



**SUBSECRETARIA DE DESARROLLO
URBANO Y ORDENACION DEL TERRITORIO**

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACION DEL TERRITORIO

**PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA
EN TRANSPORTE URBANO PARA LAS
CIUDADES MEDIAS MEXICANAS**

MANUAL NORMATIVO

TOMO IV

Manual de Diseño Geométrico de Vialidades

PREFACIO

Este documento forma parte de un conjunto de manuales desarrollados con el fin de orientar y auxiliar a las instituciones responsables a nivel central, estatal y municipal en las tareas inherentes a los procesos de solución de los problemas de transporte urbano en las ciudades medias mexicanas.

Partiendo del concepto de que es necesario investigar y analizar los problemas de transporte urbano de manera integral, se ha desarrollado una metodología de trabajo que considera cinco áreas de acción: **desarrollo institucional, vialidad y tránsito, mantenimiento vial, transporte público e impacto ambiental**. El estudio exhaustivo de estas áreas abarca diferentes aspectos, mismos que son contemplados en los manuales desarrollados, los que se recomienda utilizar como guía primero y como herramientas después, en los procesos de análisis de los problemas del transporte urbano en las ciudades.

Es importante señalar que estos manuales, a pesar de ser independientes entre sí, mantienen a la vez una estructura coherente como conjunto, dado que son piezas a ser utilizadas integralmente para el logro de la meta central: el mejoramiento de la calidad de vida de las ciudades a través de uno de sus elementos esenciales, el transporte urbano.

El conjunto de manuales está formado por los siguientes tomos:

- I Resumen Ejecutivo de los Manuales Normativos en Transporte Urbano**
- II Conceptos y Lineamientos para la Planeación del Transporte Urbano**
- III Desarrollo Institucional**
- IV Diseño Geométrico de Vialidades**
- V Operación del Transporte Público**
- VI Elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos**
- VII Evaluación Socioeconómica**
- VIII Impacto Ambiental en Estudios de Transporte Urbano**
- IX Guía Metodológica de Muestreo, Monitoreo y Análisis de Contaminación del Aire por Fuentes Móviles y por Ruido en Estudios de Transporte Urbano**
- X Identificación y Evaluación del Impacto al Entorno, derivado de Obras de Infraestructura de Vialidad y Transporte Urbano**
- XI Conceptualización de Proyectos Ejecutivos**
- XII Estudios de Ingeniería de Tránsito**
- XIII Manual Técnico de Normas, Seguimiento y Control de Obras de Vialidad y Transporte Urbano:**
 - Libro 1.- Ejecución y Control de Calidad de Obras Viales**
 - Libro 2.- Conservación de Obras Viales**
 - Libro 3.- Seguimiento y Control de Obras Viales**
- XIV Manual de Administración de Pavimentos en Vialidades Urbanas**

Para saber el contenido de un manual específico, así como para entender cómo se integran los diversos elementos del proceso que conduce, desde la observación de un problema de transporte urbano hasta la formulación de planes y programas de acción para resolverlo, se recomienda leer el **Tomo I: Resumen Ejecutivo de los Manuales Normativos en Transporte Urbano**.

CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE UNA RED.....	3
1 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	3
1.1 Conceptos de la Red	3
1.2 La Movilidad Vs. el Acceso	3
1.3 Tipos de Clasificación.....	4
1.4 Las Clases en la Jerarquización Funcional	4
2 NORMAS PARA EL PROYECTO DE UNA RED	8
CAPÍTULO III. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE VIALIDADES URBANAS.....	11
1 VEHÍCULO DE PROYECTO.....	11
2 VELOCIDAD DE PROYECTO.....	14
3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	16
4 ALINEAMIENTO VERTICAL	17
4.1 Pendientes.....	17
4.2 Curvas Verticales.....	18
4.2.1 Curvas Verticales en Cresta	19
4.2.2 Curvas Verticales en Columpio.....	19
5 SECCIONES TRANSVERSALES	20
5.1 Tipos de Secciones	20
5.1.1 Sección Sencilla	20
5.1.2 Sección Separada	21
5.1.3 Sección Compuesta.....	22
5.1.4 Sección de Perfil Vertical Continuo Discontinuo	25
5.2 Elementos de Diseño.....	26
5.2.1 Ancho de Arroyos y Carriles	26
5.2.2 Ancho de Camellones.....	26
5.2.3 Pendientes Transversales	27
5.2.4 Espacio Libre Lateral.....	27
5.2.5 Visibilidad	27
6 CURVAS HORIZONTALES	28
7 GALIBO VERTICAL.....	29
8 GUARNICIONES	29
9 BANQUETAS.....	30
10 TOPES	30
10.1 Introducción.....	30
10.2 Los Topes como un Control de la Velocidad.....	31
10.2.1 Vías Locales	32
10.3 Diseño de Topes.....	32
CAPÍTULO IV. INTERSECCIONES A NIVEL.....	35
CAPÍTULO V. INTERSECCIONES A DESNIVEL	37
BIBLIOGRAFIA	39

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En el proceso de implantar programas para el mejoramiento y modernización de la infraestructura vial en varias ciudades medias, la Secretaría de Desarrollo Social, que en lo sucesivo se denominará SEDESOL, ha observado que muchos proyectos se encuentran diseñados con estándares inapropiados y a veces inconsistentes, lo que a menudo da como resultado vías ineficientes y peligrosas.

Existen serias diferencias en los requerimientos para proyectar vías urbanas e interurbanas, razón por la cual la SEDESOL ha desarrollado este documento para llenar las necesidades de un manual con procedimientos estándares apropiados para el desarrollo de la infraestructura vial en ciudades mexicanas. La intención de la SEDESOL es que todos los proyectos de vialidades urbanas que reciben financiamiento de alguna fuente crediticia, ya sea interior o exterior, se proyecten de acuerdo con los procedimientos descritos en este Manual de Diseño Geométrico de Vialidades Urbanas.

El principal documento técnico que ha seguido durante muchos años la ingeniería profesional en México para proyectar vías ha sido el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) durante los años setentas y revisado en 1991. Este manual cubre casi todos los aspectos del proyecto de carreteras en términos de rutas interurbanas y continuará siendo la principal fuente técnica para proyectistas viales en México.

Para muchos elementos del proyecto geométrico, las normas y procedimientos descritos en el Manual de la SCT son igualmente aplicables para vías urbanas e interurbanas y estos métodos se adoptan en este manual. En estos casos, sólo se citarán las referencias de las secciones específicas del Manual de la SCT que deberán seguirse.

Para otros elementos de proyecto, el presente manual describe normas y procedimientos nuevos o modificados, los cuales la SEDESOL juzga que son apropiados para proyectos viales urbanos. Estos procedimientos incorporan muchos de los métodos del manual de la SCT, así como otras metodologías desarrolladas por instituciones u otros autores de México, Norteamérica y Europa, según se enlista en la bibliografía.

