudios de tiempos de recorrido y demoras se realizan en las rutas principales con altos volúmenes de tránsito; en general el tramo en estudio deberá comprender una longitud mínima de 1.6 km para poder recopilar lo mejor posible cualquier dato que sea significativo.

El estudio se realiza durante las horas de máxima demanda y en direcciones de máximo movimiento (principalmente); los siguientes períodos se sugieren para llevar a cabo un estudio de tiempos de recorrido y demoras que refleje la variación.

7.00 a 9.00	Período de máxima
9.00 a 11.30	Período fuera de máxima
13.30 a 15.30	Período fuera de máxima
16.00 a 18.00	Período de máxima
19.00 a 22.00	Período fuera de máxima

Los cambios de turno en algunas zonas industriales principales tanto como comerciales hacen necesarios ajustes en los períodos sugeridos.

Los estudios de recorrido y demoras se realizan comúnmente bajo buenas condiciones atmosféricas; también se pueden realizar por medio de registros de las placas de los vehículos o por medio del vehículo de prueba. La técnica del registro de las placas requiere de dos personas generalmente, un observador y un anotador para cada dirección del recorrido, ambos en el inicio y final de la ruta que está en estudio.

El método del vehículo de prueba para la recopilación de los datos requiere de un conductor, un anotador y dos cronómetros; si el vehículo utiliza dispositivos automáticos de registro, sólo se requerirá de conductor. Existen dispositivos automáticos que anotan la distancia de recorrido, tiempo de recorrido, ubicación de la demora y otros puntos significativos, este mecanismo lo registra por medio de claves numéricas.

El tamaño de la muestra se basa en la necesidad concreta de la información; para tal necesidad se sugieren los rangos de errores preliminares.

- 1.- Planeación del transporte y estudio de las necesidades viales:  
5.0 a 8.0 km/h
- 2.- Análisis de tendencias y evaluaciones económicas:  
3.5 a 6.5 km/h
- 3.- Estudios de antes y después:  
2.0 a 5.0 km/h

Es difícil determinar los requisitos para el tamaño de la muestra y el rango promedio de la velocidad de recorrido.

R.- Rango promedio.

S.- Suma de todos los valores de todas las diferencias.

N.- Número de recorridos.

El tamaño mínimo de la muestra determina que si el tamaño de la muestra requerido es mayor que el número de vehículos muestreado entonces se aplicará el registro de las placas bajo condiciones de tránsito y ambientales similares, hasta la obtención del tamaño mínimo de la muestra.

Utilizando la técnica del vehículo de prueba se puede determinar la velocidad global y la velocidad de marcha con los correspondientes de recorrido.

RPVR (km/h)**	NUMERO MINIMO DE RECORRIDOS PARA UN ERROR PERMISIBLE ESPECIFICO				
	+,- 2.0 kph	+,- 3.5 kph	+,- 5.0 kph	+,- 6.5 kph	+,- 8.0 kph
5.0	4	3	2	2	2
10.0	8	4	3	3	2
15.0	14	7	5	3	3
20.0	21	9	6	5	4
25.0	28	13	8	6	5
30.0	38	16	10	7	6

\*\* Rango promedio de la velocidad de recorrido.

Procedimiento: El método de las placas.

La ruta seleccionada para el estudio no deberá tener o por lo menos muy pocas intersecciones entre el punto de inicio y final. Si existen tales intersecciones, se tendrán que formar equipos con personal en esos lugares; inicialmente deben de sincronizar sus cronómetros y posteriormente detenerlos hasta el termino del estudio.

La recopilación de datos de los vehículos que salen de la ruta al final del tramo y en las intersecciones principales, deberán demorarse a intervalos adecuados. Este intervalo se determina dividiendo la distancia comprendida desde el inicio del tramo en estudio hasta el punto de interés, entre la velocidad razonablemente más rápida para recorrer ese mismo tramo, bajo condiciones atmosféricas y del tránsito similares; este período

deberá redondearse a los cinco minutos inferiores más próximos. Después de que llegó la hora de detenerse los cronómetros donde se inició el estudio, se deberá observar a los vehículos en cada salida durante un intervalo adicional, que es igual a la distancia adecuada dividida entre la velocidad razonablemente más baja para recorrer la misma ruta bajo condiciones de tránsito y atmosféricas similares redondeando a los cinco minutos superiores.

Si el tránsito es demasiado denso para observar cada vehículo, puede obtenerse una muestra porcentual registrando vehículos que terminen en dígitos seleccionados, anotando tres dígitos y la hora abajo de los dígitos; subrayando los tres dígitos de cada camión o autobús que ayuda a la identificación del tipo de vehículo.

Si se emplea grabadora no se necesita anotar, sólo se dictan los tres dígitos de las placas del tipo de vehículo y la hora; antes del inicio se debe grabar fecha, lugar, dirección del flujo y cualquier otro dato que nos pueda ser necesario.

Debe ser medida la longitud de la ruta por medio del odómetro de un vehículo o por medio de un mapa a escala.

El método del vehículo de prueba.

1. La técnica del vehículo flotante.- El conductor rebasa tantos vehículos como a él lo rebasen.
2. Técnica del vehículo promedio.- Velocidad considerada a juicio del conductor.
3. La técnica del automóvil máximo.- Se conduce a la velocidad límite, siendo ésta la mejor base para medir las condiciones del flujo del tránsito.

Adicionalmente se seleccionan intersecciones principales u otros puntos de control a lo largo de la ruta en estudio con lugares de referencia. Se toman las lecturas en estos puntos de los tiempos para obtener la velocidad de recorrido por tramos.

Cuando el vehículo de prueba se detiene o es forzado a viajar lentamente, el anotador utiliza el segundo cronómetro para medir la duración de cada demora, ubicación o causa.

Al pasar por el fin de la ruta, el anotador detiene el primer cronómetro; si se utiliza grabadora se dicta la hora que pasa por el inicio y el final, así como la hora que pasa por cada punto de control.

#### DEMORAS EN INTERSECCION

Los estudios de demoras en intersecciones permiten evaluar el comportamiento del tránsito al entrar, cruzar o cambiar de dirección en ellas; se hacen con la finalidad de evaluar la eficiencia del control de tránsito. La demora se define como el tiempo durante el cual el tránsito está totalmente detenido; cabe

mencionar que esta técnica puede aplicarse también a los flujos peatonales.

Este estudio es ejecutado en cualquier intersección de la cual nos interesa conocer una evaluación detallada del tiempo perdido por el tránsito, tanto vehicular como peatonal.

Las aplicaciones principales de estos estudios son:

- a) Conocer la eficiencia de los dispositivos reguladores del tránsito.
- b) Determinación de la necesidad de semáforos y la correcta programación de estos.
- c) Cálculo del costo en las demoras, en el análisis económico de carreteras y de las mejoras al tránsito.
- d) Evaluación de aspectos críticos de la geometría en el proyecto de intersecciones.
- e) Análisis de las mejoras hechas al tránsito.
- f) Realización de investigaciones que involucren los flujos del tránsito.

Para realizar los estudios, antes deben aclararse algunos conceptos que involucren demoras.

Demora.- Tiempo perdido en un recorrido debido al tránsito y a los dispositivos para el control del tránsito; se expresa por lo general en minutos.

Demora por tiempo de parada.- Tiempo durante el cual el vehículo permanece parado.

Demora promedio por vehículo parado.- Es la demora total entre el número de vehículos que son detenidos en el acceso de la intersección durante el periodo de medición.

Demora promedio por vehículo que entra al acceso.- Es la demora total entre la suma de vehículos que arriban al acceso, sean detenidos o no, durante el periodo de medición.

Porcentaje de vehículos parados.- Es la relación del número de vehículos que se detienen entre el volumen de tránsito que llega al acceso de la intersección.

Estos estudios se realizan en intersecciones o accesos principales donde existen problemas de congestión.

Los estudios de demoras se deben hacer durante los periodos de congestión, es decir durante los periodos de máxima demanda aunque pueden hacerse también fuera de estos periodos, para tener otro criterio de comparación de las demoras; así como también en condiciones climatológicas buenas y normales de tránsito, de lo contrario se harán observaciones del tránsito bajo condiciones adversas.

Los datos se recopilan mediante el método manual, es decir, un observador que cuenta el número de vehículos, así como el tiempo que son detenidos en el acceso de la intersección. Si el volumen de tránsito es muy elevado, se puede contar con equipo como un medidor que acumule el número de segundos-vehículo de demora por tiempo parado; en tal caso, cada investigador contará con equipo similar en cada intersección.

El tamaño necesario de la muestra se puede obtener con la ecuación siguiente, que da un número razonablemente aproximado de vehículos que deben observarse en el acceso seleccionado.

$$N = \frac{(1-P) X^2}{P d}$$

N. Tamaño mínimo de la muestra.  
P. Proporción de vehículos que es necesario que paren en el acceso de la intersección.  
X. Valor de CHI cuadrada para el nivel de confiabilidad deseada.  
D. Error permitido en la proporción estimada de vehículos que se detienen.

Este tamaño mínimo de la muestra es para cada acceso de la intersección e incluye la suma tanto de los vehículos que se detienen como de los que no lo hacen.

Para obtener el valor de P, se hace un estudio preliminar que por lo general es de 100 vehículos y así obtener un valor razonable de P.

El nivel de confiabilidad deseado está relacionado con la probabilidad de que el valor de la medida sea una estimación razonable de las condiciones de las demoras por tiempo de parada. Por lo general un nivel de confiabilidad del 95 por ciento proporciona un nivel razonable; el valor de CHI cuadrado para un nivel de confiabilidad seleccionado se da en la siguiente tabla.

CHI Cuadrada X <sup>2</sup>	Nivel de confiabilidad (%)
2.71	90.00
3.84	95.00
5.02	97.50
6.63	99.00
7.88	99.50

El error permitido en la estimación de la proporción de vehículos que paran, dependen del propósito del estudio de las demoras; los valores de "d" pueden variar típicamente en un rango de 0.01 a 0.10, usando los valores más pequeños para aquellos estudios en donde se requiera más precisión.



## PROCEDIMIENTO

El método manual incluye el conteo de vehículos parados en el acceso de la intersección en intervalos sucesivos; una duración típica de estos intervalos es de 15 segundos.

Si la intersección que se está estudiando se encuentra controlada por semáforos de tiempo fijo, el intervalo de la muestra debe seleccionarse de tal manera que el conteo repetitivo de vehículos parados no ocurra en la misma parte del mismo; para evitar esto, se puede elegir un intervalo de muestra que no sea división exacta del ciclo del semáforo o fluctuando el tiempo de iniciación del muestreo.

En la hoja de campo para la muestra pueden variarse las duraciones de los intervalos; se anotan en ella los datos generales para su identificación exacta, empleando la primera columna para las horas de iniciación en minutos y la sucesión de intervalos de muestreo, en donde los tiempos de iniciación se pueden utilizar para generar procesos discontinuos o continuos de recopilación de datos.

El estudio se realiza hasta que se obtiene el tamaño mínimo de la muestra o hasta que el volumen del acceso tenga un cambio significativo en las condiciones del tránsito que está evaluando. Al empezar la observación se cuenta el número de vehículos parados en el acceso para cada tiempo de observación no importando si un vehículo es contado más de una vez, esto es, un vehículo será contado en todos los periodos de la muestra durante los cuales permanezca parado en el acceso de la intersección.

Para el volumen de cada acceso, se hace una tabulación independiente de cada intervalo, clasificándolo en los que se paran y en los que no se paran.

Los resultados de un estudio de demoras en una intersección generalmente se resumen calculando los siguientes datos estadísticos para el acceso seleccionado.

- a). El total de la demora por tiempo parado, expresado en segundos - vehículos.
- b). El promedio de la demora por tiempo parado, por vehículo detenido, en segundos.
- c). El promedio de la demora, por tiempo parado por vehículo en el acceso.
- d). El porcentaje de vehículos parados.

## ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

Este estudio puede definirse como aquel en el cual se tratará de determinar el comienzo u origen del tránsito y su finalización o destino, y tiene por objeto la determinación de la orientación del viaje de los vehículos que circulan dentro de determinadas regiones y se llega por medio de los mismos a seleccionar la correcta ubicación de una vía, mejorar las condiciones de ésta o para obras del transporte público o de servicios.

El área que abarca un estudio de origen y destino puede ser una vía rural o urbana hasta una extensión de varios kilómetros cuadrados; en zonas urbanas por lo regular se considera un área de estudio a aquella que es posible atravesar conduciendo en un lapso de 3 a 5 minutos.

Existen diversos métodos para obtener datos acerca del origen y destino de los usuarios de las vías, en algunos casos es necesario hacer cortas preguntas a estos y analizar las respuestas que den ya sea encuestas sencillas o en entrevistas de duración relativamente largas.

A continuación se describen algunos de los métodos usados para hacer estudios de origen y destino:

#### Método de observación de placas de circulación

Este método tiene dos formas de ejecución; la primera es anotar el número de las placas de los vehículos estacionados en un determinado lugar, a este caso se considera el estacionamiento como el destino del recorrido y el lugar en donde se guarda el vehículo permanentemente como el origen (dato que se puede obtener en las listas del registro del automóvil). El segundo método se efectúa situando observadores en puntos estratégicos de entrada y salida de zonas prefijadas. Los observadores anotan el número de los vehículos que entran y salen de la zona mencionada; los datos así obtenidos se comparan y analizan para identificar la entrada y salida de cada vehículo en la zona, los que se consideran como puntos de origen y destino.

El hecho de considerar que el punto de entrada a la zona es el origen del recorrido y la salida el destino del mismo así como la inseguridad de anotar correctamente la matrícula del vehículo, nos representan las principales desventajas de este método; pero debido a que el volumen del tránsito es muy grande y por lo tanto no es posible detener los vehículos para realizar interrogatorios pueden obtenerse resultados muy significativos con este método siempre y cuando se tenga el suficiente cuidado al tomar los datos así como hacerlo en un sólo día y en forma continua.

#### Método de tarjetas postales

Este método es utilizado en áreas en donde el volumen de tránsito es tal que no es posible detener a los conductores por largo tiempo para interrogarlos.

Las tarjetas postales que se utilizan se preparan con el fin de que sean llenadas por los usuarios de las vías y contienen un cuestionario con duración de retorno; estas tarjetas se distribuyen en un punto seleccionado de una vía con la fecha, ubicación y dirección del viaje impresos en la misma, también las tarjetas pueden enviarse por correo a los domicilios o lugares de trabajo de los propietarios de los vehículos.

Este método no suministra datos precisos porque depende esencialmente del interés que el usuario de la vía tenga en él aunque el número de respuestas dependerá grandemente de la publicidad que se le de al estudio.

#### Señales en los vehículos

Este método consiste en colocar etiquetas o entregarlas al conductor al entrar a la zona de estudio con el conocimiento de que debe devolverlas al salir de la misma y en ella se anotan tiempo de estación, dirección del recorrido y cualquier otro dato de interés para el estudio; este método es muy ventajoso en zonas de estudio muy pequeñas en donde el tránsito es muy denso.

#### Entrevistas a domicilio

Es sin lugar a dudas el mejor método de todos, ya que proporciona datos verídicos así como una mayor cantidad de los mismos, permite conocer el tránsito que entra y sale de la región estudiada pero no así el que circula entre puntos de la misma, proporciona además una información completa de las necesidades de tránsito dentro de una región urbana, los medios de transporte utilizados y las rutas principales empleadas.

Quizá el problema principal de este método sea el de determinar el tamaño de la muestra, para ello se utilizarán procedimientos estadísticos a fin de que la información que se obtenga sea representativa del tránsito total de todos los residentes de la región. Para ello se requiere que las personas incluidas en la muestra estén distribuidas geográficamente sobre la región situada en la misma proporción en la que está la población total del lugar.

El procedimiento más conveniente para seleccionar la muestra para áreas populosas dentro de la región es el uso de catálogos de direcciones estadísticas de manzanas; para regiones en donde la población es muy pequeña la elección de la muestra debe hacerse sobre el terreno.

Las entrevistas deben hacerse en las muestras seleccionadas, y si no se encuentran los ocupantes de las viviendas es preciso repetir las visitas hasta hallarlos.

La obtención de datos de viajes de camiones y taxis se realiza por separado y deben tomarse las listas de registros numéricos o alfabéticos. Con este método se puede obtener información no solamente sobre los viajes que realizan los propietarios de los vehículos sino también los hechos por personas que utilicen transporte colectivo.

#### ESTUDIOS DE CORDON

Un aforo en cordón es aquel en que un área en particular se cerca completamente y se llevan a cabo recuentos de todos los vehículos

en todas las calles de los que entran y salen de la misma; los datos obtenidos muestran los volúmenes de tránsito que entran y salen del área en estudio.

Los aforos en cordón son usados comúnmente como parte de un estudio amplio de origen y destino o en estudios de la zona comercial o de negocios (centro). Como parte de un estudio de origen y destino se llevan a cabo aforos en cordón que se usarán como base para incrementar los datos de las encuestas; los aforos realizados durante la encuesta sirven para factorización. Se hacen aforos manuales y mecánicos.

Un aforo manual se determina por medio de los tipos de vehículos; estos aforos se registran por el tipo de vehículo, por dirección de viaje y por hora, después si se desea se pueden aplicar factores por hora, tipo y dirección del viaje para cada estación.

Los aforos mecánicos se realizan antes de iniciar las encuestas durante 24 horas; esto tiene dos propósitos, en primer lugar sirve como base para programar las entrevistas y distribuir o asignar el personal, y en segundo lugar permite comparar los volúmenes de tránsito durante la encuesta, con las que se presentan los demás días en que no hay entrevistas. De esta manera, si el tránsito es extraordinario durante el período de la encuesta, este puede ser detectado o corregido.

Los aforos en cordón en el centro de la ciudad generalmente se hacen para registrar las tendencias a largo plazo, así como los movimientos hacia o de la zona mencionada. Al totalizar los que entran y los que salen se puede determinar la acumulación vehicular dentro del cordón; en estos aforos se registran en períodos de 15 minutos el tipo de vehículo y la dirección del viaje, también se registran el número de personas a bordo de automóviles, camiones y vehículos de transporte público de pasajeros. De esta manera, se registra el número de personas que entran y salen de la zona y los diferentes modos de transporte; esta información nos proporciona durante un período de varios años una valiosa relación histórica entre la ocupancia del transporte público y el transporte individual. El número de personas que entran a la zona en vehículo así como su acumulación dentro del área, comparadas con la población total de la ciudad, proporciona información de mucha utilidad.

Esta clase de estudio mostrará también los períodos de máxima intensidad del tránsito, las rutas que se usan con mayor densidad así como el desequilibrio direccional del flujo. Esto último es muy útil en la consideración de calles con sentido único de tránsito o en el desequilibrio de carriles, los datos pueden ampliarse en los estudios de instalación de semáforos, requerimiento de alumbrado público e índice de accidentes.

Este estudio se hace en un punto seleccionado de cada una de las calles que entran y salen del centro de la ciudad; generalmente la zona cubierta incluye tanto las calles de mayor actividad comercial del centro como aquellas de la periferia que no son comerciales,

pero que se emplean para estacionamiento de las personas que van al centro de la ciudad. El cordón que rodea la zona por estudiar se dibuja en un mapa de la localidad.

Las estaciones de aforo se localizan en los puntos donde el cordón cruza cada calle; las calles y callejones con muy poco tránsito pueden excluirse si el volumen no aforado es menor tres o cuatro por ciento del total.

Los aforos en cordón se llevan a cabo un día de la semana cada año, el día elegido para el aforo deberá ser un mes cuyo tránsito promedio diario sea cercano al promedio anual.

En las ciudades grandes los aforos se hacen en períodos de doce horas (generalmente de las 07:00 a las 19:00 horas), esto puede variar con las condiciones locales, si el aforo se hace en junio de un año sería conveniente que en lo sucesivo los aforos se realicen en la misma fecha de cada año.

Los observadores están estacionados en todos los puntos principales de entrada y salida a lo largo del cordón y se afora en intervalos de 15 minutos anotando peatones y toda clase de vehículos de motor que entren o salgan del área. Estos estudios generalmente se hacen en cooperación con algún grupo cívico local.