CAPÍTULO II. PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE UNA RED

1 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL

1.1 Conceptos de la Red

La necesidad de viajar dentro de una urbanización, requiere de un conjunto de diversas líneas de deseo conectando orígenes y destinos. No es posible abastecer con vías individuales conectando cientos de miles o tal vez millones de líneas de deseo, porque entonces el área urbana sería una superficie de vías continuas, así es que, todas las ciudades crean o envuelven a un conjunto limitado de vías interconectadas formando una red.

Los objetivos de diseñar o rediseñar un sistema vial urbano son muy diferentes de aquellos usados para diseñar vías interurbanas. Para vías interurbanas, el alineamiento global es generalmente un compromiso entre el deseo de obtener la ruta más directa posible (por ejemplo: minimizar la distancia de viaje) y la necesidad de evitar las áreas con accidentes geográficos tales como colinas o ríos, los cuales aumentarían los costos de construcción.

En las redes urbanas, el factor de la falta de dirección y las características de los enlaces individuales es mucho menos importante que la configuración y funcionamiento similar al de la red como un todo. Mientras algunos movimientos mayores pueden servir como rutas más o menos directas, la mayoría de los viajes se hacen sobre rutas directas. La variable crítica ejecutada no es la distancia a viajar, sino más bien la velocidad y retraso del viaje.

1.2 La Movilidad vs. el Acceso

Las vías urbanas dan servicio con dos propósitos distintos y conflictivos - la función de *circulación* y la función de *acceso local*. La función de *circulación* busca permitir el flujo eficiente del tránsito de paso a través de la vialidad, mientras que la función de acceso trabaja respecto a la entrada y salida de vehículos en las propiedades colindantes a ella.

El acceso local involucra el movimiento hacia adentro y hacia afuera de la vía, normalmente a velocidades bajas y aproximadamente perpendiculares al sentido de viajar a través de ella, lo que introduce elementos de turbulencia y fricción y, reduce la eficiencia del tránsito de paso.

El objetivo del diseño y manejo de la red es minimizar los costos combinados de infraestructura y costos al usuario. Para los costos al usuario, hay una relación inversa muy fuerte entre la velocidad promedio del viaje y el costo de operación y tiempo. Las velocidades bajas, típicas de las calles locales, tienen un costo más alto por km, mientras que las vías de altas velocidades típicas de acceso limitado, tienen el costo más bajo por km. Para satisfacer el criterio de costo de operación, por consiguiente, una red debe diseñarse para que se pueda viajar a altas velocidades, enlaces de acceso limitado y que el gasto sea tan pequeño como sea posible en calles locales.

A la larga, se debe de buscar resolver el conflicto entre las dos funciones dando facilidades separadas o, aceptando niveles más bajos de movilidad. La experiencia en muchos países ha demostrado que la solución más eficiente es la combinación de dos entradas a través del desarrollo de una red jerarquizada basada en una clasificación funcional.

En una red clasificada funcionalmente, un viaje sencillo normalmente implica desplazarse por una serie de tramos y enlaces; comenzando en calles locales y de acceso, donde la velocidad de viaje es baja, continuando en tramos de acceso restringido y/o velocidades más altas para, finalmente, regresar a calles locales al final del viaje. El hecho de que una porción sustancial del viaje se haga sobre tramos y enlaces primarios, significa que la velocidad de operación y, por consiguiente, el costo de operación resulta significativamente menor de lo que sería si todo el viaje se hiciera sobre vías locales.

En general, si se realiza el viaje en un tramo mayor sobre enlaces de acceso limitado, esto hace más rápido y eficiente el viaje. Por otro lado, las restricciones del acceso ocasionan un costo social, político y económico, así que es necesario buscar un balance apropiado.

1.3 Tipos de Clasificación

Casi todas las ciudades, emplean algún sistema de clasificación de vías. Estos caen dentro de tres tipos diferentes de clasificación comunmente usados en la planeación de vías urbanas.

En México existen varias clasificaciones de las vialidades, de ellas, la más utilizada a nivel urbano considera una combinación de parámetros cuantificables objetivamente, como su ancho de sección, su número de carriles, la presencia o no de camellón, los volúmenes vehiculares que soportan y su función dentro de la estructura vial. De acuerdo con lo anterior, clasifica a las vías en:

- a) Primarias
- b) Secundarias
- c) Locales
- d) Accesos a colonias

La mayoría de las oficinas gubernamentales estatales de vías usan una clasificación jurisdiccional, en la cual cada vía se encuentra clasificada de acuerdo con el nivel de responsabilidad gubernamental para su mantenimiento. Las cuatro clases principales son: Federal/Troncal, Estatal/ Alimentadora, Federal/Rural y Municipal.

La clasificación funcional trata la composición de una red de vías urbanas a corredores individuales y enlaces, de acuerdo con el funcionamiento para el cual fue destinado dentro de la red. La jerarquía está basada en el grado de movilidad que provee, en la que la movilidad está determinada por el nivel de acceso local, el cual se abastece a lo largo de la vía y el grado de prioridad sobre otros enlaces estipulados en las intersecciones.

1.4 Las Clases en la Jerarquización Funcional

El control principal en una red jerarquizada clasificada funcionalmente, consiste en que cada enlace sea definido en términos de su nivel de funcionalidad. Cada nivel funcional está definido en términos de solución intermedia entre los dos objetivos que compiten, el acceso y la movilidad. Los diagramas en las Figura 2.1 y 2.2 indican la relación entre los cinco niveles principales de jerarquización, los cuales se encuentran definidos como sigue:

- Al final de la jerarquización están las **calles locales**, las cuales tienen un objetivo de tanta importancia como es el de dar acceso a propiedades adyacentes y en las cuales las necesidades de tránsito de paso tienen poca o ninguna prioridad. Muchas calles locales están colocadas de tal manera que no puedan ser usadas por tránsito de paso.
- En el siguiente nivel de jerarquización están las **vías secundarias o colectores**, las cuales combinan las dos funciones de enlazar las calles locales al sistema arterial y proveen el acceso local a propiedades adyacentes.
- En el siguiente nivel están las **arterias primarias**. La función de las arterias primarias es proveer de viajes a velocidades más altas para el tránsito de paso. El acceso a propiedades adyacentes puede ser permitido si está diseñado de tal manera que no interfiera indebidamente con el tránsito de paso. En lugares donde se permite el acceso, normalmente se requiere de entradas y salidas bien diseñadas con adecuados radios de viraje y posibles rutas de aceleración / desaceleración. Las intersecciones entre las calles locales, colectores y vías primarias están normalmente al grado de intersecciones.

Figura 2-1
Jerarquía Funcional - Regional a Primaria

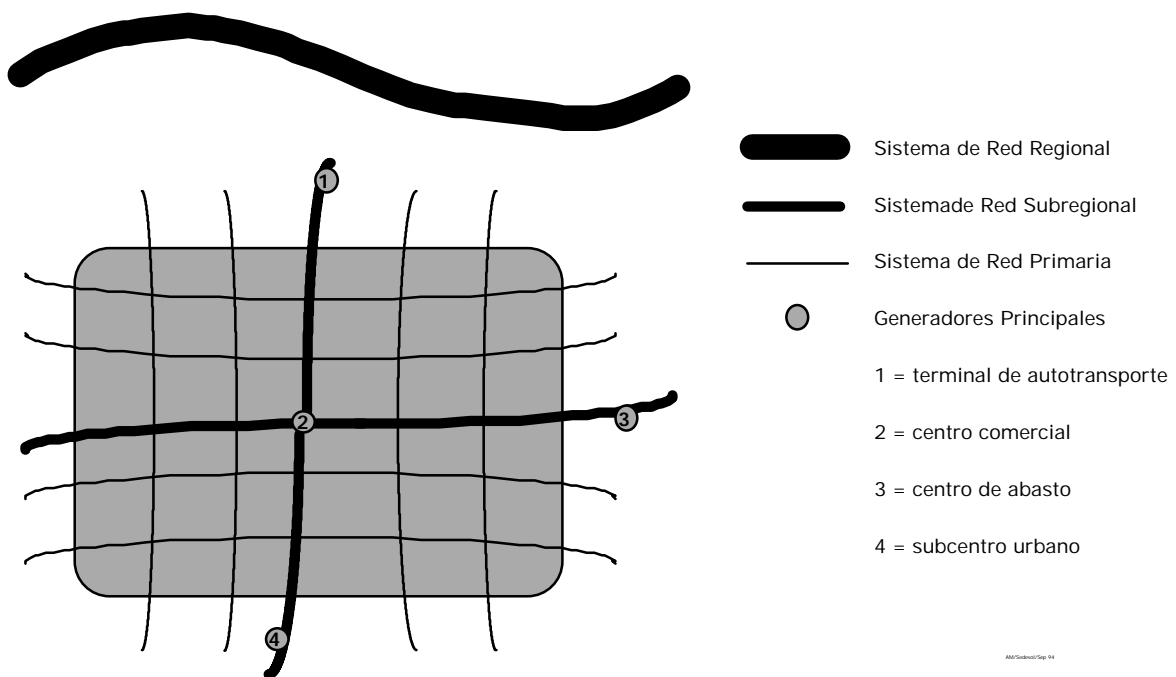
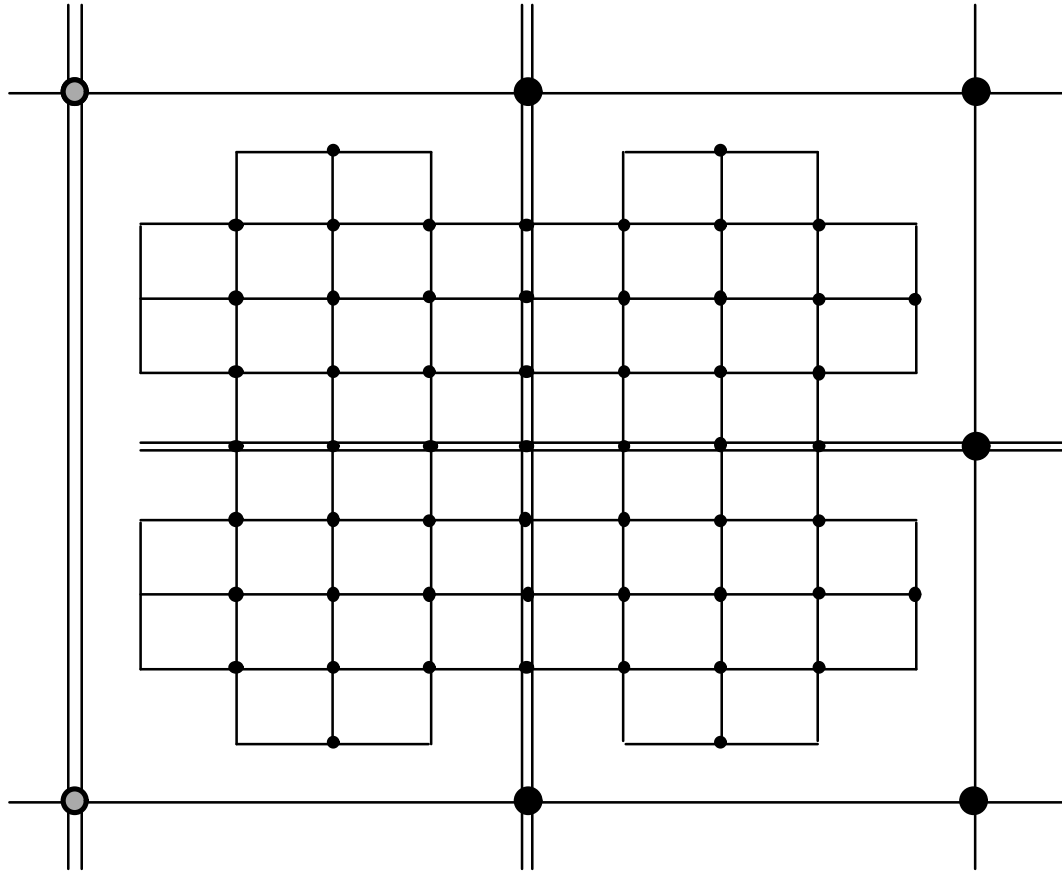


Figura 2-2
Jerarquía Funcional - Subregional a Local



AW/AG-289-1

- ≡ Subregional
- == Primaria
- ≡ Secundaria
- Local
- Paso a desnivel
- Intesección semaforizada
- Cruce a nivel no semaforizado

- En el próximo nivel de jerarquización están las **vías subregionales**, las cuales proveen enlaces entre el sistema primario y los principales generadores de viajes por un lado y, el sistema regional por el otro. Los principales generadores de viajes incluyen la zona comercial central, otros subcentros mayores y las principales terminales para camiones interurbanos, carga enviada por carretera, trenes con carga, estadía, etc. El sistema subregional está caracterizado por la prohibición del acceso local. Las intersecciones pueden estar al nivel o al desnivel.
- En el nivel más alto están las **vías regionales**, las cuales normalmente son el enlace entre una autopista de la ciudad con el sistema nacional de carreteras.