#### ESTACIONAMIENTOS

Cuando el usuario de una vía de tránsito llega a su lugar de destino que no sea el lugar donde habita, tiene la necesidad de dejar su vehículo en un lugar en donde no cause molestias o perjuicios a los demás usuarios de la vía, este problema es particularmente importante en las zonas urbanas en donde la densidad del tránsito obliga a disponer de lugares para este fin, estos son conocidos comúnmente como estacionamientos.

Estacionamiento es el lugar en donde el conductor deja un vehículo parado y se aleja de él; los tipos de estacionamiento están regidos por el propósito del viaje del usuario, así por ejemplo tenemos estacionamientos por trabajo, en donde el estacionamiento es por todo el período de horas laborales; por negocios, el estacionamiento es por corta duración para hacer visitas importantes; por compras, estacionamiento por corto tiempo sólo durante el cual dure la compra; por diversión, período de estacionamiento por más de dos horas.

La demanda de estacionamientos es la necesidad de espacios para estacionar que existe en un área determinada y se mide principalmente por la acumulación de vehículos estacionados y por el volumen de estacionamiento.

El lugar en donde se concentra el mayor número de vehículos estacionados es en la zona central que es foco de concentración de diversas ciudades y el tiempo de mayor acumulación es a la hora de trabajo.

Volumen de estacionamiento. Es el volumen total de vehículos que se han estacionado en un área determinada y en un período determinado.

Fuera de la vía pública los vehículos se estacionan en zonas de estacionamiento y en general son porciones de terrenos pavimentados o no pero acondicionados para el estacionamiento de vehículos a la interperie; los garages para estacionamiento son edificios construidos o habilitados para ese fin.

Generalmente los poseedores de vehículos desean estacionarlos en las aceras y cerca de su lugar de trabajo, sin embargo en las ciudades hay gran cantidad de vehículos y especialmente en las zonas en donde se concentra la población, los espacios en las vías suelen ser insuficientes.

En general en los centros de las ciudades populosas la situación de los espacios para estacionar no corresponde exactamente a la distribución de la demanda de estacionamientos y los poseedores de los vehículos deben estacionarse con frecuencia en lugares bastante alejados de su destino final y completar su viaje como peatones.

#### IV. DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO: ZONA URBANA Y ZONA RURAL

##### REQUISITOS GENERALES

Es conveniente advertir que cualquier dispositivo para el control del tránsito exige la concurrencia de cinco requisitos fundamentales:

- 1.\_ Satisfacer una necesidad importante
- 2.\_ Llamar la atención
- 3.\_ Transmitir un mensaje claro
- 4.\_ Imponer respeto a los usuarios del camino
- 5.\_ Estar en el lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar

Existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que tales requisitos se han cumplido. Ellos son: Proyecto, Ubicación, Uniformidad y Conservación.

##### EL PROYECTO

De los dispositivos para el control del tránsito debe asegurarse que características tales como tamaño, contraste, colores, forma, composición, iluminación o efecto reflejante donde sea necesario, se combinen para llamar la atención del conductor.

##### LA UBICACION

La señal deberá estar dentro del cono visual del conductor del vehículo, para provocar su atención y facilitar su lectura e interpretación de acuerdo con la velocidad con que vaya el vehículo.

##### LA UNIFORMIDAD

El señalamiento de los caminos y calles ayuda en las reacciones de los usuarios al encontrar igual interpretación de los problemas del tránsito a lo largo de la ruta. Esto facilita la resolución de los problemas de señalamiento y economiza en la construcción de señales. Además debe tenerse cuidado de no usar un número excesivo de señales, sobre todo preventivas y restrictivas, limitándose siempre a las estrictamente necesarias.

##### LA CONSERVACION

Esta deberá ser física y funcional. Esto es, no solo se deberá procurar la limpieza y legibilidad de las señales, sino que éstas deberán colocarse o quitarse tan pronto como se vea la necesidad de ello.

## AUTORIDAD LEGAL

El señalamiento de caminos y calles esta apoyado legalmente en los reglamentos del tránsito municipal, estatal o federal, así como en las leyes de secretarías y departamentos de estado y de vías generales de comunicación. Existe una clasificación de las señales que es la siguiente:

1. Señales preventivas.
2. Señales restrictivas.
3. Señales informativas.
  - 3.1 Señales informativas de identificación.
  - 3.2 Señales informativas de destino.
  - 3.3 Señales informativas de recomendación.
  - 3.4 Señales informativas de información general.
  - 3.5 Señales informativas de servicios y turísticas.

## SEÑALES PREVENTIVAS

Son aquellos tableros fijados en postes, con símbolos que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de algún peligro en el camino.

El tablero de las señales. Será cuadrado con las esquinas redondeadas y se colocará con una diagonal vertical. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm. quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm. tanto para estas señales como para todas las demás, los tableros y los soportes deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

El tablero adicional. Lo llevarán todas las señales que requieran una explicación complementaria. Dicho tablero será rectangular con las esquinas redondeadas para formar un conjunto; el tablero podrá llevar la leyenda "Principia", "Termina" o la longitud en que se presenta la situación que se señala.

El tamaño. El tablero de las señales preventivas, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana perimetral sin ceja, tendrá las dimensiones de la tabla 4.1.

TABLA 4.1 DIMENSIONES DEL TABLERO DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS

S E Ñ A L * DIMENSIONES CM		U S O
61 X 61 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6 m. y calles urbanas.	
71 X 71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6 y 9 m. y avenidas principales urbanas.	



Cont.

Tabla 4.1

86 X 86 (con ceja)	En carretera con ancho de corona entre 9 y 12 m., vías rápidas urbanas y carreteras de 4 carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido en ambos lados.
117 X 117 (c. ceja)	En carreteras con 4 carriles o más, con o sin separación central.

\* Los símbolos de las señales cuyas dimensiones en cm. se muestran en los dibujos, variarán en proporción al tamaño de las señales en que se indicán.

El tablero adicional. Servirá para formar un conjunto, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la tabla 4.2.

TABLA 4.2  
DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS

S E Ñ A L DIMENSIONES CM.	DIMENSIONES DEL TABLERO CM.		ALTURA DE LETRAS MAYUSCULAS CM.	
	1 RENGLON	2 RENGLONES		
61 X 61 (sin ceja)	25 X 85	40 X 85	10	10
71 X 71 (con ceja)	30 X 100	50 X 100	12.5	12.5
86 X 86 (con ceja)	35 X 122	61 X 122	15	15
117 X 117 (con c.)	35 X 152	61 X 152	15	15

La ubicación longitudinal. Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate señalar, a una distancia que depende de la velocidad, de acuerdo a la tabla 4.3.

TABLA 4.3 UBICACION LONGITUDINAL DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS

VELOCIDAD (km/h)*	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA (m)	30	40	55	75	95	115	135	155	175

\*En carreteras se utilizará la velocidad de proyecto; cuando se desconozca ese dato, se utilizará la velocidad de marcha. En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

Cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella deberá colocarse a la distancia en que iría la preventiva, y ésta al doble; si son dos señales de otro tipo las que se vayan a colocar entre la preventiva y el riesgo, la primera de aquellas se colocará a la distancia de la preventiva, la segunda al doble de esta distancia y la preventiva al triple, así sucesivamente.

La ubicación lateral. Las señales se fijarán en uno o en dos postes colocados a un lado de la carretera o sobre la banqueta.

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm. de la proyección vertical del hombro del camino. Cuando la carretera esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero si obstruir el área hidráulica de la cuneta. En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm.

Altura. En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.50 m. sobre el hombro del camino y en las zonas urbanas a 2.00 m. sobre el nivel de la banqueta.

Angulo de colocación. El tablero de las señales deberá quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje del camino.

El color del fondo de las señales preventivas será amarillo tráfucito en acabado reflejante, excepto en las señales correspondientes a los caminos con corona menor de 6 m. que será en acabado mate. El color para las letras y filete será negro.

Postes y reverso de los tableros. Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el poste y el reverso pintado en color gris mate.

SP-6 Curva. Se utilizará para indicar curvas a la derecha o izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea menor de 90 grados. No se señalarán aquellas curvas que tengan una deflexión menor de 15 grados o grado de curvatura menor de 2 grados. el símbolo deberá indicar si la curva es a la derecha o izquierda.

SP-7 Codo. Se utilizará para indicar curvas a la derecha o izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea igual o mayor a 90 grados. El símbolo deberá indicar si la curva es a la derecha o izquierda.

SP-8 Curva inversa. Se utilizará para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección contraria separadas por una tangente y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión de cada una de ellas sea menor de 90 grados. El símbolo indicará si la curva inversa es derecha-izquierda o izquierda-derecha.

SP-9 Codo inverso. Se utilizará para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección contraria, separadas por una tangente, y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea en cualquiera de las curvas igual o mayor a 90 grados. El símbolo indicará si el codo inverso es derecho-izquierdo o izquierdo-derecho.

SP-10 Camino sinuoso. Se utilizará para indicar tres o más curvas inversas consecutivas. Se usará una señal de camino sinuoso derecho o izquierdo, según sea la primera curva del tramo.

SP-11 Cruce de caminos. Se utilizará para indicar la intersección a nivel de dos caminos; el camino principal se indicará con línea ancha y el secundario en el que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta, en el caso de que ambos caminos sean de la misma importancia, las líneas serán del mismo ancho.

SP-12 Entronque en T. Se utilizará para indicar una intersección a nivel de tres ramas, cuando el ramal que entronca sea normal o tenga un ángulo de esviaje hasta de 30 grados. El camino principal se indicará con línea ancha y el secundario en el que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta; el símbolo deberá indicar si el ramal entronca por el lado derecho, izquierdo o de frente.

SP-13 Entronque en delta. Se utilizará para indicar una intersección a nivel de tres ramas con isleta triangular central. El camino principal se indicará con línea ancha y el secundario en el que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta. El símbolo deberá indicar si las ramas entroncan por el lado derecho, izquierdo o de frente.

SP-14 Entronque lateral oblicuo. Se utilizará para indicar una intersección a nivel de tres ramas cuando el ramal que entronca tenga un ángulo de esviaje mayor de 30 grados. El camino principal se indicará con línea ancha y el secundario en el que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta; el símbolo indicará si el entronque lateral es por la derecha o izquierda.

SP-15 Entronque en Y. Se utilizará para indicar la bifurcación de un camino. El camino principal se indicará con línea ancha y el secundario en el que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta; el símbolo deberá indicar la posición del camino principal y secundario, en el caso de que las vías tengan la misma importancia, las líneas serán del mismo ancho.

SP-16 Glorieta. Se usará para indicar una intersección a nivel de dos o más caminos que tenga una isleta central de forma circular o semejante.

SP-17 Incorporación del tránsito. Se usará para indicar la proximidad de una confluencia derecha o izquierda por donde se incorporará un volumen de tránsito en el mismo sentido. El símbolo mostrará si la confluencia es por el lado derecho o por el izquierdo.

SP-18 Doble circulación. Se usará para indicar el cambio de un tramo con circulación en un solo sentido, a otro de dos carriles con circulación en ambos sentidos.

SP-19 Salida. Se usará para indicar la proximidad de una salida en los caminos de acceso controlado; el símbolo indicará si la salida es por la derecha o la izquierda.

SP-20 Estrechamiento simétrico. Se usará para indicar una reducción simétrica en la anchura del camino, ya sea disminuyendo el número de carriles o simplemente las dimensiones de la sección transversal.

SP-21 Estrechamiento asimétrico. Se utilizará para indicar una reducción asimétrica en la anchura del camino, ya sea disminuyendo el número de carriles o simplemente las dimensiones de la sección transversal; el símbolo indicará si el estrechamiento es a la derecha o a la izquierda.

SP-22 Puente móvil. Se usará para indicar la proximidad de un puente cuyo sistema de piso puede estar momentáneamente desplazado horizontal o verticalmente, para permitir el paso de embarcaciones.

SP-23 Puente angosto. Se utilizará para indicar la proximidad de un puente cuya anchura entre guarniciones sea menor a la de la calzada del camino.

SP-24 Anchura libre. Se utilizará para indicar la proximidad de pasos estrechos o estructuras angostas que no permitan la circulación simultánea de dos vehículos.

SP-25 Altura libre. Se utilizará para indicar la proximidad de un paso inferior o cualquier otra estructura cuyo espacio libre vertical sea menor de 4.30 m ; la altura libre aproximada al decímetro inferior se indicará en un tablero adicional.

SP-26 Vado. Se utilizará para indicar la proximidad de un vado en el camino.

SP-27 Termina pavimento. Se utilizará para indicar la proximidad de la terminación del pavimento.

SP-28 Superficie derrapante. Se utilizará para indicar la proximidad de un tramo con pavimento resbaloso; esta señal será temporal y se retirará tan pronto como la condición que indica haya desaparecido.

SP-29 Pendiente peligrosa. Se utilizará para indicar la proximidad de una pendiente descendente en la cual se requiera frenar constantemente, de preferencia con motor.

SP-30 Zona de derrumbes. Se utilizará para indicar la presencia de un tramo de camino en el cual existen posibilidades de encontrar derrumbes sobre el mismo; el símbolo indicará si el derrumbe es por la derecha o por la izquierda, en caso de secciones en "cajón" el símbolo de derrumbes será por el lado derecho.

SP-31 Alto próximo. Se utilizará para indicar la proximidad de una señal de alto, cuando esa última no sea visible a una distancia suficiente para que el conductor pueda parar en el lugar mismo de la restricción.

SP-32 Peatonales. Se utilizará para indicar la proximidad de lugares frecuentados por peatones o bien de un cruce especialmente destinado a ellos.

SP-33 Escolares. Se utilizará para indicar la proximidad de una zona frecuentada por escolares o bien de un cruce especialmente destinado a ellos.

SP-34 Ganado. Se utilizará para indicar la proximidad de un tramo frecuentado por ganado o bien la existencia de un cruce para el mismo.

SP-35 Cruce de ferrocarril. Se utilizará para indicar la proximidad de un paso de ferrocarril a nivel.

SP-36 Maquinaria agrícola. Se utilizará para indicar la proximidad de un tramo frecuentado por maquinaria agrícola o bien de un cruce destinado para la misma.

SP-37 Semáforo. Se usará antes de las intersecciones aisladas que estén controladas por semáforos o cuando se entra a una zona donde no se espera encontrarlos.

SP-38 Camino dividido. Se usará para indicar el principio o el final de un camino dividido con faja separadora central, según la posición del símbolo se indicará el inicio o la terminación del tramo dividido.

SP-39 Ciclistas. Se utilizará para indicar la proximidad de un lugar frecuentado por ciclistas o bien de un cruce especialmente destinado a ellos.

SP-40 Grava suelta. Se utilizará para indicar la proximidad de un tramo en el que existe grava suelta sobre la superficie de rodamiento.

#### SEÑALES RESTRICTIVAS.

Son tableros fijados en postes, con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto indicar al usuario tanto en zona rural como urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.

#### Forma

El tablero de las señales restrictivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto las de "ALTO" y "CEDA EL PASO".

El radio para redondear las esquinas será de cuatro centímetros, quedando el radio interior para la curvatura del filete de dos cm. Tanto los tableros como los soportes deberán llenar condiciones necesarias de resistencia, durabilidad y presentación.

### Señal de alto

El tablero de la señal "ALTO", tendrá forma octagonal.

### Señal de ceda el paso

El tablero de la señal "CEDA EL PASO", tendrá la forma de un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo.

### Tablero adicional

Las señales que requieran un explicación complementaria, además del símbolo, llevarán un tablero adicional de forma rectangular con las esquinas redondeadas para formar un conjunto.

### Tamaño

El tablero de las señales restrictivas, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la tabla 4.3

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la tabla 4.4 .

Las señales restrictivas se colocarán en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición .

TABLA 4.3  
DIMENSIONES DEL TABLERO DE LAS SEÑALES RESTRICTIVAS

SEÑAL *	U	S	O
61 x 61 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas.		
71 x 71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas.		
86 x 86 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m, vías rápidas y carreteras de cuatro carriles donde se pueden ubicar para el mismo sentido en ambos lados.		
117 x 117 (con ceja)	En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central.		
A L T O	En carreteras con ancho de corona hasta 9.00 m y en calles urbanas.		
25 por lado (con ceja)			
A L T O	En carreteras con ancho de corona mayor de 9.00 m y avenidas principales urbanas.		
30 por lado (con ceja)			

Cont.

Tabla 4.3

CEDA EL PASO 70 x 70 x 70 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona hasta 9.00 m y en calles urbanas.
CEDA EL PASO 85 x 85 x 85 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona mayor de 9.00 m y avenidas principales urbanas.

- \* Los símbolos de las señales cuyas dimensiones son en centímetros, se muestran en los dibujos, variarán en proporción al tamaño de de las señales que se indican.

NOTA: Tanto ubicación lateral, como altura y ángulo de colocación es lo mismo que en las señales preventivas.

TABLA 4.4  
DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES RESTRINGIDAS

DIMENSIONES DE LAS SEÑALES ( CM )	DIMENSIONES DEL TABLERO ( CM )		ALTURA DE LAS LETRAS MAYUSCULAS ( CM )	
	1 RENGLON	2 RENGLONES	1 RENGLON	2 RENGLONES
61 x 61 (sin ceja)	25 x 61	40 x 61	10	10
71 x 71 (con ceja)	30 x 71	50 x 71	12.5	12.5
86 x 86 (con ceja)	35 x 86	61 x 86	15	15
117 x 117 (c/ceja)	35 x 117	61 x 117	15	15

El color del tablero de las señales.

El color del fondo de las señales restringidas será blanco en acabado reflejante, excepto en las correspondientes a los caminos con corona menor de 6.00 m que será en acabado mate. El anillo y la franja diametral serán en rojo, el símbolo, letras y filete serán en negro, excepto las señales "ALTO" y "CEDA EL PASO".

La señal "ALTO" llevará fondo rojo con letras y filete en blanco, preferentemente serán en acabado reflejante. La señal "CEDA EL PASO" llevará fondo blanco preferentemente en acabado reflejante, franja perimetral roja y leyenda en negro.

Por otro lado, el tablero adicional será de fondo blanco reflejante, con letras y filete en negro, excepto la correspondiente a los caminos con corona menor de 6.00 m, que serán en acabado mate.

Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el poste y el reverso pintado en gris mate.

SR-6 Alto. El uso de esta señal deberá determinarse siempre mediante un estudio de las condiciones locales del tránsito. En general, esta señal deberá colocarse en los siguientes casos de intersecciones a nivel:

1. En el cruce de dos carreteras principales.
2. En el entronque de un camino secundario con una carretera principal.
3. En el cruce de una carretera con una vía ferrea.
4. En intersecciones urbanas en donde la posibilidad de accidentes haga necesario el uso de esta señal

En todos los casos, la señal se colocará sobre el camino o calle de menor volumen de tránsito, en el lugar preciso donde deben de detenerse los vehículos.

SR-7 Ceda el paso. El uso de esta señal deberá determinarse siempre mediante un estudio de las condiciones locales del tránsito. Esta señal indicará que el conductor debe detenerse o aminorar la velocidad de su vehículo cuando sea necesario ceder el paso al tránsito al que se incorpora o cruza; la señal de ceda el paso no debe considerarse como un sustituto de la señal de alto, cuando ésta sea necesaria.

SR-8 Inspección. Se utilizará para indicar a determinados conductores que deberán detenerse en el lugar para revisión por parte de las autoridades correspondientes; cada señal llevará un tablero adicional con la leyenda respectiva, tal como ADUANA, BASCULA, FISCAL, FORESTAL, POLICIA, etc.

SR-9 Velocidad. Se utilizará para indicar el límite máximo de velocidad que se fije en el tramo de la carretera o vía urbana, el cual será expresado en múltiplos de 10, la abreviatura km/h, con excepción de la velocidad límite de 95 km/h únicamente se usará para regular la circulación de los autobuses.