TABLA 2-1 RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS CLASES FUNCIONALES

CLASIFICACION FUNCIONAL	GRADOS DE ACCESO	INTERSECCIONES	ESTACIONAMIENTO
Regional	Ninguno	Desnivel	Prohibido
Subregional	Controlado*	Desnivel o Nivel	Prohibido
Primario	Controlado	Desnivel o Nivel	Prohibido
Secundario	Regulado**	Nivel	Regulado
Local	Ilimitado	Nivel	Permitido

* **Acceso Controlado** - Se permite el acceso a propiedades adyacentes siempre y cuando todas las entradas y salidas tengan una distancia adecuada de visibilidad, radio de giro y, donde sea necesario, carriles de aceleración o desaceleración. El principio a ser respetado es que la entrada y salida del tránsito no debe interferir con el tránsito de paso.

** **Acceso Regulado** - El acceso a las propiedades adyacentes puede permitirse si existe una distancia de visibilidad adecuada. Las entradas ciegas no deben ser permitidas.

2 NORMAS PARA EL PROYECTO DE UNA RED

Cada propuesta para construir una nueva vía o modificar una existente dentro de una área urbana es, antes que nada, una propuesta para modificar la red vial global; y es al nivel de la red donde debe iniciarse el proceso del proyecto.

La práctica tradicional en las ciudades mexicanas ha sido examinar los problemas de tránsito desde un contexto muy limitado, como si sólo ocurrieran en un punto en particular y se pudieran, por lo tanto, resolver en ese solo punto o por una sola clase de tránsito. Las soluciones tradicionales puntualizan que se prohíbe virar a la izquierda, construir puentes, o construir desviaciones. Esta clase de soluciones, rara vez, si alguna, lograron resultados que perduraran - el efecto por lo general es trasladar el problema a otra parte de la red.

Para nuevas vías o vías modificadas sustancialmente, las primeras preguntas que deben contestarse son "¿Qué clase de intersecciones creará esta vía? y, ¿La incorporación de estas nuevas intersecciones será benéfica o perjudicial para el funcionamiento de la red?". La mayoría de las vías urbanas nuevas están proyectadas sin la adecuada atención a la clase de intersecciones realizadas, con el resultado de que muchas de estas instalaciones nuevas son generalmente perjudiciales al flujo del tránsito.

Otra pregunta fundamental que debe contestarse es "¿Cuál será el nivel funcional de esta vía?", escogiendo entre los cinco niveles funcionales descritos previamente en el subíndice 2.1.4. Muchos de los parámetros del proyecto para la vía darán un resultado inmediatamente después de esta elección del nivel funcional.

Al evaluar propuestas para cambiar la red, se debe aplicar el siguiente criterio:

- **Integridad.** - Hacer que la vía principal de la red (subregional y primaria) se conecte a todos los centros de actividades principales y al sistema regional.
- **Continuidad.** - ¿Hay continuidad a lo largo de cada nivel del sistema?, por ejemplo: ¿Es continuo cada nivel en sí mismo?, ¿Se conectan los principales enlaces entre sí en forma lógica.
- **Conectabilidad.** - ¿Existen intercambios adecuados entre corredores intersectados al sistema vial principal?, ¿Están permitidos todos los movimientos (generalmente 12) en cada intersección?. En muchas ciudades, se restringen los giros a la izquierda sobre gran parte de las intersecciones formadas por vías principales porque hay confusión, pero esto es por lo general un error.
- **Consistencia.** - ¿Tienen una demanda uniforme las adaptaciones realizadas a lo largo de las secciones del corredor?. Por ejemplo, no es consistente el proveer un nivel separado de un intercambio en un punto, y después permitir estacionarse en la calle en las cuadras adyacentes o cercanas.

CAPÍTULO III. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE VIALIDADES URBANAS

1 VEHÍCULO DE PROYECTO

El vehículo de proyecto es un automotor seleccionado con las dimensiones y características operacionales usadas para determinar ciertas características de proyecto para vialidades, tales como ancho de la vía sobre tangentes y curvas, radios de curvatura horizontal y alineamiento vertical.

La selección de un vehículo de proyecto tiene un importante punto de apoyo en la ejecución y costo de la vía. El uso de vehículos de proyecto más grandes implica instalaciones con mejor circulación y características de seguridad, mientras que el uso de un vehículo de proyecto más pequeño da por resultado costos menores en cuanto a construcción e impacto al medio ambiente.

Escoger un vehículo de proyecto de tamaño adecuado, generalmente requiere de un compromiso entre ejecución y costo. Por un lado, el vehículo de proyecto seleccionado para una vía en particular, debe tener dimensiones y radio de viraje no más pequeños que casi todos los vehículos los cuales se espera que usen las instalaciones razonablemente. Por otro lado, puede ser irracional proyectar una vía para un vehículo grande que puede usar la vía sólo ocasionalmente.

Al hacer la elección, es importante considerar la severidad de las consecuencias al escoger un vehículo demasiado pequeño. Por ejemplo, si se proyecta la vía de una calle local con radio de viraje demasiado pequeño como para provocar que un camión de entrega de mobiliario de tamaño medio entre a una vía secundaria con múltiples maniobras pero, si se espera que esta clase de vehículo entre a la vía no muy a menudo, entonces las consecuencias son leves y probablemente no justifiquen el costo agregado al especificar un vehículo grande.

Por otro lado, no es aceptable proyectar calles locales o secundarias con dimensiones inadecuadas para carros de bomberos, aún y cuando se espere que la vía sea usada por este tipo de vehículos con una frecuencia muy baja. De la misma forma, sería peligroso proyectar una autopista de alta velocidad o vía regional con dimensiones inadecuadas para los vehículos más grandes que puedan usarlas.

El método más comunmente usado para describir el flujo del tránsito en México es de acuerdo a los 9 tipos de vehículos definidos por la SCT indicados en la figura 3.1. Basado en el porcentaje típico de estos nueve tipos, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha desarrollado cinco vehículos de proyecto para ser usados en proyectos de carreteras, los que se enlistan en la Tabla 3.1., así como sus principales características. Uno de éstos, el DE 450, fue desarrollado específicamente para regular el proyecto de vías rurales de volumen bajo y resulta irrelevante para condiciones urbanas.

Los automóviles, como se representan por DE 335, casi nunca regulan el proyecto, así es que la selección de vehículos de proyecto es casi siempre entre el DE 610, el DE 1220 y, el DE


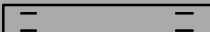








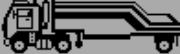

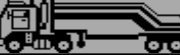





1525. La tabla 3-2 enlista los vehículos de proyecto que son generalmente aplicables a cada clase de vía, como se describe a continuación.

TABLA 3-2 VEHÍCULO DE PROYECTO POR NIVEL FUNCIONAL DE VIALIDAD

CLASE DE VIALIDAD	VEHICULO DE PROYECTO
Regional	DE1525
Subregional	DE1525 (*)
Primaria	DE1525 (*)
Secundaria	DE610 o DE1220
Local	DE610

(*) A menos que esté específicamente prohibido por el Reglamento Local.

**Figura 3-1
Clasificación de Vehículos**

TIPO DE VEHICULO		Núm. de Ejes	ESQUEMAS			
			PERFIL	PLANTA		
VEHICULOS LIGEROS	Automoviles	2			Ap	
	Camionetas				Ap	
VEHICULOS PESADOS	Autobuses	2			B	
	Camiones	2			C2	
			3			C3
		4				T2 - S1
				5		
		5				T3 - S2
						T2 - S1 R2

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT 1991, p. 69

Tabla 3-1
Características de los Vehículos de Proyecto

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO							
			DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525			
D	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1675			
I	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1575			
M	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915			
E	Distancia entre ejes del semiremolque	DES	—	—	—	762	610			
N	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92			
S	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61			
I	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt	—	—	—	—	122			
O	Distancia entre ejes tándem semiremolque	Ts	—	—	—	122	122			
N	Distancia entre ejes inferiores tractor	Dt	—	—	—	379	488			
E	Dist. entre ejes interiores tractor y semiremolque	Ds	—	—	—	701	793			
S	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259			
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259			
E	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412			
N	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114			
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61			
cms.	Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61			
Angulo de desviación del haz de luz de los faros			1°	1°	1°	1°	1°			
Radio de giro mínimo (cm)			Rg	732	1040	1281	1220	1372		
PESO TOTAL (Kg)		Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000		
		Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000		
Relación Peso/Potencia (Kg/ HP)			Wc/P	45	90	120	180	180		
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO			Ap y Ac	C2	B.- C3	T2 - S1	T3 - S2			
						T2 - S2	OTROS			
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	99	100	100	100	100		
			C2	30	90	99	100	100		
			C3	10	75	99	100	100		
			T2 - S1	0	0	1	80	78	99	98
			T2 - S2	0	0	1	93		100	
			T3 - S2	0	0	1	18	90		
			PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	98	100	100	100
C2	62	98				100	100	100		
C3	20	82				100	100	100		
T2 - S1	6	85				100	100	100		
T2 - S2	6	42				98	98	98		
T3 - S2	2	35				80	80	80		

Fuente: Manual de Proyecto Geométrica de Carreteras, SCT 1991 p. 88

- En calles locales de áreas puramente residenciales, más del 99 % del tránsito será de automóviles. Volúmenes pequeños de camiones C2 pueden esperarse en la forma de vehículos de entrega de gas, agua y para la recolección de basura sobre una base regular y, ocasionalmente camiones C3 pueden entregar mobiliario y aparatos. Así es que el vehículo de proyecto recomendado es el DE610.
- En vías regionales o subregionales, el 99% de tránsito puede ser de una clase de proyecto menor que T2-S1-R2 y eso puede sugerir que un DE1220 sería un vehículo de proyecto aceptable. Pero, a menos que a los vehículos con tándem se les impida efectivamente usar las instalaciones por ley y programas para hacer cumplir el reglamento, el fracaso para proveer a estos vehículos de rampas de salida o intercambios puede llevarnos a bloquear las instalaciones y los posibles accidentes multivehiculares con consecuencias fatales. Así, el vehículo proyectado apropiado para vías regionales o subregionales es el DE11525.
- Las Vías Primarias, por definición, sirven principalmente al tránsito de paso. Este tipo de tránsito tiende a cambiar en exceso durante las horas estipuladas dependiendo del crecimiento global del área urbana. A menos que haya una política específica en toda la ciudad en contra de los grandes trailers articulados, entonces el vehículo diseñado para vías primarias debe ser el DE1525. Si esta política restrictiva existe, debe regir el DE 1220.
- El uso de vías secundarias varía grandemente dependiendo del grado de continuidad ofrecida y su relación con el sistema de vías primarias. Las vías secundarias siempre servirán a una combinación de tránsito local y de paso. Donde existe uso comercial o industrial en las vías secundarias o en las vías locales, o si se usa la vía secundaria como una alternativa para el sistema primario, entonces el vehículo de proyecto apropiado es el DE 1220. Por el otro lado, si sólo sirve a las áreas residenciales, entonces el DE610 será el adecuado.

Los vehículos de proyecto especificados en la tabla 3-2 deben, por consiguiente, interpretarse como sugerencias. Son posibles las variaciones, pero deben ser justificadas cuidadosamente, basadas en datos sólidos de las características de la flota vehicular que se usa y se espera que utilice las instalaciones en cuestión.

2 VELOCIDAD DE PROYECTO

La velocidad de proyecto es la velocidad máxima segura que se puede mantener en una sección específica de una vía, cuando la configuración del proyecto geométrico de la vía rija. Una vez seleccionada, todas las características pertinentes de la vía deben estar relacionadas a la velocidad de proyecto para obtener un proyecto balanceado. Algunas características, tales como la curva horizontal y vertical, la elevación y la distancia de visibilidad, se encuentran directamente relacionadas con la velocidad de proyecto. Cuando se hace una modificación a la velocidad de proyecto, muchos elementos en el proyecto de la vía cambian.

La selección de una velocidad de proyecto es una de las más importantes decisiones que un proyectista de vías debe hacer, dado que tiene un efecto profundo en el costo y en la

seguridad de las instalaciones. Una sola velocidad de proyecto debe dirigirse a una sola instalación, una vez seleccionada, la velocidad de proyecto se debe mantener y no alterarse.

La tabla 3-3 registra los rangos de velocidades de proyecto para vías urbanas, de acuerdo con la clasificación funcional de la vía, la topografía global y, en el caso de arterias primarias, con respecto a su localización en el área urbana. Con el rango de velocidades dadas en la tabla, el proyectista debe seleccionar la velocidad más alta, a menos de que encuentre razones que lo obliguen a aceptar velocidades más bajas debido a factores económicos, operacionales o ambientales. En general, las velocidades más altas deben siempre requerirse para instalaciones nuevas en áreas circundantes o fraccionamientos nuevos. Las velocidades menores que la máxima, pero no menores que la mínima de las indicadas en la tabla, estarán a menudo justificadas para vías cercanas al centro histórico o en áreas sensiblemente ecológicas.

Las velocidades de proyecto para vías primarias dependen de la topografía, del uso de la tierra de los alrededores y, de la demanda de tránsito. Para muchas arterias urbanas, el número de intersecciones y el nivel de flujo de tránsito son los que limitan las velocidades de operación a menos de 80 km/hr, así es que proyectar a ese nivel sería un desperdicio innecesario. Por otro lado, si los volúmenes del tránsito son bajos y no hay intersecciones frecuentes, las velocidades más altas pueden obtenerse, especialmente durante los periodos fuera de las horas pico; en estas situaciones se debe usar un valor de 80 km/hr.

Es importante que una vez escogida una velocidad de proyecto se mantenga desde el principio hasta el final de una vía o serie de secciones. Los cambios deben permitirse solamente en zonas de transición adecuadas. Sería inseguro, por ejemplo, proyectar un viaducto para 70 km/hr. entre dos tangentes de 80 km, pero es perfectamente aceptable proyectar rampas con velocidad más bajas dado que son transiciones lógicas y esperadas.