SR-10 Vuelta continua derecha. Se utilizará en las intersecciones controladas por semáforos o por agentes, en las cuales está permitida la vuelta derecha en forma continua, aunque para el tránsito que siga de frente se indique el alto. El símbolo llevará un tablero adicional con la leyenda "CONTINUA" para formar un conjunto.

SR-11 Circulación. Se usará en aquellas intersecciones donde sea necesario indicar la obligación de circular en el sentido mostrado, a fin de evitar la invasión de un carril con circulación contraria. La flecha se colocará horizontal o inclinada indicando el sentido del tránsito.

SR-11a Circulación. Se usará al inicio de una faja separadora central de un camino dividido para indicar la obligación de circular en el sentido mostrado.

SR-12 Solo vuelta izquierda. Se usará en ciertas intersecciones para indicar que uno o más carriles deberán usarse exclusivamente para vuelta izquierda y no deberán ser ocupados por vehículos que sigan de frente. Esta señal deberá complementarse con marcas en el pavimento; el símbolo llevará un tablero adicional con la leyenda "SOLO IZQUIERDA", para formar un conjunto.



SR-13 Conserve su derecha. Se empleará para indicar a los conductores de camiones que deben transitar por el carril de su derecha, con objeto de dejar libre el carril o carriles de la izquierda para el tránsito de vehículos ligeros.

SR-14 Doble circulación. Se utilizará en aquellas vías de un solo sentido, cuando cambien a un tramo de dos carriles en el que se permita la doble circulación. Deberá colocarse al inicio del tramo aludido.

SR-15 Altura libre restringida. Se utilizará para indicar que la altura libre de un paso inferior u otra estructura es menor de 4.30 m., deberá ser colocada en la estructura.

SR-16 Anchura libre restringida. Se utilizará para indicar que las dimensiones de alguna estructura en el camino no permiten el paso simultáneo de dos vehículos. Deberá usarse cuando el ancho de la estructura sea igual o menor de 5.50 m.

SR-17 Peso restringido. Se utilizará en los puentes u otros lugares del camino donde sea necesario limitar el peso de los vehículos, ya sea por la capacidad de los puentes o por la de la superficie de rodamiento.

SR-18 Prohibido rebasar. Se empleará para indicar los tramos en que se prohíbe rebasar a otro vehículo.

SR-19 Parada prohibida. Se utilizará en aquellos lugares donde esté prohibido el ascenso y descenso de pasajeros.

SR-20 No parar. Se utilizará en aquellos lugares en donde no se permita el estacionamiento ni la detención momentánea de vehículos sobre la superficie de rodamiento.

SR-21 Estacionamiento permitido en corto periodo dentro de un horario. Se empleará en aquellos sitios donde sea necesario obtener una mayor utilización del espacio para estacionamiento disponible. La señal llevará un tablero adicional indicando la limitación del horario y los días, pudiendo variar de acuerdo con las necesidades reales.

SR-22 Prohibido estacionarse. Se utilizará en aquellos lugares donde esté prohibido el estacionamiento de vehículos. En un tablero adicional se indicarán las características de la restricción al estacionamiento, como pueden ser horarios, lugares, fechas, sanciones, motivos y excepciones.

SR-23 Prohibida la vuelta a la derecha. Se utilizará en aquellos lugares donde no se permita la vuelta a la derecha, ya sea por tratarse de una circulación de sentido contrario o en casos específicos para no interferir con otros movimientos importantes, inclusive el de peatones.

SR-24 Prohibida la vuelta a la izquierda. Se utilizará en aquellos lugares donde no se permita la vuelta a la izquierda, ya sea por

tratarse de una circulación de sentido contrario o en casos específicos para no interferir en otros movimientos importantes, inclusive el de peatones.

SR-25 Prohibido el retorno. Se utilizará en aquellas arterias donde la vuelta en "U" pueda representar un riesgo mayor o causar inconvenientes al tránsito de vehículos.

SR-26 Prohibido seguir de frente. Se empleará al inicio de una calle o carretera en la que no se permita el tránsito de frente, principalmente por el cambio en el sentido de circulación.

SR-27 Prohibido el paso a bicicletas, vehículos pesados y motocicletas. Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dichos vehículos en determinado tramo de carretera o calle; deberá colocarse al inicio del tramo de referencia.

SR-28 Prohibido el paso de vehículos de tracción animal. Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dichos vehículos sobre la carretera.

SR-29 Prohibido el paso de maquinaria agrícola. Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dicha maquinaria sobre la carretera; en los casos en que por condiciones especiales de la zona sea obligado el tránsito de la maquinaria agrícola en determinados tramos, esto se hará mediante permiso de las autoridades de tránsito y previa colocación de la señal preventiva SP-36 que advierte al usuario la posibilidad de encontrarla.

SR-30 Prohibido el paso a bicicletas. Se usará en aquellas calles donde se prohíba la circulación de este tipo de vehículos.

SR-31 Prohibido el paso de peatones. Se usará en aquellos sitios en los que el tránsito de vehículos haga peligroso el paso o cruce de peatones y éstos tengan otro lugar por donde transitar o cruzar.

SR-32 Prohibido el paso de vehículos pesados. Se empleará al principio de rutas en las que no se permita el paso de vehículos pesados. A partir de este punto, dichos vehículos deberán disponer de una ruta alterna, la cual se indicará mediante una señal informativa anticipada.

SR-33 Prohibido el uso de señales acústicas. Se utilizará para indicar a los usuarios la prohibición de sonar la bocina, excepto para prevenir accidentes.

#### SEÑALES INFORMATIVAS.

Son tableros fijados en postes con leyendas y/o símbolos que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombre y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Señales informativas de identificación. Se usarán para identificar las calles según su nombre-nomenclatura y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.

Forma. Será la misma que las señales preventivas.

Tanto los tableros como los soportes deberán tener resistencia, durabilidad y presentación.

Las señales de ruta tendrán forma de escudo, pintado sobre un tablero rectangular o dentro de las señales informativas de destino. El escudo será de tres formas según se trate de carretera federal, estatal o camino rural. Cuando se instalen solos o formando conjuntos, se recortarán según la silueta correspondiente dejando un margen de 1 cm.

Además, los escudos irán complementados con flechas que indiquen al usuario la trayectoria que sigue la ruta de la carretera en su paso por las poblaciones. Estas flechas irán en tableros rectangulares colocados en la parte interior de los escudos formando conjuntos en un mismo poste.

Por otro lado, el tablero de las señales de kilometraje será rectangular con las esquinas redondeadas, colocado con su mayor dimensión vertical. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm., quedando el radio interior para la curvatura del contorno de 2 cm.

El tablero de las señales de nomenclatura estará formado por una placa plana y medirá en todos los casos 20x91 cm. con altura de letra de 10 cm. Su altura se seleccionará de acuerdo a la tabla 4.5

TABLA 4.5  
ALTURA DE LAS SEÑALES DE RUTA

SEÑAL	ALTURA "B"	USO
INFORMATIVA DE DESTINO BAJA.	30	En carreteras con ancho de corona menor de 6 m. y calles urbanas.
	40	En avenidas principales, vías urbanas y carreteras con ancho de corona entre 6 y 9 m.
	50	En carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m.
	60	En carreteras de cuatro o más carriles
INFORMATIVA DESTINO ELEVADA.	50	En zona urbana y carreteras de dos carriles con señales cuya leyenda sea de dos renglones.
	60	En carreteras de dos carriles con señales cuya leyenda sea

	60	de un renglón. En carreteras de cuatro o más carriles.
DIAGRAMATICA.	60	En carreteras de cuatro o más carriles.
KILOMETRAJE.	40	En carreteras.
RUTA, SOLA O EN CONJUNTO.	60	En calles y carreteras.

En cuanto a las flechas complementarias se indicarán en tableros adicionales que en todos los casos serán de 45 cm. de base por 36 cm. de alto.

El tablero de las señales de kilometraje con escudo medirá en todos los casos 30x120 cm. con altura de números de 15 cm., serie 1 y altura de letra para la abreviatura km. de 10 cm.; llevará un escudo de ruta de 30x40 cm. correspondiente a carretera federal, estatal o rural.

El tablero de las señales de kilometraje sin escudo medirá en todos los casos 30x76 cm. Las señales de nomenclatura se fijarán en postes colocados sobre la banqueta en el lugar más visible de las esquinas de las calles, usando además soportes especiales que permitan la legibilidad de las dos caras de los tableros.

#### SEREALES DE RUTA.

En zonas urbanas por las que cruza una carretera, las señales de ruta se ubicarán a intervalos deseables de 200 m. y siempre en aquellos lugares donde la ruta cambie de dirección o se intersecten dos rutas diferentes. Tanto los escudos como los conjuntos se colocarán en los lugares más visibles al conductor.

Además, en carreteras de dos carriles la señal de kilometraje con escudo irá colocada a cada 5 km. en forma alternada, ubicando los números nones a la derecha y los pares a la izquierda en el sentido del cadenamiento. Los tableros sin escudo irán a cada kilómetro alternados, colocando los números nones a la derecha y los pares a la izquierda en el sentido del cadenamiento.

Al iniciarse un tramo de nuevo cadenamiento, se colocará del lado derecho la señal de kilometraje correspondiente a cero con escudo de ruta. Para las carreteras de cuatro o más carriles, las señales de kilometraje con escudo irán a cada 5 km. para cada sentido de circulación y los tableros sin escudo a cada kilómetro. La distancia lateral tanto en zona urbana como rural será la misma que en las señales preventivas.

## La Altura.

En carretera, la parte inferior del tablero de las señales de kilometraje quedará a 1 m. sobre el nivel del hombro del camino. En zonas urbanas la altura mínima de la parte inferior de los tableros o conjuntos será de 2 m. sobre el nivel de la banqueta.

En cuanto al ángulo de colocación, el tablero de las señales de nomenclatura se ubicará paralelo al eje longitudinal de la calle cuyo nombre se indicará en la señal. Por otro lado, los tableros de las señales de ruta y flechas complementarias deberán quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje de la calle.

El tablero de las señales de kilometraje se ubicará en posición vertical, a 90 grados respecto al eje de la carretera. El color del fondo de las señales de identificación -nomenclatura, de ruta y flechas complementarias- será blanco reflejante y las letras, números, flechas y filete en negro.

El color del fondo de las señales de kilometraje con o sin escudo será blanco reflejante con letras, números y contorno en negro, excepto en los caminos con corona menor de 6 m. en que el fondo será acabado mate.

Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el poste y el reverso pintados en color gris mate.

Actualmente existen cuatro clases de escudos para diseñar y se diseñan de acuerdo a tablas ya establecidas. Su clasificación es la siguiente:

- a). Escudo de carretera federal.
- b). Escudo de carretera federal directa de cuota.
- c). Escudo de carretera estatal.
- d). Escudo de carretera rural.

## Flechas de frente, horizontal y diagonal.

Esta señal se usará únicamente en conjunto con los escudos antes mencionados para indicar la dirección en que continúa la ruta identificada. Se colocará inmediatamente abajo de las señales de ruta utilizándose primordialmente en las intersecciones urbanas para guiar a los conductores de las carreteras en su paso por las poblaciones.

## SID Señales Informativas de Destino.

Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas. Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino

seleccionado. En cuanto a su forma será la misma que en las señales preventivas.

El radio para redondear las esquinas del tablero de las señales diagramáticas y elevadas será de 8 cm. quedando el radio interior para la curvatura del filete de 4 cm. El filete y su separación a la orilla del tablero serán de 2 cm.

La altura del tablero de las señales informativas de destino bajas se seleccionará conforme a los establecido en la tabla 4.6

TABLA 4.6  
ALTURA DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO BAJAS.

ALTURA DEL TABLERO ( cm )	ALTURA DE MAYUSCULAS ( cm )	ALTURA DE ESCUDO ( cm )	ALTURA DE LA FLECHA ( cm )	U S O
30	15	30	22.5	En carreteras con ancho de corona menor de 6 m. y calles urbanas.
40	20	40	30	En carreteras con ancho de corona de 6 m. y avenidas principales urbanas.
56	25	50	37.5	En carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m.

La longitud del tablero de las señales informativas de destino bajas se definirá en función del número de letras que contenga la leyenda. Para señales de dos y tres tableros colocados en el mismo soporte, la longitud de los mismos será la que resulte con el destino que contenga el mayor número de letras.

El tablero de las señales diagramáticas será de grandes dimensiones y su tamaño quedará definido según si su localización es en zona rural o urbana.

En zona rural las dimensiones del tablero serán variables y estarán en función del caso particular que se está tratando. Sin embargo, en ningún caso el tablero deberá tener más de 3.66 m. de alto por 6.10 m. de base y no menos de 2.44 m. de alto por 3.66 m. de base. Las letras deberán ser de 30 a 35 cm. de altura, el escudo de 45x60 cm. y las flechas alargadas con rasgo de 15 cm. para la trayectoria principal y de 10 cm. para las rampas. El acomodo de las leyendas será aquel que no origine confusión para el usuario.

En zona urbana estas señales se utilizarán para indicar movimientos indirectos de vuelta izquierda con intersecciones, sus dimensiones serán de 1x1.5 m. y generalmente se colocarán con su mayor dimensión horizontal; no llevarán leyendas ni escudos y el rasgo de

la flecha alargada será de 8 cm.

La altura del tablero de las señales informativas de destino elevadas se seleccionará de acuerdo a lo indicado en la tabla 4.7

TABLA 4.7

ALTURA DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO ELEVADAS

NUMERO DE RENGLONES	ALTURA TABLERO (cm)	ALTURA MAYUSCULAS (cm)	ALTURA ESCUDO (cm)	ALTURA FLECHA (cm)	U S O
1	61	25	50	37.5	Zona urbana: calles principales y vías rápidas.
1	91	25	50	24*	
2	122	25	50	37.5	
1	76	30	60	45	Carreteras de dos carriles.
2	122	30	50**	45	
1	76	35	60	52.5	Carreteras de cuatro carriles o más.
1	122	35	60	36*	
2	152	35	60	52.5	

\* Flecha hacia abajo.

\*\* La altura del escudo mostrada en la tabla se empleará cuando a cada renglón corresponda un destino con diferente ruta, pero podrá usarse un escudo con altura de 60 cm. cuando los dos destinos tengan la misma dirección.

La longitud del tablero de las señales informativas de destino elevadas estará definida de acuerdo a la leyenda que contenga el mayor número de letras.

De acuerdo a su ubicación longitudinal, las señales informativas de destino se clasifican en previas, decisivas y confirmativas. Además, estas señales deben colocarse anticipadas a la intersección, a una distancia tal que permita a los conductores conocer los destinos y preparar las maniobras necesarias para tomar el elegido.

Las distancias a que deberán colocarse las señales previas dependerá de las condiciones geométricas y topográficas de las carreteras que se intersectan, así como de las velocidades de operación y de la presencia de otras señales con las que no deberán interferir; sin embargo, en ningún caso se colocarán a una distancia menor de 125 m. de la intersección.

Las señales decisivas se colocarán en el lugar donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga. En el paso de las carreteras por las polaciones, cuando se juzgue necesario complementar las señales de identificación de una ruta, se

colocarán señales de destino decisivas en las intersecciones urbanas de importancia para la ruta o rutas.

Las señales confirmativas se colocarán después de una intersección o a la salida de una población, a una distancia en donde no exista el efecto de los movimientos direccionales ni la influencia del tránsito urbano, pero en ninguno de los casos a una distancia menor de 100 m.

#### Señales bajas.

En zona rural las señales bajas se colocarán de tal manera que la parte inferior del tablero quede a 1.50 m. sobre el hombro de la carretera y en zona urbana a 2 m. sobre el nivel de la banqueta.

#### Señales diagramáticas.

En zona rural la altura de la parte inferior del tablero con respecto al nivel del hombro de la carretera deberá ser de 1 m. como mínimo. En zona urbana la altura de la parte inferior del tablero será de 2 m. sobre el nivel de la banqueta.

En todos los casos, la altura mínima de las señales elevadas será aquella que permita una distancia libre vertical de 5 m. entre la parte inferior de la señal y la parte más alta de la superficie de rodamiento.

El tablero de las señales bajas deberá quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje del camino. En las señales elevadas se dará un ángulo de inclinación hacia el frente de 5 grados y también se colocará a 90 grados con respecto al eje del camino.

En el dimensionamiento de los textos de la señal deberá darse preferencia hasta donde sea posible al uso de la serie 3. Cuando se utilicen en una misma señal leyendas con diferentes series de letras, se recomienda el empleo de las combinaciones 1-2-3, 2-3-4 y 3-4-5, con el objeto de que nunca existan leyendas escritas con series cuya diferencia sea mayor de dos, como es el caso de las combinaciones 1-4 y 2-5.

#### Flechas.

El modelo de flecha, ya sea horizontal, vertical o inclinada será el mismo en los tres casos y su longitud deberá ser de 1.5 veces la altura de la letra mayúscula. Además el color del fondo de las señales informativas de destino (bajas, diagramáticas y elevadas) será verde mate y las letras, números, flechas, escudos y filete serán en color blanco reflejante, excepto la señal diagramática en zona urbana que será en fondo blanco y los caracteres, flecha alargada y filete en color negro.



**SID-8 Acceso a poblado.** Se utilizará para indicar a los usuarios la presencia de poblados cercanos a la carretera conectados con ésta mediante un acceso simple y su ramal correspondiente. Esta señal será baja, se ubicará en el lugar del acceso y llevará el nombre del poblado, su distancia en kilómetros y una flecha que indique la dirección del lugar.

**SID-9 Entronque.** Se utilizará en las intersecciones rurales de tres ramas, a nivel o a desnivel para indicar a los usuarios el nombre de la población que tiene como destino cada una de las ramas.

**SID-10 Cruce.** se utilizará en las intersecciones rurales de cuatro ramas, a nivel o a desnivel, para indicar a los usuarios el nombre de la población que tiene como destino cada una de las ramas. Esta señal será baja y se usará primordialmente en los entronques formados por el cruce de carreteras de dos carriles; serán tres tableros colocados sobre el mismo soporte que indiquen los destinos de cada rama, los escudos de ruta cuando procedan y las flechas que muestren la dirección a seguir en cada caso. También esta señal podrá integrarse en un solo tablero.

Para cada sentido de circulación se colocarán dos señales, una anticipada al lugar del cruce llamándose en este caso "PREVIA" y otra en el lugar del cruce denominada "DECISIVA".

**SID-11 Confirmativa.** Se utilizará para indicar a los usuarios después de su paso por una población o intersección, el nombre y la distancia por recorrer a las próximas poblaciones, además confirmará la ruta seleccionada. La señal será baja y estará formada por un tablero colocado en un soporte indicando el escudo de ruta que proceda, el nombre del mismo destino que aparece en las señales previa y decisiva de la intersección y la distancia en kilómetros a la que se encuentra el destino.

**SID-12 Diagramática.** Se utilizará en las intersecciones rurales, a nivel o a desnivel y en los retornos rurales cuando la carretera sea de cuatro o más carriles, indicando al usuario además de los destinos, la geometría de la trayectoria a seguir en el entronque. La señal diagramática en zona urbana se utilizará en las intersecciones donde sea necesario ilustrar con un diagrama los movimientos indirectos de vuelta izquierda.

**SID-13 Bandera.** Se utilizará en las intersecciones rurales o urbanas, a nivel o a desnivel, indicando a los usuarios el nombre de la población que tiene como destino cada una de las ramas. Esta señal será elevada.

**SID-14 Bandera doble.** Se utilizará en las bifurcaciones de las intersecciones rurales o urbanas, a nivel o a desnivel, para indicar a los usuarios el nombre de la población que tiene como destino cada una de las ramas. Esta señal será elevada y se usará principalmente en las bifurcaciones de carreteras y entronques a desnivel por lo que solamente será "DECISIVA". También podrá colocarse en aquellas intersecciones a nivel en donde la señal baja no es suficientemente visible.

**SID-15 Puente.** Se utilizarán en las ramas de las intersecciones rurales o urbanas, a nivel o a desnivel, para indicar a los usuarios el nombre de la población o lugar que tiene como destino cada una de las ramas o cada uno de los niveles.