**TABLA 3-3 VELOCIDAD DE PROYECTO POR NIVEL FUNCIONAL DE VIALIDAD.
(Km/hr.)**

Clase	Topografía		
	Plano	Lomerio	Montaña
Regional	110	90	80
Subregional	90	80	70
Primaria (Centro)	50-65	50-65	50-65
Primaria (Periferia)	65-80	60-75	55-70
Secundaria	30-65	30-60	30-55
Local	30-50	30-50	30-50

3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

La distancia de visibilidad es la longitud visible de la vía para el conductor. La distancia mínima visible disponible en una vía debe ser suficientemente larga para permitirle al vehículo viajar a la velocidad de proyecto y parar antes de alcanzar un objeto estacionado en su ruta. La distancia de visibilidad, en cada punto a lo largo de la vía, debe ser por lo menos la requerida para un operador por abajo del promedio o para que un vehículo pare en esta distancia.

La distancia de visibilidad de parada es la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante que el conductor ve un objeto necesitando parar aplicando los frenos y, la distancia requerida para detener el vehículo desde el instante que se empiezan a aplicar los frenos; se refiere a una distancia de reacción de los frenos y, la distancia de frenado, respectivamente. Basado en estudios de los hábitos de los conductores, se usa en este manual un tiempo de reacción de frenos de 2.5 segundos.

$$d_{vp} = \text{distancia de visibilidad de parada, en metros}$$

$$= d_{rv} + d_{fv}$$

$$d_{rv} = \text{distancia de reacción (en metros) para velocidad de proyecto } v \text{ (en km/h)}$$

$$= 2.5 v / 3.6$$

$$d_{fv} = \text{distancia de frenado (en metros) para velocidad de proyecto } v \text{ (en km/h)}$$

$$= v^2 / \{254 (f_v + p)\}$$

en donde f_v = coeficiente de fricción para velocidad de proyecto v

p = la pendiente vertical, $0 < p < 1$. Nótese que p es positivo en el sentido ascendente y negativo en el sentido descendente.

Los valores de f_v han sido determinados empíricamente basados en muchos estudios de interacción entre llantas/pavimento. Los valores para usarse en cada velocidad de proyecto se indican en la tabla 3-4. Esta tabla también indica la distancia de visibilidad de parada mínima requerida para cada velocidad de proyecto sobre terreno plano

TABLA 3-4
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA EN TERRENO PLANO (PENDIENTE = 0)

Velocidad de Proyecto Km/hr	Tiempo de Reacción Seg.	Distancia M	Coef. de Fricción	Distancia de Frenado m	Distancia de Visibilidad de Parada m
30	2.5	20.8	0.400	8.86	29.7
40	2.5	27.8	0.380	16.58	44.4
50	2.5	34.7	0.360	27.34	62.1
60	2.5	41.7	0.340	41.69	83.4
70	2.5	48.6	0.325	59.36	108.0
80	2.5	55.6	0.310	81.28	136.8
90	2.5	62.5	0.305	104.56	167.1
100	2.5	69.4	0.300	131.23	200.7
110	2.5	76.4	0.295	161.48	237.9

4 ALINEAMIENTO VERTICAL

4.1 Pendientes

La tabla 3-5 indica los niveles máximos permitidos para cada una de las cinco clases de vías, para cada una de las tres topografías básicas y, para el rango aceptable de velocidad de proyecto. Hay dos valores para cada caso, indicados en las columnas A y B. Los valores en la columna "a" son para pendientes ascendentes no más largas de 150 m, mientras que los valores en la columna "b" son para pendientes ascendentes más largas y para pendientes descendentes de cualquier longitud.

Tabla 3-5
Pendientes Máximas

Clase Funcional	Velocidad de Proyecto Km/h	Pendiente Máxima (%)					
		Plano		Lomerío		Montañoso	
		a	b	a	b	A	b
Regional	80	6.0	5.0	7.0	6.0	8.0	7.0
	90	5.0	4.0	6.0	5.0	7.0	6.0
	100	4.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0
	110	4.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0
Subregional	70	7.5	6.5	9.0	8.0	10.0	9.0
	80	6.5	5.5	8.0	7.0	9.0	8.0
	90	5.5	4.5	7.0	6.0	8.0	7.0
Primaria	50	9.0	8.0	10.5	9.5	12.0	11.0
	60	8.5	7.5	10.0	9.1	11.5	10.5
	70	8.0	7.0	9.5	8.5	11.0	10.0
	80	7.0	6.0	9.0	8.0	10.0	9.0
Secundaria	30	12.0	11.0	13.5	12.5	15.0	14.0
	40	11.0	10.0	12.5	11.5	14.0	13.0
	50	10.0	9.0	11.0	10.0	13.0	12.0
	60	9.0	8.0	10.5	9.5	12.0	11.0
Local	30	12.0	11.0	14.0	13.0	16.0	15.0
	40	11.0	10.0	13.0	12.0	15.0	14.0
	50	10.0	9.0	12.0	11.0	14.0	13.0

4.2 Curvas Verticales

Las curvas verticales están proyectadas como parábolas en las cuales el desplazamiento vertical de la tangente varía con el cuadrado de la distancia horizontal del punto de la tangencia y, en el cual la segunda derivada del perfil vertical es una constante sobre la longitud de la curva.

Para medir la visibilidad se considera la altura de los ojos del conductor sobre el pavimento, de 1.07 m. Se debe notar que este valor es más bajo que el 1.14 m especificado en el Manual de la SCT y refleja cambios en las características del proyecto en vehículos para pasajeros desde 1960. Para medir la distancia de visibilidad de parada, la altura del objeto que debe ver el conductor, es de 0.15 m.

4.2.1 Curvas Verticales en Cresta

El mayor control para operar seguramente en curvas verticales en cresta, lo constituye la estipulación de distancias de visibilidad suficientes para la velocidad de proyecto. La distancia mínima de visibilidad para paradas debe estar prevista en todos los casos.

El argumento siguiente usa las variables indicadas y definidas en la figura 3-2. La longitud mínima de una curva vertical en cresta L_{min} está calculada usando la ecuación [3-1] y [3-2] abajo y los resultados comparados a la distancia de visibilidad de parada d_{vp} . Si la longitud calculada es más grande que d_{vp} , se usa el valor de la ecuación 1. Si el valor es menor que d_{vp} , se usa el valor de la ecuación 3-2, excepto el valor de L_{min} nunca debe ser menor que la mitad de la velocidad de proyecto.

Si: $d_{vp} < L_{min}$, entonces

$$L_{min} = \frac{A d_{vp}^2}{100 \{ [(2 h_1)^{0.5}] + [(2 h_2)^{0.5}] \}}$$

$$= \frac{A d_{vp}^2}{404} \quad \text{[Ecuación 3-1]}$$

Si : $d_{vp} > L_{min}$, entonces

$$L_{min} = 2 d_{vp} - \frac{200 (h_1^{0.5} + h_2^{0.5})^2}{A}$$

$$= 2 d_{vp} - (404 / A) \quad \text{[Ecuación 3-2]}$$

4.2.2 Curvas Verticales en Columpio

El criterio principal para proyectar curvas verticales en columpio es el siguiente: la longitud de la vía iluminada por las luces delanteras de un vehículo en la noche no debe ser menor a la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto. Como era el caso en las curvas verticales en cresta, hay dos fórmulas dependiendo de si el valor calculado de L_{min} es más grande o menor que d_{vp} . Si $d_{vp} < L_{min}$, úsese la ecuación 3-3, de otro modo usar 3-4, excepto que L_{min} nunca debe ser menor que la mitad de la velocidad de proyecto

Caso 1: $d_{vp} < L_{min}$

$$L_{min} = \frac{A (d_{vp}^2)}{120 + 3.5 d_{vp}} \quad \text{[Ecuación 3-3]}$$

Caso 2: $d_{vp} > L_{min}$

$$L_{min} = 2 d_{vp} - \frac{120 + 3.5 d_{vp}}{A} \quad \text{[Ecuación 3-4]}$$

5 SECCIONES TRANSVERSALES

5.1 Tipos de Secciones

Existen tres tipos básicos de secciones transversales, tal y como se indica en la Figura N° 3.5-1 y como se describen a continuación.

- Sección sencilla
- Sección separada
- Sección compuesta

5.1.1 Sección Sencilla

Una sección sencilla consiste en un arroyo de uno o dos sentidos de circulación, con acotamientos o banquetas a cada lado. Esta es la sección más común en las áreas urbanas. El ancho del arroyo de circulación puede variar en el rango de 5 m a 40 m. Las ventajas de una sección sencilla en comparación con las otras son:

- Para un determinado número de carriles es la más angosta y por eso requiere menos derecho de vía
- Es la más manejable para el diseño de intersecciones.
- Permite a los vehículos distribuirse libremente entre todos los carriles de circulación y así aprovechar toda la capacidad potencial de la vía.
- En el caso de tramos de doble sentido y con flujos relativamente bajos, esta sección permite el acceso directo a las propiedades colindantes desde ambos sentidos de circulación, quedando así, no son necesarios los retornos en U.

La principal desventaja de una sección sencilla es que, en el caso de tramos con una alta velocidad de marcha (promedio superior a los 50 km/h) no ofrece ninguna protección contra choques de frente.

5.1.2 Sección Separada

Una sección separada consiste en dos arroyos de circulación de sentido único, separado por una camellón central y banquetas o acotamientos a los dos lados. Las ventajas de este tipo de sección son:

- En el caso de tramos de alta velocidad de marcha (promedio de 50 km/h o más) un camellón central suficientemente ancho o con una barrera central, reduce la posibilidad de choques de frente, siempre y cuando se respeten los lineamientos sobre espacio lateral libre (sección 3.5.2.4) y de visibilidad (3.5.2.5)
- Un camellón central da la posibilidad de construir carriles para retornos en U y vueltas a la izquierda protegidos del tránsito de frente y así disminuir el riesgo de choques de alcance.

Las desventajas de una sección separada son:

- Una *sección separada* puede requerir de un derecho de vía más amplio comparado con una *sección sencilla*. En el caso de una vialidad con frecuentes intersecciones que incluyen carriles exclusivos para vueltas a la izquierda, resulta casi igual el ancho necesario para una sección sencilla y una separada.
- Por restringir las entradas a la izquierda desde las propiedades colindantes y las vías transversales, estas vueltas se transforman en retornos en U, que pueden interferir aún más en la capacidad y seguridad de la vialidad (ver la Figura 3.5-2). Esta desventaja solamente se refiere a vialidades de bajo volumen (en caso contrario, los altos volúmenes de tránsito de paso impedirían las entradas de vuelta izquierda al igual que un camellón). La desventaja causada por el desvío disminuye a medida que se proporcionan aperturas para retornos con mayor frecuencia.

Los factores que influyen en la elección de una sección sencilla o separada incluyen:

- Si el derecho de vía disponible es suficientemente ancho para un camellón
- El tipo de acceso permitido a las propiedades colindantes y posibles conflictos entre el tránsito de frente y las vueltas a la izquierda para entrar o salir de estas propiedades.
- Si es necesario o no proporcionar carriles protegidos para vueltas a la izquierda y/o retornos

De acuerdo con el planteamiento hecho en el punto 3.1.5.4 sobre secciones de perfil discontinuo, la topografía normalmente no entra como factor en la elección de secciones transversales de vialidades urbanas.

5.1.3 Sección Compuesta


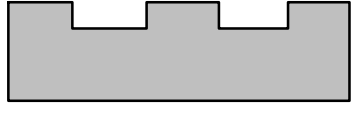
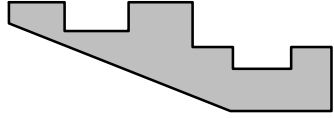
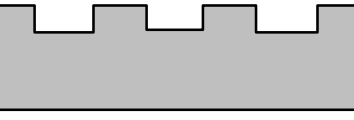
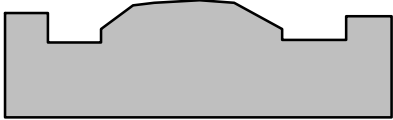
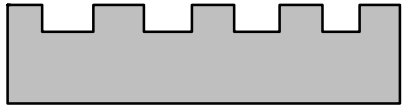
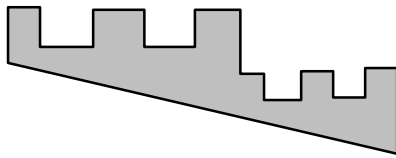
Una sección transversal compuesta consiste en un corredor central bordeado por camellones laterales que lo separen de los arroyos laterales. El corredor central puede ser un arroyo de doble sentido, o dos cuerpos de sentido único separados por un camellón central (ver la Figura No. 3.5-1).

Son diversos los motivos por los que se construyen vialidades de sección compuesta:

- Urbanistas y paisajistas europeos en el siglo diecinueve las promovieron como una herramienta para dar paso a los altos volúmenes de tránsito de tracción humana y animal y, al mismo tiempo, para embellecer la ciudades con los árboles y los jardines sembrados en los camellones centrales y laterales. Los Campos Elíseos de París y el Paseo de la Reforma en la Cd. de México representan unos de los espacios urbanos más notables en la historia del urbanismo.
- Otro motivo para la construcción de secciones compuestas es el de separar el tránsito local o lento del tránsito rápido o de paso.