#### **SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACION.**

Se utilizarán con fines educativos para recordar a los usuarios determinadas disposiciones o recomendaciones de seguridad que conviene observar durante su recorrido por las calles y carreteras. Son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas colocadas con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados. El radio para redondear las esquinas será el mismo que en las señales preventivas.

Las señales informativas de recomendación se colocarán en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la observancia de la disposición de que se trate. La colocación de estas señales no deberá interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales y de preferencia se ubicarán en tramos donde no existan aquellas.

El tablero de estas señales deberá quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje de la calle o carretera. Además en el tablero se indicarán por medio de una leyenda las diferentes disposiciones o reglamentaciones para los usuarios de las calles o carreteras. Deberá procurarse hasta donde sea posible que la leyenda tenga un máximo de cuatro palabras por renglón, pero en ningún caso más de dos renglones.

En cuanto al color del fondo de las señales, será blanco mate, con las letras y filete negros. Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el poste y el reverso pintados en color gris mate.

#### **SEÑALES DE INFORMACION GENERAL.**

Se utilizarán para proporcionar a los usuarios información general de carácter poblacional y geográfico, así como para indicar nombres de obras importantes en el camino, límites políticos, ubicación de casetas de cobro, puntos de inspección y sentido de circulación del tránsito entre otras.

Son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocados con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados. El radio para redondear las esquinas será igual que en las señales preventivas.

En general, estas señales se colocarán en el punto al que se refiera la información de la leyenda o al principio del sitio que se desea anunciar. Además de las señales que indiquen un punto de control, se colocarán señales previas, preferentemente a 500 y 250 m. del lugar.

La señal que indica el sentido de circulación del tránsito se colocará frente a los accesos de las intersecciones, en lugares con buena visibilidad y sin interferir en ningún caso con otras señales. Cabe hacer mención, que la distancia lateral y la altura es la misma que en las señales preventivas.

El ángulo del tablero de las señales deberá quedar siempre en posición vertical  $\pm$  90 grados respecto al eje de la calle o carretera, excepto el que indica el sentido de circulación del tránsito, el cual se ubicará paralelo al eje longitudinal de la vía correspondiente.

Respecto al color del fondo de las señales, será blanco mate, con letras y filete negros, excepto las señales que indiquen puntos de control que por su importancia deberán ser reflejantes. Las señales que indiquen el sentido de circulación del tránsito tendrán fondo negro y la flecha será de color blanco reflejante.

**SIG-7 Lugar.** Se utilizará para indicar a los usuarios el nombre del poblado o lugar de interés al que están llegando. Deberá identificar poblaciones con su número de habitantes.

**SIG-8 Nombre de obras.** Informará a los usuarios el nombre de obras importantes por las que cruza la calle o carretera. Se colocarán al principio de la obra en ambos sentidos del tránsito.

**SIG-9 Límites políticos.** Se utilizará en aquellos puntos de las calles o carreteras donde se cruce un límite político, ya sea de estados, municipios, delegaciones, etc.

**SIG-10 Control.** Se utilizará para indicar a los usuarios la proximidad de un sitio en donde se debe hacer alto o un punto de control en las calles o carreteras, tales como casetas de cobro, inspección aduanal, forestal, militar, sanitaria, etc. Se colocará una señal previa al lugar del alto a 150 m. o dos señales previas al lugar del control, de preferencia a 500 y 250 m. indicando en los tableros el tipo de inspección o control y la distancia a que se encuentra.

**SIG-11 Sentido del tránsito.** Se usará para indicar a los usuarios que en la calle o carretera que van a cruzar, el tránsito de vehículos está permitido en la dirección que muestra la flecha.

#### **SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIO Y TURÍSTICAS.**

Informan a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero. En cuanto a la forma será de la misma manera que en las preventivas.

Cuando se requiere indicar varios servicios en forma simultánea, ubicados en la misma zona, se podrán emplear conjuntos hasta de cuatro señales. Tanto los tableros como los soportes deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

Tablero adicional.

Estas señales podrán llevar un tablero adicional indicando la dirección o distancia, formando un conjunto. Generalmente este tablero será de forma rectangular con las esquinas redondeadas colocado con su mayor dimensión horizontal.

Tamaño del tablero de las señales. El tablero de estas señales, ya sea que lleve ceja perimetral doblada, o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones indicadas en la tabla 4.8

TABLA 4.8  
DIMENSIONES DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS  
DE SERVICIOS Y TURISTICAS.

DIMENSIONES ( CM )	U S O
45x45 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6 m. y calles urbanas.
61x61 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 6 y 9 m. y avenidas principales urbanas.
71x71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m. y vías rápidas urbanas.
86x86 (con ceja)	En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central.

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, ya sea que lleve ceja perimetral doblada, o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la tabla 4.9

TABLA 4.9  
DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES  
INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURISTICAS.

DIMENSIONES DE LA SEÑAL (cm)	DIMENSIONES TABLERO (cm)	LONG.FLECHA DIRECCIONAL (cm)	ALTURA MAYUSCULAS (cm)
45x45 (sin ceja)	25x45	40	10
61x61 (sin ceja)	30x61	55	12.5
71x71 (con ceja)	35x71	60	15
86x86 (con ceja)	35x86	75	15

Las señales informativas de servicios y turísticas se colgarán en el lugar donde exista el servicio y a un kilómetro del mismo, sin interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales.

Cuando se estime conveniente, estas señales podrán colocarse a la salida de los poblados para indicar la distancia a la que se

encuentra el o los servicios más próximos indicados en la señal. Tanto la distancia lateral como la altura en zona urbana y rural será la misma que en las señales preventivas.

El tablero de las señales deberá quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje de la calle o carretera. El color de fondo tanto del tablero de las señales como del tablero adicional será azul mate y los símbolos, letras, flechas y filete en blanco reflejante.

Postes y reverso de los tableros. Independientemente de los colores característicos de las señales, todas llevarán el poste y el reverso pintado de color gris mate.

#### MARCAS.

Las marcas son las rayas, los símbolos y las letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras dentro de, o adyacentes a las vías de circulación, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos.

Clasificación. Por su uso, las marcas se clasifican como sigue:

- a). Marcas en el pavimento.
  - 1) Raya central sencilla continua o discontinua.
  - 2) Raya adicional continua para prohibir el rebase.
  - 3) Raya central doble continua.
  - 4) Rayas separadoras de carriles.
  - 5) Rayas en las orillas de la calzada.
  - 6) Rayas canalizadoras.
  - 7) Rayas de parada.
  - 8) Rayas para cruce de peatones.
  - 9) Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril.
  - 10) Rayas para estacionamiento.
  - 11) Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles.
  - 12) Rayas con espaciamiento logarítmico.
- b). Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento.
- c). Marcas en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento.
  - 1) Para indicar guarniciones.
  - 2) Para indicar parapetos.
  - 3) Para indicar aleros.
  - 4) Para indicar pilas y estribos.
  - 5) Para indicar postes.
  - 6) Para indicar cabezales.
  - 7) Para indicar defensas.
  - 8) Para indicar muros de contención.
  - 9) Para indicar árboles.

Las marcas en el pavimento, en guarniciones y en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento se usan con el propósito de regular el tránsito y proporcionar advertencias o información a los usuarios de las calles y carreteras. Las marcas en el pavimento cumplen con funciones definidas para regular el tránsito de

vehículos y peatones.

Raya central sencilla continua o discontinua. Separa los dos sentidos del tránsito en una carretera de dos carriles, uno por sentido; deberá situarse siempre al centro de la calzada, tanto en tangentes como en curvas; será una faja de 10 cm. de ancho pintada o adherida al pavimento de color blanco reflejante y podrá ser continua o discontinua. La raya discontinua se colocará en tramos con distancia de visibilidad de rebase, en segmentos de 5 m. separados entre sí 10 cm.

En los casos que se considere conveniente, la raya central sencilla podrá complementarse con dispositivos tales como tachuelas o botones de superficie lisa con la estructura de color blanco y con reflejante para ambos sentidos, mismos que no deberán sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento, fijándose en su lugar mediante anclas o adhesivos con el siguiente espaciamiento: en la raya continua, cada 10 cm. a partir del inicio de la zona marcada y el reflejante será de color rojo; en la raya discontinua, al centro de cada segmento sin marcar de 10 cm. y el reflejante será de color blanco.

Raya adicional continua para prohibir el rebase. Será una raya continua que se marca paralela a la raya central sencilla discontinua, del lado del carril en el cual no se dispone de visibilidad suficiente para efectuar la maniobra de rebase, tanto en curvas horizontales como en curvas verticales en cresta de las carreteras. Será de color blanco reflejante con un ancho de 10 cm. y se colocará paralela a la raya central sencilla a una distancia de 10 cm.

Raya central doble continua. Se emplea para separar los dos sentidos de circulación en calles o carreteras de tres o más carriles, haciendo las veces de una faja separadora central. Consta de dos rayas continuas de color blanco reflejante de 10 cm. de ancho cada una separadas entre sí 10 cm. Esta doble raya se colocará en toda la longitud de la calle o carretera.

En los casos que se considere conveniente, esta raya podrá complementarse con dispositivos tales como tachuelas o botones de superficie lisa con la estructura de color blanco y reflejante de color rojo para ambos sentidos, mismos que no deberán sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento, fijándose entre ambas rayas por medio de anclas o adhesivos con separación de 10 cm. entre sí.

Rayas separadoras de carriles. Se usarán para delimitar los carriles en calles o carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación; pueden ser discontinuas o continuas según se permita cruzarlas o no. Serán continuas en la aproximación de las intersecciones que tengan rayas de parada. La longitud en metros de las rayas continuas será de 0.5 de la velocidad de proyecto expresada en km/h en carreteras y de 30 m. en calles. Estas rayas también serán continuas cuando estén delimitando carriles especiales para vueltas o exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos y podrán ser sencillas o dobles marcándose en

toda la longitud del carril.

La raya discontinua en carreteras se colocará en segmentos de 5 m. separadas entre sí 10 cm. En calles se puede reducir esta distancia, pero conservando la relación de 1 a 2 de raya a espacio. Llevará reflejantes en el sentido del tránsito, mismos que no deberán sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento, fijándose en su lugar con anclas o adhesivos en la forma siguiente: en la raya continua, cada 10 cm. desde el inicio de la raya y el reflejante será de color rojo.

Rayas en las orillas de la calzada. Se usarán en carreteras para indicar las orillas exteriores de la calzada y delimitar al mismo tiempo los acotamientos. En las carreteras de cuatro o más carriles con faja separadora central, se usarán para indicar las orillas internas de las calzadas y delimitar los acotamientos internos. Serán rayas continuas de color blanco reflejante con ancho de 10 cm., marcadas exactamente en la orilla del carril a todo lo largo de la carretera.

Rayas canalizadoras. Se emplearán como guías para encauzar la circulación en ciertas direcciones sin provocar interferencias a la corriente del tránsito. Podrán emplearse para formar isletas en grandes áreas pavimentadas y para canalizar el tránsito en las entradas y salidas de carreteras rurales o vías rápidas urbanas, así como para separar apropiadamente los sentidos de circulación en los extremos de fajas separadoras o isletas.

Rayas de parada. Se emplearán donde sea importante indicar el lugar donde se requiera se detengan los vehículos de acuerdo con una señal de alto, semáforos o algún reglamento. Se trazarán por lo general paralelamente a las de cruce de peatones más próximas, a una distancia de 1.2 m. antes de las mismas. En caso de no existir raya para cruce de peatones, las de parada se ubicarán en el lugar preciso en el que deban detenerse los vehículos, el cual no quedará en ningún caso a más de 9 m. ni a menos de 1.2 m. de la orilla más próxima de la vía de circulación que cruzan. Deberán ser continuas, de color blanco reflejante y su ancho podrá variar de 40 cm. en las calles hasta 60 cm. en carreteras rurales y vías rápidas urbanas. Se trazarán cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido.

Rayas para cruce de peatones. Se utilizarán en todas las intersecciones donde pueda presentarse confusión entre el movimiento de los vehículos y el de los peatones, así como en algunos otros lugares en donde el movimiento de éstos últimos sea considerable. Serán rayas continuas de color amarillo reflejante. En carreteras rurales y vías rápidas urbanas consistirán en una sucesión de rayas paralelas de 40 cm. de ancho, colocadas perpendicularmente a la trayectoria de los peatones y separadas entre sí 40 cm.; tendrán una longitud que en general deberá ser igual al ancho de las banquetas entre las que se encuentran situadas, pero en ningún caso podrán ser mayores de 4.5 m. ni menores de 1.8 m. En calles secundarias consistirán en dos rayas continuas paralelas transversales a la vía de circulación con un

ancho de 20 cm. y de color amarillo reflejante, trazadas a una separación que se determinará generalmente por el ancho de las banquetas entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso dicha separación será menor de 1.8 m. ni mayor de 4.5 m.

Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril. Se usarán para advertir la proximidad de un cruce a nivel con una vía de ferrocarril, deberán ser blancas reflejantes y consistirán en una X con las letras FXC, deberá pintarse en cada carril antes del cruce en el sentido del tránsito.

Rayas para estacionamiento. Se emplearán para obtener un uso más eficiente y ordenado de las zonas de estacionamiento, tratando de evitar que se invadan los sitios de parada de autobuses, las zonas para maniobras comerciales y las proximidades a las esquinas. Servirán para limitar los espacios para estacionamiento de vehículos y serán en color blanco reflejante, con un ancho de 10 cm., se pintarán sobre el pavimento perpendicularmente a la guarnición con una longitud que podrá variar de 2.5 m. a 3 m., dependiendo del ancho de los vehículos que se estacionen, deberán estar espaciadas de 6.7 m. a 7.9 m.

Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles. Se emplearán principalmente en las intersecciones para complementar los mensajes del señalamiento vertical, indicando los diversos movimientos que se permiten desde ciertos carriles; serán flechas, letras y números pintados o adheridos sobre el pavimento en color blanco reflejante. Las leyendas deberán tener un máximo de tres palabras y su mensaje no será obligatorio a menos que confirmen lo indicado por las señales que regulan el tránsito. Podrán repetirse a suficiente distancia antes de la intersección para que los conductores puedan escoger anticipadamente el carril apropiado.

Rayas con espaciamiento logarítmico. Se utilizarán para producir una ilusión óptica al conductor con objeto de que disminuya su velocidad, se emplearán generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas escolares. Se colocarán en forma transversal al eje de la carretera y solo deberán abarcar el carril de circulación respectivo. Serán siempre de color blanco reflejante de 60 cm. de ancho, pintadas o adheridas al pavimento.

Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento. Generalmente se se emplearán en paradas de autobuses, sitios contiguos a esquinas u opuestas a isletas de peatones y entradas a espectáculos donde existan señales restrictivas de "NO ESTACIONARSE". Serán de color amarillo y deberán cubrir tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición.

Marcas en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento. Se utilizarán para indicar a los conductores la presencia de obstáculos adyacentes cuando estos se ubiquen a una distancia menor de 1.8 m. respecto de la orilla del carril y constituyan un serio problema para el tránsito. Los obstáculos que deberán pintarse deberán ser guarniciones, parapetos, aleros, pilas y estribos, postes, cabezuelas, defensas, muros de contención o árboles, así



como las estructuras con altura libre menor de 4.2 m.

Conservación. Todas las marcas deberán conservarse en buenas condiciones de visibilidad. La frecuencia con que deban pintarse depende del tipo de superficie, calidad y cantidad de pintura empleada, así como de las condiciones climáticas y volúmen del tránsito. Cuando se pinten las rayas discontinuas deberá tenerse especial cuidado de aplicar la pintura lo más exactamente posible sobre las marcas anteriores.

#### OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS.

Son obras que se construyen o dispositivos que se colocan dentro de una calle o carretera o en sus inmediaciones para protección, incauzamiento y prevención de conductores de vehículos y peatones.

Clasificación. En cuanto a su función, se clasifican como sigue:

- 1) Cercas.
- 2) Defensas.
- 3) Indicadores de obstáculos.
- 4) Indicadores de alineamiento.
- 5) Tachuelas o botones.
- 6) Reglas o tubos guía para vado.
- 7) Bordos.
- 8) Vibradores.
- 9) Guardaguanados.
- 10) Indicadores de curva peligrosa.

Cercas. Se utilizarán para evitar que la faja del derecho de vía sea invadida por construcciones particulares, que los peatones o ganado crucen la carretera y que los vehículos puedan incorporarse a ésta en cualquier lugar diferente de los proyectados para dicho fin.

Defensas. Evitan en lo posible, que los vehículos salgan del camino o invadan el carril contrario, podrán ser de lámina galvanizada, concreto u otro material resistente, apoyados en postes adecuados al tipo de material. Para mayor seguridad en el uso de las defensas, principalmente metálicas, deberá empotrarse el límite de la misma en el piso, en el extremo de la dirección por donde se aproxima el tránsito.

Indicadores de obstáculos. Se emplearán en las bifurcaciones y frente a los obstáculos cuando éstos tengan un ancho menor de 3 m., para indicar su presencia y llamar la atención del conductor. Consistirá en un tablero de 30x122 cm. colocado en posición vertical con franjas alternadas en colores blanco reflejante y negro, inclinadas a 45 grados descendiendo hacia la derecha cuando se ubiquen a la derecha del tránsito, o hacia la izquierda cuando se ubiquen a la izquierda del tránsito. La altura entre la parte inferior del tablero y la superficie de la isleta o del acotamiento del camino será de 20 cm.

**Indicadores de alineamiento.** Delinean la orilla de una vía de circulación, en cambios de alineamiento horizontal, para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas y para marcar estrechamiento de una vía de circulación. Consistirán en postes de color blanco de 1 m. de longitud sobresaliendo 75 cm. del hombro del camino con una franja reflejante cerca de su extremo superior. Se colocarán en las curvas horizontales en el lado exterior, desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la transición de salida.

**Tachuelas o botones.** Se usarán para complementar las marcas sobre el pavimento, su estructura deberá ser lisa de color blanco y se fijarán por medio de anclas o adhesivos, no debiendo sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento. Estos dispositivos llevarán un elemento reflejante de color blanco, rojo o amarillo, en una o ambas caras según el caso y de frente al sentido del tránsito.

**Reglas y tubos guía para vado.** Se utilizarán en caminos para indicar a los conductores el tirante máximo de agua que van a encontrar sobre un vado, por lo que, las reglas deberán estar graduadas y fijadas a postes. Las reglas extremas deberán fijarse en las cotas de las aguas máximas extraordinarias (NAME).

**Bordos.** Se emplearán en zonas urbanas y rurales para indicar la proximidad de una isleta o un obstáculo y para encauzar a los vehículos en las salidas de vías de alta velocidad. Serán elementos de concreto simple de 12.5 cm. de ancho por 10 cm. de altura y longitud variable, sobresaliendo 5 cm. de la superficie de rodamiento. Se usarán en la posición de las rayas diagonales de las zonas neutrales delimitadas por rayas canalizadoras. En ningún caso se construirán a través de los carriles de circulación.

**Vibradores.** Se construirán para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con el ferrocarril o en caminos secundarios, antes de un entronque con otro de mayor importancia y en lugares donde se puedan presentar accidentes. Su objetivo será advertir a los conductores mediante la vibración y el ruido que se produce al cruzarlos, de la condición particular de que se trate.

**Guardaagnados.** Estructuras que se emplearán para evitar que el ganado pase de un camino libre a otro de acceso controlado y de un camino secundario a uno principal, siempre que el de acceso controlado y el principal se encuentren delimitados por cercas.

**Indicador de curva peligrosa.** Se utilizará como complemento al tratamiento normal de señalamientos del camino, cuando haya cambios peligrosos en el alineamiento horizontal con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los conductores. Será de forma rectangular colocada con su mayor dimensión vertical y el símbolo (flecha izquierda o derecha) será de color negro sobre fondo amarillo reflejante.

En caminos de dos carriles, los indicadores de curva peligrosa deberán instalarse en la orilla exterior de la curva y en el caso de caminos divididos en la orilla exterior de cada cuerpo. El

espaciamiento de las señales deberá ser tal que el conductor siempre tenga en su ángulo visual al menos dos de ellas y estarán orientadas en posición normal a la línea de aproximación del tránsito. Las señales deben ser visibles por lo menos a una distancia de 150 m. para su mayor efectividad. La altura a que deberán colocarse se registrará por lo indicado en los capítulos referentes a señales preventivas y restrictivas.

#### DISPOSITIVOS PARA PROTECCION EN OBRAS.

Son las señales y otros medios que se usan para proporcionar seguridad a los usuarios, peatones y trabajadores y guiar el tránsito a través de calles y carreteras en construcción o conservación; tienen carácter transitorio.

Los motivos que obligan al uso de estos dispositivos son entre otros: desyerbe, derrame de árboles, desmonte, desazolve de cunetas, derrumbes, reparación de pavimento, marcas en pavimento, reducción y ampliación del número de carriles, desviaciones, etc. La longitud que deberá cubrirse con estos dispositivos dependerá del tipo de camino y de las características de la obra, siendo de 150 m. como mínimo y 1000 como máximo, antes de la zona de trabajo

Clasificación. En cuanto a su función, los dispositivos usados en el señalamiento transitorio para protección en obras de construcción y conservación de calles y carreteras son:

- a) Señales.
  - 1) Preventivas.
  - 2) Restrictivas.
  - 3) Informativas.
- b) Canalizadores.
  - 1) Barreras.
  - 2) Conos.
  - 3) Indicadores de alineamiento.
  - 4) Marcas en el pavimento.
  - 5) Dispositivos luminosos.
  - 6) Indicadores de obstáculos.
- c) Señales manuales.
  - 1) Banderas.
  - 2) Lámparas.

Color de los soportes y reverso de los tableros. Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el soporte y el reverso pintado en color gris mate.

#### SEÑALES PREVENTIVAS.

Se usarán para prevenir a los usuarios sobre la existencia de una situación peligrosa y la naturaleza de ésta, motivada por la construcción o conservación de una calle o carretera, así como para proteger a peatones, trabajadores y equipo de posibles accidentes. La forma será la misma que en las señales preventivas.

Las señales que requieran una explicación complementaria además del símbolo, llevarán un tablero adicional de forma rectangular para formar un conjunto. El tablero de estas señales será uniforme para calles y carreteras con dimensiones de 91x91 cm. sin ceja cuando se coloquen sobre caballetes, o de 86x86 cm. con ceja cuando se fijen en postes. El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, será con o sin ceja y tendrá las dimensiones de la tabla 4.10

TABLA 4.10  
DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES  
PREVENTIVAS PARA PROTECCION EN OBRAS.

DIMENSIONES DE LA SENAL ( cm )	DIMENSIONES DEL TABLERO ( cm )		ALTURA DE LA LETRA MAYUSCULA ( cm )	
	1 RENGLON	2 RENGLONES	1 RENGLON	2 RENGLONES
86x86 (con ceja)	30x117	56x117	15	15
91x91 (sin ceja)	30x122	61x122	15	15

Ubicación longitudinal. Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate señalar, a una distancia que dependerá de la velocidad de acuerdo a la tabla 4.11

TABLA 4.11  
UBICACION LONGITUDINAL DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS  
PARA PROTECCION DE OBRAS.

VELOCIDAD (Km/h)*	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA ( m )	30	40	55	75	95	115	135	155	175

\* En carreteras se utilizará la velocidad de proyecto, cuando se desconozca este dato, se utilizará la velocidad de marcha. En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

Cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella deberá colocarse a la distancia en que iría la preventiva y esta al doble; si son dos señales de otro tipo las que se vayan a colocar entre la preventiva y el riesgo, la primera de aquellas se colocará a la distancia de la preventiva, la segunda al doble de esta distancia y la preventiva al triple, y así sucesivamente.

Altura. En carretera, el tablero de las señales se instalará de tal manera que su parte inferior quede a 1.5 m. sobre la superficie de rodamiento y en zonas urbanas a 2 m. En donde haya equipo de construcción, materiales u otras obstrucciones, esta altura podrá aumentarse hasta 2.5 m.

El color del fondo del tablero de estas señales así como del tablero adicional será naranja en acabado reflejante, según el patrón aprobado y el color para los símbolos, leyendas, caracteres y filete, será negro. Los tableros se montarán sobre postes como en casos de las permanentes, o bien sobre caballetes desmontables.

Obras en el camino. Se usará para indicar la proximidad de un tramo en el que se estén realizando obras de construcción o de conservación.

Material acamellonado. Se utilizará para advertir a los conductores sobre la proximidad de una reducción en el ancho de la carpeta por la ocupación temporal de material para construcción. El símbolo indicará si el material está del lado derecho o izquierdo

#### SEÑALES RESTRICATIVAS.

Se emplearán para indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones que regulan el uso de las vías de circulación en calles y carreteras que se encuentren en proceso de construcción o conservación.

Tamaño. El tablero de estas señales será uniforme para calles y carreteras con dimensiones de 91x91 cm. sin ceja cuando se coloquen sobre caballetes, o de 86x86 con ceja cuando se fijen en postes conforme la tabla 4.12

TABLA 4.12  
DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES  
RESTRICATIVAS PARA PROTECCION DE OBRAS.

DIMENSIONES DE LA SEÑAL ( cm )	DIMENSIONES DEL TABLERO ( cm )		ALTURA DE LA LETRA MAYUSCULA ( cm )	
	1 RENGLON	2 RENGLONES	1 RENGLON	2 RENGLONES
86x86 (con ceja)	30x86	56x86	15	15
91x91 (sin ceja)	30x91	61x91	15	15

Ubicación longitudinal. Se colocarán en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición. La altura será la misma que en las preventivas de esta clasificación.

Color. La señal de "ALTO" llevará fondo rojo con letras y filete en blanco reflejante; la señal de "CEDA EL PASO" llevará fondo blanco reflejante, franja perimetral roja y leyenda en negro. Las demás señales restrictivas y las que requieran una explicación adicional, serán en fondo blanco reflejante, excepto las correspondientes a caminos con corona menor de 6 m. que serán de acabado mate, el anillo y la franja diametral en rojo, el filete, letras y símbolos en negro.

## SERALES INFORMATIVAS.

Tendrán por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura de acuerdo con los cambios temporales necesarios durante la construcción o conservación de calles y carreteras. La forma será la misma que en las señales restrictivas de esta clasificación.

**Ubicación longitudinal.** En calles y carreteras se colocarán dentro del área de influencia de la obra o construcción de que se trate. De acuerdo a su ubicación longitudinal se clasifican en previas, decisivas y confirmativas. La distancia lateral, altura y ángulo de colocación en zona urbana y rural será la misma que en las señales restrictivas de esta clasificación. El color del fondo del tablero será naranja en acabado reflejante y el color para las leyendas, caracteres y filete será negro.

**Soportes.** Las señales se montarán sobre postes como en el caso de las permanentes, o bien sobre caballetes desmontables.

## CANALIZADORES.

Son elementos que se usan para encauzar el tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en construcción o conservación tanto en calles como en carreteras, para indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección de la ruta con motivo de la obra.

**Barreras.** Consisten en dos tableros horizontales de 30 cm. de altura y 122 ó 244 cm. de longitud montados en postes, firmemente hincados cuando sean fijas o sobre caballetes cuando sean portátiles. Podrán ser también levadizas cuando se utilicen exclusivamente para dar paso a determinados vehículos. Su forma será la de un tablero trapezoidal con la base menor de 15 cm. y la mayor de 30 cm. formando un ángulo de 90 grados con su lado inferior para cubrir el ancho del carril.

**Conos.** Son dispositivos en forma de cono truncado con la base de sustentación cuadrada, fabricados con material resistente al impacto, de tal manera que no se deterioren ni causen daño a los vehículos. Serán de 45 cm. de altura con base de 30x30 cm. o de 75 cm. de altura con base de 40x40 cm. Serán de color naranja mate, con una franja de color blanco reflejante de 10 cm. de ancho colocada a 5 cm. del extremo superior.

**Indicadores de alineamiento.** Serán similares a los descritos en Obras y Dispositivos.

**Marcas en el pavimento.** Deberán observar las mismas características establecidas en Marcas.

**Dispositivos luminosos.** Son fuentes de luz que se utilizarán durante la noche o cuando la claridad y la distancia de visibilidad disminuyan y se haga necesario llamar la atención e indicar la existencia de obstrucciones o peligros. Podrán ser mecheros y

linternas, lámparas de destello y luces eléctricas.

**Mecheros y linternas.** Los mecheros son elementos de flama libre consistentes en recipientes con combustible y una mecha de estopa, debido a que proporcionan poca iluminación deberán usarse solo como complemento de otros dispositivos de canalización y para delinear o hacer destacar las obstrucciones o peligros. Las linternas son de flama cautiva y su uso es similar al de los mecheros.

**Lámparas de destello.** Son elementos portátiles con luz intermitente de color ámbar que emite destellos de corta duración. Sirven para prevenir al usuario de la existencia de un peligro y deberán colocarse anticipadamente al mismo.

**Luces eléctricas.** Son lámparas que emiten un haz luminoso de alta o baja intensidad. Sirven para iluminar la zona o tramo que se encuentre en reparación o construcción y se colocarán de tal manera que no deslumbren al conductor.

**Indicadores de obstáculos.** Serán similares a los descritos en Obras y Dispositivos Diversos, solamente se modificarán las franjas reflejantes que en este caso serán de color naranja.

**Señales manuales.** Son banderas y lámparas operadas manualmente que sirven para controlar el tránsito de vehículos y peatones en las zonas de trabajo.

**Banderas.** Se usarán durante el día, son elementos de tela de color rojo reflejante de 60x60 cm., sujetas a un asta de 100 cm. de longitud.

**Lámparas.** Se usarán durante la noche o cuando la claridad o visibilidad disminuyan, emitirán un haz luminoso de color rojo.

#### SEMAFOROS.

Son dispositivos eléctricos que sirven para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control. Se usarán para desempeñar entre otras, las siguientes funciones:

- a) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular y/o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.
- b) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- c) Controlar la circulación por carriles.
- d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.

**Clasificación.** Con base en el mecanismo de operación de sus controles, se considera la siguiente clasificación:

- A) Semáforos para el control del tránsito de vehículos.
  - 1) Semáforos no accionados por el tránsito.
  - 2) Semáforos accionados por el tránsito.
    - a) Totalmente accionados.
    - b) Parcialmente accionados.
- B) Semáforos para pasos peatonales.
  - 1) En zonas de alto volumen peatonal.
  - 2) En zonas escolares.
- C) Semáforos especiales.
  - 1) Semáforos de destello.
  - 2) Semáforos para regular el uso de carriles.
  - 3) Semáforos para puentes levadizos.
  - 4) Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia.
  - 5) Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.

Elementos que componen un semáforo. Consta de la siguiente serie de elementos físicos: cabeza, soportes, cara, lente y visera.

**Cabeza.** Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza tiene un número determinado de caras orientadas en diversas direcciones.

**Soportes.** Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar a los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones. Algunos elementos del soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales y horizontales de las caras de los semáforos. Por su ubicación en la intersección, los soportes son de dos tipos:

- a) Ubicados a un lado de la vía.
  - 1) Postes.
  - 2) Ménsulas cortas.
- b) Ubicados dentro o sobre la vía.
  - 1) Ménsulas largas sujetas a postes laterales.
  - 2) Suspensión por cables.
  - 3) Postes y pedestales en isletas.

**Lente.** Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

**Visera.** Es un elemento que se coloca por encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que a determinadas horas los rayos del sol incidan sobre estas y den la impresión de estar iluminadas, impidiendo que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está enfocada.

**Unidad de control.** Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en los semáforos.

**Detectores.** Se definen como los dispositivos capaces de registrar y transmitir los cambios que se producen, o los valores que se alcanzan en una determinada característica del tránsito.



Ubicación transversal. El semáforo con soporte del tipo poste se ubicará a 0.60 m. medidos de la orilla exterior de la guarnición a su parte más saliente. Cuando no exista la banqueta, se ubicará de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente coincida con el hombro del camino fuera del acotamiento. El semáforo con soporte del tipo ménsula, deberá ubicarse a 0.60 m. medidos de la orilla exterior de la guarnición a su base. Cuando no exista la banqueta, se ubicará de tal manera que su base coincida con el hombro del camino fuera del acotamiento.

Altura. Para un buen funcionamiento, la parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

- a) Para semáforos con soporte del tipo poste.- altura mínima 2.50 m., máxima 4.50 m.
- b) Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga.- altura mínima 5.50 m., máxima 6.00 m.
- c) Para semáforos suspendidos por cable.- altura mínima 5.50 m., máxima 6.00 m.

Angulo de colocación. La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y a 90 grados con respecto al eje del acceso. En los de ménsula, conviene darle una inclinación de 5 grados hacia abajo.

Semáforos no accionados por el tránsito. Son los que regulan las circulaciones mediante un programa o una serie de programas de tiempos previamente establecidos. Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito tienen una variación constante.

Requisitos que justifican su instalación. Este tipo de semáforos se debe instalar y operar solamente si se satisfacen uno ó más de éstos requisitos:

- a) Volumen mínimo de vehículos.
- b) Interrupción de tránsito continuo.
- c) Volumen mínimo de peatones.
- d) Circulación progresiva.
- e) Antecedentes sobre accidentes.
- f) Combinación de los requisitos anteriores.

Semáforos accionados por el tránsito. Son aquellos cuya operación varía de acuerdo a las demandas del tránsito que se registra a través de detectores, los cuales suministran la información a un control maestro computador. Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular y en donde las interrupciones de la circulación deben ser mínimas en la dirección principal.

Semáforos para pasos peatonales. Regulan el tránsito de peatones en las intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con los semáforos para vehículos.

Colocación. Los semáforos peatonales deben colocarse: en zonas de alto volumen peatonal y en zonas escolares.

**Semáforos especiales. Se clasifican en:**

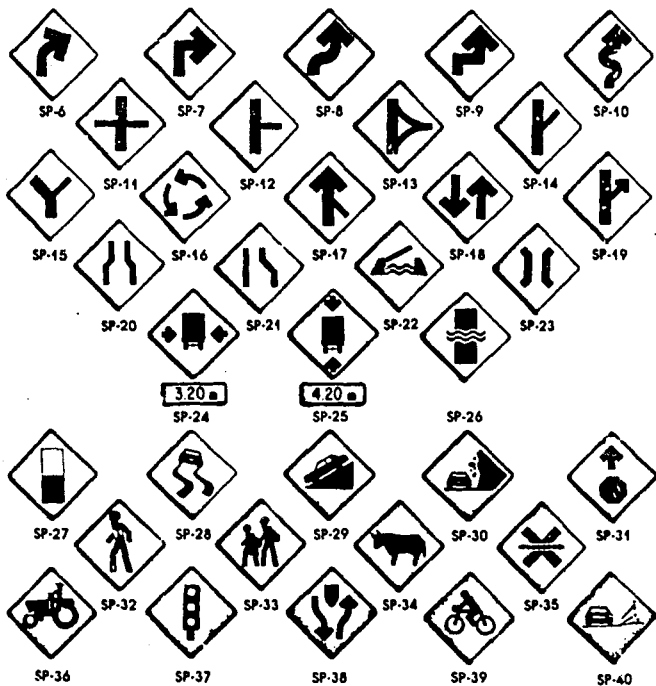
**Semáforos de destello.** Tienen una o varias lentes de color amarillo y/o rojo que se iluminan intermitentemente. Son útiles en lugares donde el tránsito o las condiciones locales no justifican la operación de un semáforo para el control del tránsito de vehículos. Sirven además para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que existe peligro.

**Semáforos para regular el uso de carriles.** Controlan el tránsito de vehículos en carriles individuales de una calle o carretera. Su uso más común tiene lugar en carriles con circulación reversible cuando, debido a las variaciones del flujo del tránsito en una calle o carretera de doble circulación se pueden utilizar ciertos carriles para el movimiento en un sentido durante unas horas del día y para el sentido opuesto durante otras horas.

**Semáforos para puentes levadizos.** Se instalan en los accesos de puentes levadizos con el objeto de controlar el tránsito de vehículos en ese lugar.

**Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.** Indican a los conductores de vehículos y a los peatones la aproximación o presencia de trenes, locomotoras o carros de ferrocarril en cruces a nivel con calles o carreteras. La barrera para cruces a nivel de ferrocarril será un tablero trapezoidal que descende hasta la posición horizontal y que se extiende sobre la calle o el camino en los dos sentidos hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles del tránsito en el acceso al cruce, impidiendo la circulación de vehículos cuando se aproxima y pasa un tren.

SEÑALES PREVENTIVAS



## SEÑALES RESTRICTIVAS



SR-6



SR-7



SR-8



SR-9



SR-10



SR-11



SR-11A



SR-12



SR-13



SR-14



SR-15



SR-16



SR-17



SR-18



SR-19



SR-20



SR-21



SR-22



SR-23



SR-24



SR-25



SR-26



SR-27



SR-28



SR-29



SR-30



SR-31



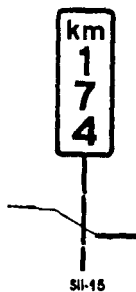
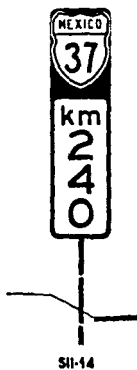
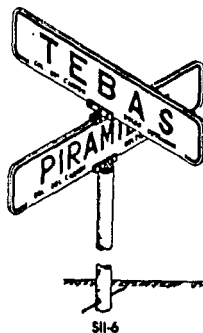
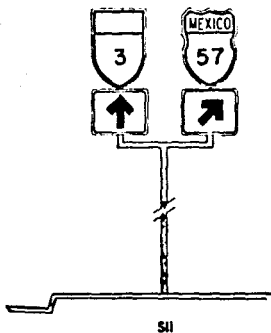
SR-32



SR-33



## SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACION



## SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO



SID-8



SID-9



SID-10



SID-11



SID-12



SID-12



SID-13



SID-14



SID-15

# SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACION E INFORMACION GENERAL

CARRIL IZQUIERDO  
SOLO PARA REBASAR

SIR

TRANSPORTE DE CARGA  
TRAMO CON RESTRICCIONES

PRINCIPIA

SIR

CUERNAVACA  
350 000 hab

SIG-7

PRESA JOSE MA MORELOS

SIG-8

TERMINA SINALOA  
PRINCIPIA SONORA

SIG-9

CASETA DE COBRO  
A 500 m

SIG-10



SIG-11

## SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURISTICAS



SIS-1



SIS-2



SIS-3



SIS-4



SIS-5



SIS-6



SIS-7



SIS-8



SIS-9



SIS-10



SIS-11



SIS-12



SIS-13



SIS-14



SIS-15



SIS-16



SIS-17



SIS-18



SIS-19



SIS-20



SIS-21



SIS-22



SIS-23



SIS-24



SIS-25



SIS-26



SIS-27



SIT-1



SIT-2



SIT-3



SIT-4



SIT-5



SIT-6



SIT-7



SIT-8



SIT-9



SIT-10



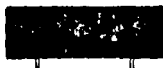
## DISPOSITIVOS PARA PROTECCION EN OBRAS



DPP



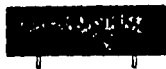
DPP



DPI-7



DPI-7



DPI-7



DPI-8



DPI-8



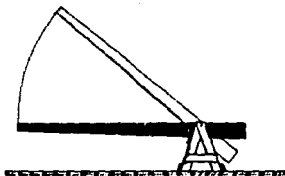
DPI-8



DPI-9



DPC-1



DPC-1

## V. SOLUCION A LOS CONFLICTOS DE TRANSITO.

Como miembro de una sociedad organizada, el hombre no solo requiere que imperen normas de vida, reglamentos y leyes, sino que las desea para poder disfrutar de los servicios públicos, la paz y el orden. En el tránsito no solo se admite que la autoridad establezca las "Reglas del Camino", los dispositivos de control, los reglamentos, etc., sino que continuamente el público y la prensa claman porque se establezcan o se mejoren los existentes. Para vivir en sociedad, debe empezarse por aceptar las normas establecidas y estas se aplican también al tránsito.