Figura 3.5-1

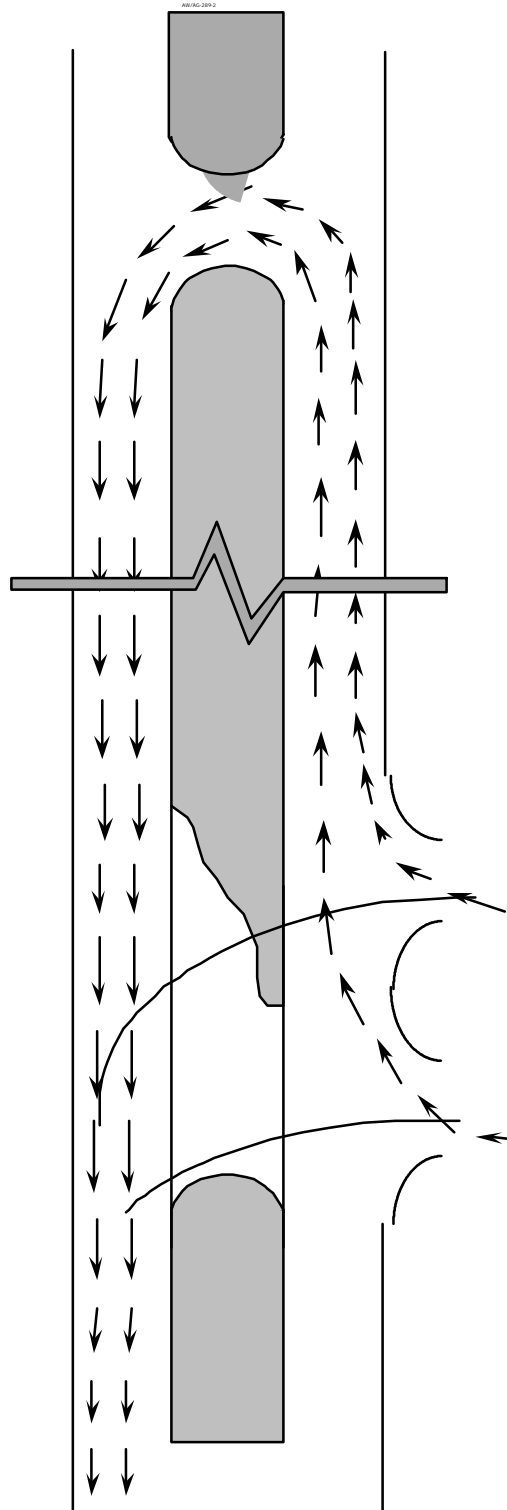
Tipos de Sección Transversal

	a: Continua	b: Discontinua
1. Sencilla		
2. Separada		
3. Compuesta		
		

SED/JA28994**

Figura 3.5-2

Impacto de un Camellón Separador en la Trayectoria de los Vehículos



- Un tercer motivo para elegir una sección compuesta, muy común en México, es el de complementar con carriles laterales de acceso local a una carretera cuya construcción anticipó el desarrollo urbano de los terrenos colindantes. Muchas veces, los caminos abiertos se construyen con una rasante elevada, a fin de mejorar el desagüe de la base y subbase del pavimento.

Además de las ventajas potenciales arriba mencionadas, a menudo las vialidades de sección compuesta crean graves problemas operacionales para el tránsito automotor, de los cuales pueden encontrarse ejemplos en casi todas las ciudades del país. Las desventajas potenciales de la sección compuesta son las que se describen a continuación:

- En un cruce a nivel, la introducción de cuerpos laterales complica la operación por añadir movimientos conflictivos y así crear nuevos focos de conflicto, alargar el tamaño de la intersección y, en el caso de intersecciones semaforizadas, aumentar la proporción del tiempo perdido en cada ciclo de semáforo.
- Normalmente, las entradas y salidas del corredor central se realizan a través de aperturas en camellones laterales mal diseñados, lo que crea condiciones de alto riesgo y baja capacidad.

En términos de ingeniería de tránsito, se considera la sección compuesta como un anacronismo que se justifica solamente en casos en que una vialidad de nivel funcione en forma primaria (ver 2.1.4, clasificación funcional), se introduzca en una área urbana ya desarrollada y para lo cual no exista ninguna otra alternativa factible de proporcionar acceso a las propiedades adyacentes. Como ejemplo de una alternativa, la Figura 2-2 muestra una red esquemática en la que todo el acceso a las vialidades primarias están concentradas en los tronques con vialidades secundarias.

No obstante esos problemas, existen circunstancias en que una sección compuesta es la única solución posible. En la proyección de una sección compuesta, el diseño de las entradas y salidas entre los cuerpos laterales y el corredor central rigen las mismas reglas y lineamientos que en el diseño de rampas de carreteras de flujo continuo, como se describe en la sección 11.6.4 del Manual de SCT.

5.1.4 Sección de Perfil Vertical Continuo y Discontinuo

En el diseño de caminos abiertos y, afortunadamente, de algunas vialidades urbanas, una práctica común para disminuir el costo de los terraplenes es mejorar el drenaje del cuerpo central y/o disminuir el impacto ambiental para desarrollar los dos cuerpos de la vialidad con perfiles verticales independientes, lo que resulta en una sección transversal con perfil vertical *discontinuo*, como se muestra en la columna *b* de la Figura 3.5-1.

Aunque resulte más económico en términos de construcción, la técnica de *sección discontinua* no es apropiada en zonas urbanas donde hay frecuentes necesidades de proveer comunicación entre o a través de los dos cuerpos separados. En gran parte de las ciudades medias y grandes del territorio nacional, se observan muchos casos de vialidades primarias construidas originalmente con secciones discontinuas a las que fueron añadidas posteriormente aperturas eventuales con un camellón separador, con el fin de permitir retornos; siendo imposible desarrollar intersecciones de cuatro ramas con las nuevas vías secundarias o locales que se construyeron a lo largo de los años. Los retornos así construidos

no son satisfactorios debido al perfil acentuado que dificulta, tanto la visibilidad como la aceleración y, a menudo, provoca golpes de los chasis con el pavimento. Los desvíos impuestos por este tipo de sección aumentan sensiblemente los costos de operaciones de vehículos y perjudican la capacidad y nivel de servicio de la vialidad.

Por las desventajas antes citadas, es importante que todas las vialidades en zonas urbanas y suburbanas conserven *secciones continuas*, como se muestra en la Figura 3.5-1, mismas que no existían en el momento de su construcción inicial ya que ninguna vialidad transversal demandaba retornos. La única excepción a esta regla sería en los tramos en que, debido a las fuertes pendientes verticales o a disposiciones jurídicas que específicamente lo prohíban, no existe ninguna perspectiva de desarrollo de vialidades transversales o cualquiera otra generadora de viajes vehiculares a lo largo del tramo en el futuro.

5.2 Elementos de Diseño

La Tabla 3.5-1 resume los valores mínimos y deseables de los parámetros