Los accidentes ocurren por la reacción del hombre, la máquina y el medio ambiente. La relación antes mencionada significa que el medio ambiente influye de gran manera en la atención del conductor.

Lo que se requiere es crear o propiciar un ambiente idóneo para que el usuario desarrolle sus actividades en forma segura, eficiente y cómoda hasta alcanzar sus metas. Esto es bastante difícil de lograr por no decir imposible, dado el anticuado trazo de nuestras ciudades y de muchos caminos, la invasión de cientos de miles y millones de vehículos de motor, la explosión demográfica, la falta de tecnología, de datos, de recursos económicos, etc. Sin embargo, la actitud mental que cada quien aporte será un factor determinante en el problema para bien o para mal.

Mucho contribuiríamos a mejorar la situación cumpliendo, en primer lugar, con los reglamentos de tránsito y en segundo lugar cumpliendo con las de urbanidad, eso es casi todo, sí sumamente sencillo.

Es fácil darse cuenta de lo que sí tenemos que hacer, crear buenos hábitos, desarrollarlos, practicarlos...y no sólo eso, exigirlos mediante la acción popular.

Un programa de acción de seguridad como meta principal perseguida por la educación vial, es lograr buenos ciudadanos y la conservación de la vida humana. La primera obligación de este tipo corresponde a los padres, después a la Escuela, al Estado y al conglomerado social del individuo con la responsabilidad de crear actividades que tendrán a un tránsito más seguro. A continuación se describen los artículos más importantes para el buen funcionamiento del tránsito.

Artículo 9. Cada uno de los estados contratantes se opondrá en la medida de sus facultades, a que en la entrada de las vías públicas, se coloquen señales o tableros de cualquier especie que pudiera prestarse a confusión con las placas indicadoras reglamentarias o hacer difícil la lectura de éstas.

Artículo 536. Se impondrán de 15 días a 2 años de prisión o se sancionará al que de cualquier modo destruya, inutilice, apague, quite o cambie una señal establecida para la seguridad de las vías

generales de comunicación o medio de transporte; el que coloque intencionalmente señales que puedan ocasionar la pérdida o grave deterioro de vehículos de circulación, será castigado con prisión de 1 a 5 años. Si se ocasionasen los accidentes mencionados, se aplicarán las reglas de acumulación con el delito o delitos que resulten consumados.

**REGLAMENTO DEL ARTICULO 46 DE LA LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION PARA LA INSTALACION DE ANUNCIOS Y OBRAS CON FINES DE PUBLICIDAD EN LOS CAMINOS NACIONALES.**

Artículo 14. Queda prohibido erigir o pintar cualquier anuncio, panel, bastidor, poste marcador, aparato mecánico o en general cualquier obra con fines de publicidad, en forma que pueda confundirse con los postes marcadores, avisos, placas de prevención y otras señales de tránsito de las colocadas a lo largo de los caminos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Artículo 15. Queda prohibido el uso en los textos de los anuncios de las palabras alto, peligro, precaución, pare, cruceos u otros análogos que pudieran provocar confusión o sobresalto en los conductores de vehículos.

Artículo 48. Queda prohibido llevar luces rojas que sean visibles por delante del vehículo.

Artículo 49. Todo vehículo para cargar o descargar deberá estar colocado a su extrema derecha y siempre en posición paralela al eje del camino.

Artículo 50. Los vehículos destinados especialmente al transporte de carga de gran dimensión longitudinal, deberán llevar en el centro de ésta o en el centro de la pieza de unión del remolque, una bandera roja durante el día y una luz amarilla en la noche.

Artículo 51. Cuando se transporte carga de gran dimensión longitudinal que sobresalga adelante y atrás del vehículo más de 50 cm, se colocarán en los extremos sobresalientes de dicha carga, banderas rojas durante el día y en la noche luces amarillas.

Artículo 52. Cuando un vehículo tenga que conducir una carga y ésta ocupe transversalmente más de 2.5 m, ancho mínimo permitido para los vehículos, se requerirá permiso de la Secretaría o de la oficina que ésta designe.

Artículo 53. La carga que por naturaleza pueda esparcirse en el camino con el movimiento del vehículo o por el viento, deberá cubrirse y sujetarse convenientemente.

Artículo 54. Deberá cubrirse el transporte de carga de mal olor o repugnante a la vista.

Artículo 55. El transporte de explosivos solo podrá hacerse con autorización de la Secretaría de Guerra, debiendo recabar, además

el permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes o de la oficina que ésta designe, quienes fijarán las condiciones conforme a las cuales deberá efectuarse.

Artículo 56. Cuando los vehículos transiten en el mismo sentido que los tranvías, continuarán hasta que el tranvía reanude su marcha.

Artículo 57. La circulación de los vehículos en los tramos de los caminos comprendidos dentro de los perímetros urbanos, se regirán por las presentes disposiciones, sin perjuicio de aplicar los reglamentos locales de policía.

Artículo 58. Cuando por motivos de reparaciones de un camino tenga que desviarse el tránsito o hacerse por una parte reducida, la circulación se hará moderando la velocidad y tomando el mayor número de precauciones.

Artículo 92. El departamento de tránsito o sus delegaciones cuidarán que se coloquen en donde quiera que lo consideren necesario, las señales de color y tamaño reglamentario que indiquen zonas escolares, hospitales, estacionamientos, cruces, prohibición de vueltas, proximidad de poblados, curvas peligrosas, velocidad permitida, lugares donde absolutamente debe hacerse alto. En los lugares donde haya poca iluminación, estas tendrán vidrios de reflexión nocturna.

#### CIRCULACION

Artículo 22. Todo conductor de vehículos tiene la obligación de atender las señales de tránsito.

Artículo 23. Los conductores de vehículos antes de entrar a una curva, tienen siempre la obligación de anunciarse y moderar la velocidad.

Artículo 24. El conductor de vehículos que vaya a adelantar a otro, tiene siempre la obligación de anunciarse para que el de adelante tome su derecha y se de cuenta de su proximidad.

Artículo 25. Cuando un vehículo tenga que disminuir su velocidad o hacer alto, el conductor deberá tomar su derecha, extendiendo el brazo previamente fuera del vehículo para indicar a los conductores que caminan detrás de él, que deben tener precaución.

Artículo 26. Cuando un vehículo tenga que dar media vuelta para circular en sentido contrario, el conductor hará alto a su derecha y antes de dar vuelta se cerciorará de que no se aproxima nadie. El movimiento lo hará rápidamente y anunciándose.

Artículo 27. En el cruzamiento con otro camino, para dar vuelta un vehículo, el conductor disminuirá la velocidad, cerciorándose de que no se aproxime ningún otro; en caso contrario se detendrá antes de dar vuelta.

Artículo 28. Todo vehículo hará alto antes de los cruzamientos a nivel con alguna vía férrea continuando su marcha cuando el conductor se cerciore de que no está próximo un tren; en caso contrario dejará libre el paso al tren.

Artículo 29. En los cruzamientos de sentido contrario con otro vehículo, el conductor deberá anunciar su aproximación y reducir su velocidad a 15 km/h.

Artículo 30. Al llegar un vehículo a la derivación de un camino, cuando éste quede a su derecha el conductor deberá anunciar su aproximación.

Artículo 31. Cuando un vehículo tenga que tomar otro camino que quede a su izquierda, el conductor se cerciorará de que no se aproxime ningún otro por cualquiera de los caminos, dando vuelta con precaución y tomando su derecha para entrar en la derivación.

Artículo 32. Cuando un vehículo tenga que estacionarse o hacer alto lo hará siempre a su derecha y deberá tomar parte del acotamiento para dejar libre lo más que sea posible el ancho del camino.

Artículo 33. Al lado de un vehículo estacionado en el camino no podrá estacionarse otro que vaya en sentido contrario, sino a una distancia mínima de 50 m.

Artículo 34. Los vehículos que marchen en el mismo sentido, cuando estén estacionados deberán guardar entre sí una distancia mínima de 3 m.

Artículo 35. Por ningún motivo podrá estacionarse un vehículo en una curva o cruzamiento salvo caso de fuerza mayor, el conductor intentará quitarlo de la curva o cruzamiento en el menor tiempo posible; para proteger el tránsito de los vehículos colocará en el camino 2 banderas rojas, una 25 m antes del vehículo y la otra 25 m después.

Artículo 36. Cuando un camino se cruce, si el camino va por el troncal el conductor disminuirá en velocidad y se anunciará; cuando vaya por el ramal, se detendrá antes de cruzar el camino troncal, anunciándose.

Artículo 37. Tienen preferencia de paso por el orden que se mencionan, los siguientes servicios: Bomberos, Ambulancia, Policía de caminos, Policía local y federal, Telegráfos y correos.

Artículo 38. Los conductores de vehículos deben tener precaución cuando vayan en el camino peatones, especialmente niños y ciclistas debiendo adelantarlos o cruzarlos lentamente.

Artículo 39. Cuando un vehículo atraviese un poblado, la velocidad máxima será de 30 km/h y en todo caso la que indique la señal respectiva; el conductor está obligado a conectar el silenciador del coche.

Artículo 40. Cuando se pase cerca de una escuela se disminuirá la velocidad a 15 km/h.

Artículo 41. Cerca de un hospital o sanatorio, el conductor procurará no hacer ruido y si necesita anunciarse lo hará con moderación y conectará el silenciador.

Artículo 42. Todo vehículo en marcha deberá tomar siempre su derecha, en las curvas esta disposición es estricta; asimismo, en curvas no se podrá rebasar ni adelantar ningún vehículo.

Artículo 43. Cuando un vehículo tenga que adelantar a otro, lo hará siempre por el lado izquierdo; en curva, como se indica en el artículo anterior queda terminantemente prohibido.

Artículo 44. Se prohíbe en marcha invadir el acotamiento del camino el cual servirá para que transiten los peatones; estos caminarán siempre por el acotamiento de la izquierda para tener al frente y ante su vista los vehículos que transiten por ese lado del camino.

Artículo 45. La velocidad máxima permitida a los vehículos será la que indique la señal respectiva para cada tramo del camino; en tramos rectos y a nivel que no tengan indicación precisa podrá aumentarse la velocidad hasta 80 km/h.

Artículo 46. Queda prohibido el uso de sirena o silbato en cualquier vehículo con excepción de los destinados a los servicios a que se refiere el artículo 37.

Artículo 47. Todo vehículo de las 18:00 a las 6:00 horas, cuando está en movimiento debe tener encendidos los 2 faros delanteros y la luz roja posterior; solamente en casos de emergencia se podrán usar los faros buscadores.

Artículo 79. Se empleará el color rojo como señal de alto o de peligro; el verde como señal de adelante o de paso libre y el ámbar como señal de prevención.

Artículo 93. En las zonas de alta velocidad así como en las curvas, bocacalles y cruceros, queda prohibido adelantar a otro vehículo que marche a la velocidad máxima permitida en esos lugares.

Artículo 94. Para cambiar de dirección en las esquinas y lugares en que la circulación se haga en un solo sentido, deberá disminuirse la velocidad de los vehículos tomando el extremo como lo indica el artículo 79.

Artículo 101. Los vehículos no podrán ser estacionados fuera de los lugares señalados al respecto, ni a menos de 10 m de las esquinas en donde no se encuentre marcada la limitación correspondiente para el objeto; queda prohibido el estacionamiento en más de una fila.

Artículo 102. En las intersecciones de las vías públicas que carezcan de semáforos, salvo en los que tengan preferencia de tránsito, los conductores de vehículos deberán disminuir la

velocidad a 20 km/h o menor en las bocacalles con fuerte densidad de circulación de peatones; también deberán disminuirla de acuerdo con las señales respectivas de la Dirección de Tránsito al pasar frente a escuelas, hospitales, lugares de espectáculos y demás centros de reunión durante las horas en que éstos sean habitualmente presentados al público.

Artículo 105. Para cruzar o entrar en las arterias que están consideradas como preferencia de paso, los conductores de vehículos estarán obligados a detener su marcha efectuando alto completo sin rebasar el límite de las banquetas, e iniciándola nuevamente cuando se hayan asegurado de que no se acerca ningún vehículo que circule sobre las citadas arterias.

Artículo 116. Queda prohibido a los conductores de vehículos usar innecesariamente el claxon, provocar o efectuar con el motor o el escape ruidos de cualquier naturaleza y utilizar indebidamente el silbato de los tranvías; únicamente se permitirá usar el claxon de los vehículos o el silbato de los tranvías dentro de la ciudad de México, en caso de emergencia en que haya necesidad de prevenir algún accidente.

Artículo 118. Se considera innecesario el uso del claxon o el silbato y consecuentemente es infracción que se sancionará en los términos de la clasificación siguiente:

1. Usar el claxon o silbato para anunciar la proximidad a una intersección.
2. Usar el claxon o silbato en cruceros controlados por agentes o semáforos con objeto de apremiar a los conductores que preceden.
3. Usar el claxon o silbato para solicitar o llamar la atención del pasaje, de algún transeúnte o para anunciar la llegada a un lugar determinado.
4. Usar el claxon o silbato en un crucero con objeto de influenciar al agente de tránsito para obtener el paso o para pretender activar el paso de peatones.
5. Usar el claxon para significar expresiones injuriosas, ofensivas o contrarias a las buenas costumbres.

Las multas impuestas de conformidad con este artículo, en ningún caso podrán ser condonadas o reducidas.

#### REGLAMENTO DEL TRANSITO EN LOS CAMINOS NACIONALES Y EN LOS ARTICULARES DE CONCESION FEDERAL.

Artículo 162. El conductor de un vehículo que exceda a los límites de velocidad marcados por las señales del camino o en el presente Reglamento, será sancionado.

#### CIRCULACION.

Artículo 152. La desobediencia de las señales o indicaciones del camino se castigará con multa.

Artículo 173. La velocidad máxima en la ciudad es de 50 km/h. La Dirección de Tránsito podrá modificar esa velocidad en los casos que lo estime necesario, de conformidad con el señalamiento que haya en los tramos de vías públicas en que se autoricen velocidades distintas de la anterior.

Artículo 175. En las zonas de intenso tránsito, entre las 8 y las 21 horas se permitirá el estacionamiento en las calles sólo durante tiempos cortos, variables entre un mínimo de 20 y un máximo de 60 minutos. La Dirección de Tránsito hará el señalamiento de las zonas y cajones de estacionamiento, precisando en forma clara el máximo de tiempo de estacionamiento que en ellos se permita.

Artículo 179. Se prohíbe estacionar vehículos a menos de 10 m de las esquinas en las calles en que circulen vehículos del servicio público o de pasajeros, junto a las banquetas de seguridad, frente a los centros de espectáculos en horas de función, frente a la entrada de escuelas, hospitales, iglesias y demás centros de reunión; a menos de 3 m de las tomas de agua para incendio o de los lugares donde se encuentren vehículos del cuerpo de bomberos.

Artículo 182. La Dirección de Tránsito deberá hacer del conocimiento del público por medio de boletines especiales y por todos los medios de publicidad que se juzguen más efectivos, las disposiciones que se dicten sobre estacionamientos, debiendo instruir a los vigilantes y agentes del tránsito sobre la obligación que tienen de ilustrar convencionalmente al público sobre las restricciones establecidas en cada zona de estacionamiento, a fin de que no incurra en causa de infracción por falta de conocimiento de dichas restricciones.

#### VEHICULO, PASAJE Y CARGA.

Acuerdo 42. En el caso de accidentes con daño de propiedad ajena, lesiones o muertes de personas, por descuido o negligencia del conductor de un vehículo de autotransporte de jurisdicción federal o porque el propio conductor se encuentre en estado de ebriedad o bajo la acción de cualquier enervante, se le impondrá una multa, se le consignará a la autoridad judicial competente y se gestionará la cancelación de su licencia de manejar; asimismo, en virtud de la responsabilidad solidaria del concesionario respectivo, se impondrá a este una multa.

Acuerdo 47. La Policía Federal de Caminos extremará su vigilancia en las carreteras y cooperará con el Departamento de Tránsito Federal y los delegados para el debido cumplimiento de este acuerdo. Para cada accidente, la Policía Federal de Caminos, dentro de un plazo de 24 horas rendirá un informe pormenorizado del mismo, independientemente del que deben presentar las empresas, pero siguiendo los mismos lineamientos a que se contrae el apartado 12 y agregando los fundamentos, testimonios y razonamientos que sirvan de apoyo para su dictámen, estableciendo responsabilidades. La policía recogerá del conductor del vehículo accidentado la última constancia de inspección, junto con la demás documentación



pertinente y las acompañará a su informe y dictámen.

Acuerdo 48. Proceda el Departamento de Tránsito Federal y Policía de Caminos a perfeccionar su registro de accidentes en los términos del apartado 12 de este acuerdo, conservando dicho registro al día por sistema cardex y complementándolo con resúmenes estadísticos clasificados por: causas de los siniestros, líneas individuales de autotransporte de servicio público, permisionarios particulares subdivididos por grupos según se encuentre más conveniente y conductores individuales de vehículos, especificando en cada caso la parte que resulte responsable y las consecuencias del accidente en número de muertos, número de lesionados y daños materiales, así como las sanciones impuestas.

Apartado 12. Al ocurrir un accidente a cualquier vehículo amparado por concesión o permiso federal ya sea de servicio público o particular, precisamente dentro de las 24 horas siguientes el concesionario o permisionario remitirá directamente al Departamento de Tránsito Federal y Policía de Caminos, con copia para la delegación de tránsito en cuya jurisdicción haya tenido lugar el accidente, un informe sobre el mismo conteniendo los siguientes datos:

- En la esquina superior derecha de la hoja, el número progresivo que corresponda al accidente de los ocurridos al concesionario o permisionario durante el año de que se trate, fecha del accidente.
- Nombre y dirección del concesionario o permisionario.
- La identificación del vehículo o el número económico, marca y número del motor, tipo del vehículo, marca y número del remolque en su caso, capacidad autorizada del vehículo, año de fabricación de cada una de las secciones de que consta el mismo, número de la concesión o permiso de la ruta, descripción de la ruta concesionada.
- Identificación del pasaje o carga: número y nombre de los pasajeros, descripción y peso de la carga en su caso.
- Lugar exacto, fecha y hora del accidente.
- Descripción pormenorizada del accidente.
- Consecuencias del accidente.
- Atención que se prestó a los lesionados, al pasaje y carga en su caso.
- Causas del accidente.
- Identificación de la tripulación; sus nombres y direcciones, atribuciones de cada tripulante, especificando cual de ellos conducirá el vehículo al ocurrir el accidente.
- Identificación del conductor.
- Número y fecha de la última constancia de inspección del automóvil.
- Autoridades federales y locales que hayan tomado conocimiento del accidente.
- Medidas tomadas para la protección del vehículo o vehículos que sufrieron el accidente.

## VI. SOLUCION A PROBLEMAS VARIOS

Los datos que a continuación aparecen en cada problema, fueron obtenidos a través de aforos hechos en el lugar (en el estado de Yucatán) y también con auxilio del libro de datos viales de 1985 editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Estos datos servirán para obtener la tasa de incremento del tránsito, que a su vez servirá para hacer la proyección a 10 años en todas las carreteras que se analicen.

PROBLEMA 1. Carretera becal (Lim. Edos. Camp-Yucatán)-Xcan (Lim. Edos. Yuc-Q. Roo) Ruta Mex. 180.

Tramo Halacho-Uman-Mérida.							
	KM	TE	TDDPA		CLASIFICACION		
			1985	1986	A	B	C
Halacho	115.73	3	2450	2911	72%	06%	22%
T. Maxcanu	124.02	1	2050	2436			
T. Maxcanu	124.02	3	2000	2376			
T. Chochola	158.77	3	2350	2792			
Anillo Periférico	182.85	1	10760	12784			
Anillo Periférico	182.85	3	10270	12208			

Donde para todos los problemas :

- A = Automóviles
- B = Autobuses
- C = Se refiere a aquellos que tienen mas de dos ejes
- TE = Tipo de estación
- TDDPA = Tránsito diario promedio anual

Nota: El cálculo de la tasa de incremento para el tránsito solo se calculará para este problema y para los demás el procedimiento es el mismo.

SOLUCION.

1. Se obtiene la diferencia algebraica de los TDDPA y con esto tenemos varios incrementos, los cuales nos dan la suma total.

Año 1985	Año 1986	Suma Total
2450	2911	29880
2050	2436	35507
2000	2376	-----
2350	2792	65387
10760	12784	
10270	12208	
-----	-----	
29880	35507	

2 . Se efectúa la diferencia algebraica de los TDPA y así obtener los incrementos.

2450	2911	=	461
2050	2436		386
2000	2376		376
2350	2792		442
10760	12784		2024
10270	12208		1932
			-----
			5621

3 . Finalmente se obtiene "i"

$$i = \frac{\text{SUMATORIA DE LOS INCREMENTOS } 5620}{\text{SUMATORIA DEL TDPA } 65387} = 8.6 = 9 \%$$

#### ANALISIS.

Carretera Becal (Lim. Edos. Camp-Yucatán)-Xcan(Lim. Edos.Yuc-Q.Roo)  
Dicha carretera consta de 4 carriles, 2 en cada sentido, con carriles de 3.35 m. con acotamiento de 1.00 m.

#### DATOS:

Terreno plano

Camiones 20 %

Autobuses 5 %

Vp = 95 km/h ; donde Vp = Velocidad de Proyecto

VTA = 813 v/h ; donde VTA = Volúmen de Tránsito Actual

VT = 1925 (Para 10 años) ; donde VT = Volúmen de Tránsito

Fórmula para obtener el volúmen a 10 años

$$VTF = VTA (1+i)^n ; \text{ donde :}$$

i = Tasa de incremento de tránsito que para este problema es 9 %

n = Proyección que para todos los problemas es de 10 años

La fórmula que se utiliza es la siguiente :

$$Vs = 2000 (N)(V/C)(Wl)(Tl)(Bl) ; \text{ donde :}$$

Vs = Volúmen de servicio a como está operando la vía

N = Número de carriles en cada sentido

V/C = Relación volúmen de servicio-capacidad

Wl = Factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales

Tl = Factor de ajuste a un nivel de servicio dado, por vehículos pesados

Bl = Factor de ajuste para camiones. Fórmula  $100/(100-Pb+EbPb)$

#### CALCULO DE LOS FACTORES.

N = 2 Carriles  
V/C = 0.5 Como no dan distancias de visibilidad (tabla 6-D)  
Wl = 0.95 Para carretera de 4 carriles (tabla 6-B)  
Tl = 0.83 Con la fórmula Et (tabla 6-C) Et = 2.0  
Bl = 0.97 Con la fórmula Eb (tabla 6-C) Eb = 1.6

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(2)(0.5)(0.95)(0.83)(0.97) = 1530 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(813 \text{ v/h Volúmen actual}) < 1530 \text{ v/h}$$

Concluyendo : La carretera está operando a un nivel de servicio "C"

#### PROBLEMA 2.

Determinar el nivel de servicio a que opera el mismo problema anterior pero diferente tramo, que presenta las siguientes condiciones:

Tramo Umán-Halacho  
Carretera de 2 carriles, ambos sentidos  
Ancho de calzada de 7.10 m  
Carriles de 3.25 m c/u y acotamientos de 0.30 m ambos lados

#### DATOS

Vp = 80 km/h  
DVR = Distancia de visibilidad de rebase =  $\delta > 500 \text{ m} = 80 \text{ m}$   
Camiones = 22 %  
Autobuses = 6 %  
VTA = 164 v/h  
V Para dentro de 10 años = 390 v/h

#### CALCULO DE LOS FACTORES

N = 1.00  
V/C = 0.53 Tabla 6-E  
Wl = 0.61 Interpolando obstáculo ambos lados tabla 6-F  
Tl = 0.75 Con la fórmula tabla 6-G  
Bl = 0.94 Con la fórmula tabla 6-G

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(1)(0.53)(0.61)(0.75)(0.94) = 456 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(164 \text{ v/h Volúmen actual}) < 456 \text{ v/h}$$

Concluyendo : La carretera está operando a un nivel de servicio "C"

PROBLEMA 3.

Calcular el nivel de servicio en que opera la carretera Muna-Carrillo Puerto, en el tramo que comprende Muna-Lim. Edos. Yuc-Q. Roo

	KM	TE	TDPA		CLASIFICACION		
			1985	1986	A	B	C
Muna	0.00	3	1710	1958	73 %	6 %	21 %
Ticul	19.10	1	1780	2038			
Ticul	19.10	3	1730	1981			
Oxcutzcab	40.50	3	1920	2198			
Tekax	53.90	3	1220	1397			
Tzucacab	84.80	1	665	761			
Peto	103.10	3	350	401			

Para la obtención de "i" se sigue el mismo procedimiento que en el problema 1 y resulta una "i" = 7 %

ANALISIS

Tramo Umán-Muna-Tekax  
Carretera de 2 carriles, ambos sentidos; carriles de 3.25 m con acotamiento de 0.30 m en ambos lados.

DATOS

Terreno plano

V<sub>p</sub> = 80 k/h

DVR > 500 m = 80 %

Camiones = 21 %

Autobuses = 9 %

VTA = 162 v/h

V Para dentro de 10 años = 460 v/h

CALCULO DE LOS FACTORES

U = 1

V/C = 0.53 Tabla 6-E

W1 = 0.61 Interpolando tabla 6-F (obstáculo ambos lados)

T1 = 0.76 Tabla 6-G

B1 = 0.92 Tabla 6-G

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(1)(0.53)(0.61)(0.76)(0.92) = 452 \text{ v/h}$$

El resultado se compara con el VTA

(162 v/h Volúmen actual) < 452 v/h

Concluyendo: La carretera opera a un nivel de servicio "C"

**PROBLEMA 4.**

Determinar el nivel de servicio a que opera la misma carretera del mismo problema 3 para dentro de 10 años.

$$N = 1$$

$$V/C = 0.72 \text{ Con la D.V.R. tabla 6-E}$$

$$W1 = 0.61 \text{ Interpolando tabla 6-F (obstáculos ambos lados)}$$

$$T1 = 0.76 \text{ Tabla 6-G}$$

$$B1 = 0.92 \text{ Tabla 6-G}$$

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$Vsc = 2000(1)(0.72)(0.61)(0.76)(0.92) = 614 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años

$$(452 \text{ v/h para 10 años}) < 614 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera operará a un nivel de servicio "C"

**PROBLEMA 5**

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera Becal(Lim.Edos. Yuc-Camp)(Lim.Edos. Yuc-Q.Roo) en el tramo comprendido de Chichen Itzá-Xcan(Lim.Edos. Yuc-Q.Roo)

	KM	TE	TDPA		CLASIFICACION		
			1985	1986	A	B	C
T.Chichen Itzá	118.64	3	1770	2020	75 %	8 %	17 %
T.Chan Kom	127.00	1	1625	1931			
Kun Kunul	148.90	1	1300	1544			
Valladolid	160.68	1	1605	1907			
Valladolid	160.68	1	2285	2715			
Xcan	182.00	1		1711			
T.Chemax	189.79	1	1425	1693			
T.Chemax	189.79	3	1340	1592			

En este problema resulta una "i" = 9 %

**ANALISIS**

Carretera de dos carriles, ambos sentidos con carriles de 3.10 m, sin acotamiento.

**DATOS**

Terreno lomerío

$$VP = 80 \text{ km/h}$$

$$DVR > 500 \text{ m} = 60 \%$$

$$\text{Camiones} = 17 \%$$

$$\text{Autobuses} = 8 \%$$

$$VTA = 138 \text{ v/h}$$

$$VT \text{ Para dentro de 10 años} = 327 \text{ v/h}$$

**CALCULO DE LOS FACTORES**

N = 1  
 V/C = 0.47 Con DVR = 60 % tabla 6-E  
 W1 = 0.605 Interpolando tabla 6-F (obstáculos ambos lados)  
 T1 = 0.595 Terreno lomerío tabla 6-G  
 B1 = 0.810 Terreno lomerío tabla 6-G

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$Vsc = 2000(1)(0.47)(0.605)(0.595)(0.810) = 274 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(138 \text{ v/h Volúmen actual}) < 274 \text{ v/h}$$

Concluyendo : La carretera está operando a un nivel de servicio "C"

**PROBLEMA 6**

Calcular el nivel de servicio a que operará la carretera del mismo problema 5 para dentro de 10 años.

N = 1  
 V/C = 0.690 Tabla 6-F DVR = 60 %  
 W1 = 0.605  
 T1 = 0.595  
 B1 = 0.810

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$Vsc = 2000(1)(0.69)(0.605)(0.595)(0.81) = 402 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años

$$(327 \text{ v/h para 10 años}) < 402 \text{ v/h}$$

Concluyendo : La carretera operará a un nivel de servicio "C".

**PROBLEMA 7**

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera Mérida-Dzilam De Bravo en el tramo comprendido entre Mérida-Cansahcab.

	KM	TE	TDPA 1985	TDPA 1986	CLASIFICACION		
					A	B	C
Mérida	0.00	3	3571	4166	78 %	3 %	19 %
Conkal	18.00	3	2550	2974			
Mococha	26.00	3	2560	2986			
Motul	44.00	1	2195	2554			
Motul	44.00	3	1595	1860			
Suma	59.00	3	2210	2578			
Cansahcab	68.00		480	560			

En este problema resulta una  $i = 7 \%$

#### ANALISIS

Carretera de 2 carriles, ambos sentidos, con carriles de 3.05 m, sin acotamientos.

#### DATOS

Terreno plano

$V_p = 80 \text{ km/h}$   
 $DVR > 500 \text{ m} = 60 \%$   
Camiones = 19 %  
Autobuses = 3 %  
 $VTA = 188 \text{ v/h}$   
 $VT = 406 \text{ v/h para dentro de 10 años}$

#### CALCULO DE LOS FACTORES

$N = 1$   
 $V/C = 0.47$  Tabla 6-E con  $DVR = 60 \%$   
 $W1 = 0.57$  Tabla 6-F obstáculo ambos lados  
 $T1 = 0.78$  Tabla 6-G fórmula  $E_t = 2.5$   
 $B1 = 0.97$  Tabla 6-G fórmula  $E_b = 2.0$

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = (2000)(1)(0.47)(0.57)(0.78)(0.97) = 405 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(188 \text{ v/h Volumen actual}) < 405 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera está operando a un nivel de servicio "C".

#### PROBLEMA 8

Calcular el nivel de servicio a que operará la carretera del mismo problema 7 para dentro de 10 años

#### CALCULO DE LOS FACTORES

$N = 1$   
 $V/C = 0.47$   
 $W1 = 0.57$   
 $T1 = 0.78$   
 $B1 = 0.97$

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(1)(0.47)(0.57)(0.78)(0.97) = 405 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a los 10 años.  
(406 v/h para 10 años) Casi es igual a 405 v/h



Concluyendo: La carretera operará a un nivel de servicio "C" muy proximo al "D".

#### PROBLEMA 9

Determinar el nivel a que opera la carretera Cansahcab-Tizimin en el tramo comprendido entre Cansahcab-Tizimin

	KM	TE	TDPA	TDPA	CLASIFICACION		
			1985	1986	A	B	C
Cansahcab	0.00				73 %	3 %	24 %
Buctzotz	32.90	1	1360	1586			
Huctzotz	32.90	3	855	997			
T.Cenotillo	63.30	1	740	863			
T.Sucila	83.00	1	885	1032			
T.Sucila	83.00	3	820	956			
Tizimin	94.14	1	835	914			

En este problema resulta una  $i = 8 \%$

#### ANALISIS

Carretera de 2 carriles, ambos sentidos, con carriles de 3.05 m, sin acotamientos.

#### DATOS

Terreno plano

DVR > 500 m = 60 %

Vp = 80 km/h

Camiones = 24 %

Autobuses = 3 %

VTA = 100 v/h

VT = 214 v/h para dentro de 10 años

#### CALCULO DE LOS FACTORES

N = 1

V/C = 0.47 Tabla 6-E con DVR = 60 %

Wl = 0.57 Tabla 6-F obstáculo ambos lados

Tl = 0.74 Tabla 6-C con la fórmula Et = 2.5

B1 = 0.97 Tabla 6-G con la fórmula Eb = 2.0

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$V_{sc} = 2000(1)(0.47)(0.57)(0.74)(0.97) = 385 \text{ v/h}$

Este resultado se compara con el VTA

(100 v/h Volumen actual) < 385 v/h

Concluyendo: La carretera está operando a un nivel de servicio "C".

### PROBLEMA 10

Determinar el nivel de servicio a que operará la carretera del mismo problema 9 para dentro de 10 años.

#### CALCULO DE LOS FACTORES

N = 1  
V/C = 0.47  
W1 = 0.57  
T1 = 0.74  
B1 = 0.97

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(1)(0.47)(0.57)(0.74)(0.97) = 385 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años.

(214 v/h para 10 años) < 385 v/h

Concluyendo: La carretera operará a un nivel de servicio "C".

### PROBLEMA 11

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera Escárcega (Lim. Edos. Camp-Yuc.)-Progreso, en el tramo comprendido entre Mérida-Progreso.

	KM	TE	TDPA	TDPA	CLASIFICACION		
			1985	1986	A	B	C
Mérida	0.00	3	7136	8792	88	2	10
T. Temozón	13.00	3	6960	8575			
T. Komchen	15.50	1	4525	5575			
T. Komchen	15.50	3	4270	5261			
Progreso	36.00						

En este problema resulta una  $i = 11 \%$

#### ANALISIS

Carretera de 4 carriles, 2 en cada sentido, con carriles de 3.05 m con acotamientos de 0.60 m ambos lados.

#### DATOS

Terreno plano

Camiones = 10 %

Autobuses = 2 %

$V_p = 95 \text{ km/h}$

VTA = 549 v/h

VT = 1559 v/h para dentro de 10 años

#### CALCULO DE LOS FACTORES

$$N = 2$$

$$V/C = 0.50 \text{ Cuando se dan DVR tabla 6-D}$$

$$Wl = 0.86 \text{ Tabla 6-B con acotamientos de 0.60 m ambos lados}$$

(Distancia de la orilla del carril al obstáculo)

$$Tl = 0.91 \text{ Tabla 6-G}$$

$$Bl = 0.99 \text{ Tabla 6-G}$$

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$Vsc = 2000(2)(0.5)(0.86)(0.91)(0.99) = 1550 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(549 \text{ v/h Volumen actual}) < 1550 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera está operando a un nivel de servicio "C".

#### PROBLEMA 12

Determinar el nivel de servicio a que operará la carretera del mismo problema 11 para dentro de 10 años.

#### CALCULO DE LOS FACTORES

$$N = 2$$

$$V/C = 0.85 \text{ Tabla 6-E}$$

$$Wl = 0.86$$

$$Tl = 0.91$$

$$Bl = 0.99$$

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "D"

$$Vsc = 2000(2)(0.85)(0.86)(0.91)(0.99) = 2634 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años

$$(1559 \text{ v/h para 10 años}) < 2634 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera operará a un nivel de servicio "D".

#### PROBLEMA 13

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera Anillo Periférico (Mérida-Progreso) - San Ignacio, que presenta las siguientes características:

Carretera de 4 carriles, 2 en cada sentido con faja separadora central; carriles de 3.5 m, acotamientos de 2.0 m y la distancia libre lateral a la barrera central de 0.60 m.

#### DATOS

Vp = 95 km/h  
FhMD = 0.83  
Terreno plano  
Camiones = 10 %  
Autobuses = 2 %  
VTA = 442 v/h  
VT = 1255 v/h a 10 años

#### CALCULO DE LOS FACTORES

N = 2  
V/C = 0.25 Tabla 6-A  
W1 = 0.97 Tabla 6-B a 0.60 m (Obstaculos a un lado de un sentido de circulacion)  
T1 = 0.91 Tabla 6-C Con la formula Et = 2.0  
B1 = 0.99 Tabla 6-C Con la formula Eb = 1.6

Sustituyendo en la formula para un nivel de servicio B

$$V_{sb} = 2000(2)(0.25)(0.97)(0.91)(0.99) = 873 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(442 \text{ v/h Volumen actual}) < 873 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera opera a un nivel de servicio B

#### PROBLEMA 14

Determinar el nivel de servicio a que operará la carretera del mismo problema 13 para dentro de 10 años.

#### DATOS

N = 2  
V/C = 0.37 Tabla 6-A 0.48 x 0.83 = 0.37  
W1 = 0.97  
T1 = 0.91  
B1 = 0.99

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(2)(0.37)(0.97)(0.91)(0.99) = 1293 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años

$$(1225 \text{ v/h Volúmen dentro de 10 años}) < 1293 \text{ v/h}$$

Concluyendo : Esto quiere decir que la carretera operará muy próxima al nivel de servicio "D".

### PROBLEMA 15

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera "San Ignacio-Entronque Chelem" la cual presenta las siguientes condiciones :

Carretera de 4 carriles, 2 en cada sentido con faja separadora central, carriles de 3.50 m, acotamientos de 2.0 m y la distancia libre lateral de 0.60 m.

#### DATOS

Vp = 95 km/h  
FHMD = 0.81  
Terreno plano  
Camiones = 10 %  
Autobuses = 2 %  
VT = 934 v/h a 10 años

#### CALCULO DE LOS FACTORES

N = 2  
V/C = 0.25 Tabla 6-A  
W1 = 0.97 Tabla 6-B  
T1 = 0.91 Tabla 6-C con la fórmula Et = 2  
B1 = 0.99 Tabla 6-C con la fórmula Eb = 1.6

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "B"

$$V_{sb} = 2000(2)(0.25)(0.97)(0.91)(0.99) = 873 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VTA

$$(329 \text{ v/h Volumen actual}) < 873 \text{ v/h}$$

Concluyendo: La carretera está operando a un nivel de servicio "B".

### PROBLEMA 16

Determinar el nivel de servicio a que opera la carretera del mismo problema 15 para dentro de 10 años.

#### DATOS

N = 2  
V/C = 0.36 Tabla 6-A  $0.45 \times 0.81 = 0.36$   
W1 = 0.97  
T1 = 0.91  
B1 = 0.99

Sustituyendo en la fórmula para un nivel de servicio "C"

$$V_{sc} = 2000(2)(0.36)(0.97)(0.91)(0.99) = 1258 \text{ v/h}$$

Este resultado se compara con el VT a 10 años  
(934 v/h Volumen dentro de 10 años) < 1258 v/h

Concluyendo: La carretera operará a un nivel de servicio "C".

CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c)a				VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h (TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SENTIDO)																		
NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCION DE OPERACION	VELOCIDAD DE OPERACION (km/h)	VALOR LIMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h.			VALOR APROXIMADO DE CUALQUIER NUMERO DE CARRILES con velocidad de proyecto ponderado de																		
			4 CARRILES dos para cada sentido	6 CARRILES tres para cada sentido	8 CARRILES cuatro para cada sentido	95 km/h	80 km/h	4 CARRILES dos por cada sentido	6 CARRILES tres por cada sentido	8 CARRILES cuatro por cada sentido	IPARA CADA CARRIL ADICIONAL A CUATRO CARRILES EN UNA DIRECCION													
A	FLUJO LIBRE	≥ 95	≥ 0.35	≥ 0.40	≥ 0.43	— b	— b	1400	2400	3400	1000													
B	FLUJO ESTABLE Vel. sup. del flujo	≥ 90	≥ 0.50	≥ 0.58	≥ 0.63	≥ 0.25	— b	2000	3500	5000	1500													
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)c						0.77	0.83	0.91	1.00	0.77	0.83	0.91	1.00											
C	FLUJO ESTABLE	≥ 80	0.75 x FHMD	0.83 x FHMD	0.88 x FHMD	0.5 x FHMD	— b	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4700	5100	5500	6000	6600	1400	1500	1600	1800	
D	FLUJO COMO AL INESTABLE	≥ 65	0.90 x FHMD			0.82 x FHMD	0.5 x FHMD	— b	3000	3300	3600	3900	4150	4500	4900	5400	5600	6000	6600	7200	1400	1500	1600	1800
E	FLUJO INESTABLE	50-55 <sup>e</sup>	—			1.00	—	—	4000 <sup>f</sup>	6000 <sup>f</sup>	6000 <sup>f</sup>	2000 <sup>f</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F	FLUJO FORZADO	— 50	NO SIGNIFICATIVO				MUY VARIABLE (desde cero hasta la capacidad)																	

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

TABLA 6A. NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA AUTOPISTAS Y VIAS RAPIDAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTACULO  (m)	FACTOR DE AJUSTE, W, POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES							
	OBSTACULOS A UN LADO UN SENTIDO DE CIRCULAR				OBSTACULOS AMBOS LADOS UN SENTIDO DE CIRCULAR			
	CARRILES EN METROS				CARRILES EN METROS			
	3.65	3.35	3.05	2.75	3.65	3.35	3.05	2.75
CARRETERA DIVIDIDA DE 4 CARRILES								
1.80	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
1.20	0.99	0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
0.60	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0.00	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
CARRETERA DIVIDIDA DE 6 Y 8 CARRILES								
1.80	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
1.20	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
0.60	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
0.00	0.94	0.81	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

**TABLA 6.B.** EFECTO COMBINADO DEL ANCHO DE CARRIL Y DE LA DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES SOBRE LA CAPACIDAD Y LOS VOLUMENES DE SERVICIO DE AUTOPISTAS Y VIAS RAPIDAS CON CIRCULACION CONTINUA.



NIVEL DE SERVICIO		EQUIVALENTE, PARA:		
		TERRENO PLANO	TERRENO LOMERIO	TERRENO MONTAÑOSO
A		Muy variable; a este nivel uno o más camiones tienen la misma influencia sobre el volumen de servicio.		
B	E <sub>A</sub> PARA CAMIONES	2	4	8
HASTA E	E <sub>B</sub> PARA AUTOBUSES	1.6	3	5

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

**TABLA 6. C. VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTES POR CAMION Y POR AUTOBUS PARA TRAMOS LARGOS DE AUTOPISTAS, VIAS RAPIDAS Y CARRETERAS DE CARRILES MULTIPLES.**

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c)			VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES INCLUYE VEL. DE PROYECTO DE 110 km/h (Total de vehículos ligeros por hora en un sentido)		
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION <sup>a</sup> (km/h)	VALOR LIM. PARA VEL. DE PROY. PONDERADA DE 110 km/h <sup>a</sup>	VALOR APROXIMADO PARA UNA VEL. DE PROYECTO PONDERADA DE:		CARRETERA DE 4 CARRILES (2 por sentido)	CARRETERA DE 6 CARRILES (2 por sentido)	CADA CARRIL ADICIONAL
				95 km/h	80 km/h			
A	FLUJO LIBRE	$\geq 95$	$\leq 0.30$	b	b	1200	1500	600
B	FLUJO ESTABLE (Vel. sup.)	$\geq 90$	$\leq 0.50$	$\leq 0.20$	b	2000	3000	1000
C	FLUJO ESTABLE	$\geq 70$	$\leq 0.75$	$\leq 0.50$	$\leq 0.25$	3000	4500	1500
D	APROX. AL INESTABLE	$\geq 55$	$\leq 0.90$	$\leq 0.85$	$\leq 0.70$	3600	5400	1800
E <sup>c</sup>	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	$\leq 1.00$			4000	6000	2000
F	FLUJO FORZADO	< 50 <sup>d</sup>	NO SIGNIFICATIVO <sup>e</sup>			MUY VARIABLE (DE CERO A LA CAPACIDAD)		

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

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

c. Capacidad.

d. Aproximadamente.

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

TABLA 6 D. NIVELES Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA CARRETERAS DE CARRILES MULTIPLES, BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRAFICO		DISTANCIA DE VISIBILIDAD (DE 50 m. (%))	VOLUMEN DE SERVICIO - CAPACIDAD					VOL. DE SERVICIO MAX. CONDICIONES IDEALES INCL. VEL. DE PROYEC. DE 110 km/h <sup>a</sup>	
	DES- CRIPCION	VEL. DE TRAFIC <sup>d</sup> (km/h)		VAL. LIM <sup>a</sup> PARA VEL. DE 110 km/h	VALOR PARA UNA VELOC. DE PROYECTO <sup>b</sup> DE:					
					95	90	70	65		55
				km/h	km/h	km/h	km/h	km/h		
A	FLUJO LIBRE	95	100	0.20						400
			80	0.18						
			60	0.15						
			40	0.12						
			20	0.08						
0	0.03									
B	FLUJO ESTABLE (Velocidad superior del rango)	80	100	0.45	0.40					900
			80	0.42	0.35					
			60	0.38	0.30					
			40	0.34	0.24					
			20	0.30	0.18					
0	0.24	0.12								
C	FLUJO ESTABLE	65	100	0.70	0.66	0.56	0.51			1400
			80	0.68	0.61	0.53	0.46			
			60	0.65	0.56	0.47	0.41			
			40	0.62	0.51	0.38	0.33			
			20	0.59	0.45	0.28	0.22			
0	0.54	0.38	0.18	0.12						
D	FLUJO FIJOCIMO AL INESTABLE	55	100	0.85	0.83	0.75	0.67	0.58		1700
			80	0.84	0.81	0.72	0.62	0.56		
			60	0.83	0.79	0.69	0.57	0.51		
			40	0.82	0.76	0.66	0.52	0.45		
			20	0.81	0.71	0.61	0.44	0.36		
0	0.80	0.66	0.51	0.30	0.19					
E	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	NOTES APLIC <sup>e</sup>	1.00					2000	
F	FLUJO FORZADO	50 <sup>d</sup>	NOTES APLIC <sup>e</sup>	NO SIGNIFICATIVO					MUY VARIA RE. H	

- a.-La velocidad de operación y la relación v/c son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben satisfacerse en cualquier de terminación de nivel.
- b.- Cuando el espacio esté en blanco, la velocidad de operación requerida para este nivel es inalcanzable aun volúmenes bajos.
- c.-Capacidad
- d.-Aproximadamente
- e.-No hay rebase
- f.-La relación volumen de demanda-capacidad puede exceder el valor de 1.00 indicando que hay sobrecarga.
- g.- Total de vehículos ligeros por hora en ambas direcciones.
- h.- Desde cero hasta la capacidad.

TABLA 6 E NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES BAJO CONDICIONES DE FLUJO CONTINUO

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTACU LO (m)	FACTORES DE AJUSTE <sup>a</sup> $W_L$ Y $W_C$ POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES.															
	OBSTACULOS A UN SOLO LADO <sup>b</sup>								OBSTACULOS EN AMBOS LADOS <sup>b</sup>							
	CARRILES EN METROS															
	3.65		3.35		3.05		2.75		3.65		3.35		3.05		2.75	
NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		
B		E <sup>c</sup>		B		E <sup>c</sup>		B		E <sup>c</sup>		B		E <sup>c</sup>		
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.75	1.00	1.00	0.88	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.96	0.97	0.83	0.85	0.74	0.79	0.69	0.74	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70	0.81	0.85	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0.00	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66	0.70	0.76	0.60	0.67	0.54	0.52	0.49	0.58

- a.- Factores de ajuste  $W_C$  para el nivel "E" (Capacidad) y  $W_L$  para nivel "B": interpolar para otros niveles.
- b.- Incluye el efecto del tránsito en sentido contrario
- c.- Capacidad

**TABLA 6.F** EFECTO COMBINADO DEL ANCHO DE CARRIL Y DE LA DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES SOBRE LA CAPACIDAD Y LOS VOLUMENES DE SERVICIO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES BAJO CONDI - CIONES DE CIRCULACION CONTINUA.

EQUIVALENTE	NIVEL DE SERVICIO	EQUIVALENTE, PARA:		
		TERRRENO PLANO	TERRRENO LOMERIO	TERRRENO MONTAÑOSO
E <sub>T</sub> PARA CAMIONES	A	3	4	7
	B Y C	2.5	5	10
	D Y E	2	5	12
F PARA AUTOBUSES	Todos los niveles	2	4	6

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

**TABLA 6. G VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTE POR CAMION Y POR AUTOBUS EN TRAMOS LARGOS DE CARRETERAS DE DOS CARRILES.**

## DISTANCIA DE VISIBILIDAD

En el caso del alineamiento horizontal y vertical

$$1. D_p = 0.278 Vt + \frac{V^2}{254 (f+p)}$$

Donde :

- D<sub>p</sub> = Distancia de visibilidad de parada (m)
- 0.278 = Factor de conversión K, de km/h a m/seg.
- V = Velocidad del vehículo (km/h)
- T = Tiempo de reacción (2.5 seg)
- f = Coeficiente de fricción longitudinal
- p = Pendiente de la carretera

En el caso que existan pendientes muy fuertes, se corrige la distancia de visibilidad de parada con la expresión siguiente:

$$1a. AD_p = \frac{V^2}{254 (f+o-p)} - \frac{V^2}{254 f}$$

$$2a. D_r = 4.545 V$$

Donde :

- D<sub>r</sub> = Distancia de rebase (m)
- V = Velocidad del vehículo (km/h)
- Cuando V > 0 = 110 km/h, se considera que D<sub>r</sub> = 500 m

### EJEMPLO

Se desea determinar la distancia de visibilidad de parada y rebase en una vfa a nivel, con los siguientes datos :

- V = 92 km/h
- f = 0.295
- p = 0

### SOLUCION

$$D_p = 0.278 (92 \text{ km/h})(2.5 \text{ seg}) + \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.295+0)} = 63.94 + 112.96$$

$$D_p = 176.90 \text{ m}$$

$$D_r = 4.545(92 \text{ km/h}) = 418.14 \text{ km/h}$$

## EN EL CASO DE INTERSECCIONES

- A).- Sin dispositivos de control, cuando los vehículos hacen alto total se emplea la expresión 1, utilizada en el alineamiento horizontal y vertical.
- B).- Con dispositivos de control en el acceso secundario, cuando los vehículos cruzan el camino principal después de hacer alto

$$1. D_p = 0.278 V (J + t_a)$$

Donde :

$D_p$  = Distancia mínima de visibilidad a lo largo de la carretera principal desde la intersección, (m).

$V$  = Velocidad de proyecto de la vía principal (km/h)

$J$  = Suma del tiempo de reacción y del tiempo requerido para aplicar la velocidad o para engranar una transmisión automática ( $J = 2$  seg.)

$T_a$  = Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia  $S$ , cruzando la vía principal en segundos. Se determina con la gráfica de la figura 1.

La distancia  $S$  se calcula con la expresión siguiente:

$$S = D + W + L$$

Donde :

$D$  = Distancia entre el frente del vehículo parado y la orilla de la calzada ( $D = 3$  m).

$W$  = Ancho de la calzada de la vía principal ( $W =$  número de carriles  $\times 3.65$  m).

$L$  = Longitud del vehículo.

## EJEMPLO

Determinar la distancia de visibilidad de parada y rebase en una vía que posee pendiente fuerte y los siguientes datos:

$$V = 92 \text{ km/h}$$

$$f = 0.295$$

$$p = 0.020$$

## SOLUCION

$$AD_p = \frac{(92 \text{ km/h})^2}{252(0.295 + 0.020)} - \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.295)}$$

$$(+)\ AD_p = \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.315)} - \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.295)} = - 7.172$$

$$(-) ADp = \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.275)} - \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.295)} = 8.215$$

$$Dp = 0.278(92)(2.5) + \frac{(92 \text{ km/h})^2}{254(0.275)} + 8.215 = 193.33 \text{ m}$$

$$Dr = 4.545 (92 \text{ km/h}) = 418.14 \text{ km/h}$$

#### EJEMPLO

Determinar la distancia de visibilidad de parada en una intersección con dispositivos de control en el acceso secundario, con los datos siguientes :

V = 92 km/h en la vía principal

f = 3 carriles en la vía principal. Longitud del vehículo = 4.25 m

L = 3.35 m

S = 3 m + 3(3.35 m) + 4.25 m = 17.30 m

Dp = 0.275(92 km/h)(2 seg. + ta)

En gráfica 1 ta = 5

SUSTITUYENDO :

$$Dp = 0.278(92 \text{ km/h})(2 \text{ seg.} + 5) = 179.03 \text{ m}$$

#### PROBLEMA

En subida de Indios Verdes, cuando se descompone algún camión, se congestiona la arteria a tal grado que se forman grandes colas, ocasionando que muchos usuarios lleguen tarde a sus respectivas labores.

#### POSIBLES SOLUCIONES

- No permitir el tránsito de camiones con carga.
- Desviar a los camiones pesados por Av. Centenario.

#### PROBLEMA

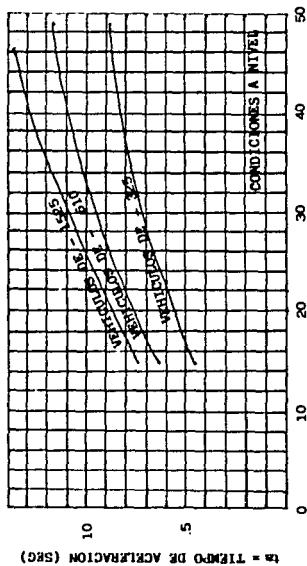
En la subida por Río Consulado, surgen problemas de congestionamiento y grandes accidentes, ocasionados por los camiones que no alcanzan a subir.

#### POSIBLE SOLUCION

- No circular estos vehículos por esta arteria desviándolos por la Av. Norte 172.



FIG. 1 PROGRAMA PARA DISTANCIA DE VISIBILIDAD  
(EDITADO POR COVITUR)



S = DISTANCIA DURANTE LA ACERLACION (M)

## PROBLEMA

Los accidentes que se presentan en "La Curva del Diablo", son debido a que es una curva en forma de L y el puente es muy angosto (esta curva se localiza rumbo a Sosa Texcoco).

## POSIBLES SOLUCIONES

- Ampliar el puente.
- Instalar indicadores de curva peligrosa.

## PROBLEMA

Las grandes cantidades de todo tipo de vehículos, bicicletas, motocicletas, etc., ocasionan que las grandes vialidades dentro de poco tiempo alojarán grandes volúmenes vehiculares, algunos estarán operando a un nivel de servicio "D"; esto indica que se les tendrá que hacer mejoras de inmediato. Por tal motivo es necesario que se planifique en esta actividad para que la solución elegida se realice a tiempo y no cuando se esté viviendo el problema, para que no suceda lo mismo que la construcción de los ejes viales, como es bien sabido por todos, ocasionaron grandes problemas; se resolvió un poco el problema de vialidad, pero en cambio se presentaron otros como fueron: la demolición de grandes manzanas de casas, desviación de obras como tuberías de petróleo, desviación de torres de alta tensión, etc.

Dentro de poco tiempo la ciudad tendrá muchos problemas de vialidad ya que los ejes no se darán abasto, por ello nos permitimos dar un mensaje con el fin de que de alguna manera sirva a las autoridades respectivas para tomar en cuenta la intención de querer mejorar el país.

La idea que de alguna manera deseamos hacer llegar por medio de nuestro trabajo es la siguiente: que las vialidades no deben ya desarrollarse en forma horizontal ya que esto no resuelve el problema, sino que se procure crezcan en forma vertical, resolviendo con ello el problema de vialidad que cada día se agudiza más.

## DESVIADEROS

El uso de desviaderos para mejorar el nivel de servicio en carreteras de dos carriles en ambos sentidos, es más frecuente en lomerío y terreno montañoso en el oeste de los Estados Unidos. Los desviaderos son tramos cortos de un tercer carril añadido a uno y otro lado de la carretera, para vehículos lentos en filas apartadas del camino principal, permitiendo el rebase a vehículos más rápidos.

Los desviaderos se usan satisfactoriamente tanto en ascensos como en descensos, asimismo en terreno a nivel para mejorar el flujo de

tránsito. Es legalmente requerido el impedimento a los automovilistas a usar desviaderos en donde, bajo ciertas condiciones prescritas es prohibitivo, lo cual varía según el Estado.

Un estudio reciente de las características operacionales reveló que actualmente pocos conductores se detienen en los desviaderos; varias conclusiones adicionales deducidas de este estudio fueron las siguientes:

1. Los desviaderos son seguros cuando se utilizan apropiadamente.
2. Una serie de desviaderos a intervalos regulares puede proporcionar considerable reducción en la demora.
3. Los desviaderos no sustituyen a un carril de rebase o de ascenso de longitud adecuada.
4. Cerca del 10 por ciento de todos los guías de filas usan apropiadamente los desviaderos designados.
5. Grandes vehículos tienden a evitar los desviaderos.

Los desviaderos son un tratamiento corto, pero funcional contra causas irritantes de demora operacional. Un estado del Oeste recomienda que la longitud de los desviaderos varíe de acuerdo a la velocidad de acceso.

Las velocidades aproximadas de los usuarios potenciales del desviadero varía con el tránsito prevaleciente, con las condiciones del camino y difieren entre ascensos y descensos.

Longitudes de desviaderos de más de 500 pies se usan solamente en descensos que exceden el tres por ciento, en donde se espera que existan grandes velocidades. Nunca se diseñan longitudes mayores de 600 pies, ya que los conductores intentan utilizarlos equivocadamente como carriles de rebase.

## CONCLUSIONES

El presente documento trata algunos aspectos importantes en la Ingeniería de Tránsito. Aspectos que representan el inicio para el buen funcionamiento vehicular de cualquier localidad ya sea rural o urbana y que presenta un mínimo de difusión en relación con el resto de las ramas de la Ingeniería Civil.

Dada la importancia de esta rama, se buscó realizar un trabajo que sea una fuente de información útil para la elaboración de proyectos o estudios relacionados con la Ingeniería de Tránsito. Se pretende sea un instrumento de consulta para todo tipo de personas: conductores de vehículos, agentes de tránsito o peatones; con la finalidad de brindar orientación en Educación Vial.

Asimismo se pretende sea una fuente accesible de consulta para cualquier persona interesada y autorizada en conocer detalles y pormenores para proponer posibles mejoras que coadyuven a obtener resultados óptimos en la realización de proyectos relacionados con la Ingeniería de tránsito.

Así, este trabajo garantiza un fácil manejo y en su aplicación, buena conservación por varios años; con excepción de los problemas contenidos en el capítulo VI, los cuales se calcularon con el método tradicional (método antiguo), existiendo actualmente un nuevo para obtener la capacidad de funcionamiento en cualquier carretera, pero por razones de traducción aún no se ha implantado.

Por último, cabe hacer notar que en dicho capítulo se tratan algunos ejemplos que determinan la capacidad de operación de una vía, no son todos pero sí los más importantes y frecuentes que se presenten.

## BIBLIOGRAFIA

- INGENIERIA DE TRANSITO.  
Rafael Cal y Mayor.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A. México.
- METODOS ESTADISTICOS EN INGENIERIA DE TRANSITO.  
Johannes F. Schwar - José Puy Huarte.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería de Tránsito.
- LOS SEMAFOROS Y EL CONTROL DINAMICO DEL TRANSITO.  
R. Aldape Cantú - J. García Ramón - J. Jalle Alari - L. Domínguez Pommerencke.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A.
- MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS.  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Servicios Técnicos.
- MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.  
Paul C. Box - Joseph C. Oppenlander.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A.
- MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑO URBANO.  
Jan Bazant S.  
Editorial Trillas S. A.
- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.  
Secretaría de Asentamientos Urbanos y Obras Públicas.
- LEYES SOBRE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (Tomo I y II).  
Ediciones Andrade S. A.
- LIBROS DE DATOS VIALES (Diferentes años).  
Dirección General de Servicios Técnicos (SCT).
- PROGRAMA PARA DISTANCIA DE VISIBILIDAD (Boletín # 1).  
Departamento del Distrito Federal.  
Secretaría de Obras y Servicios.  
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR).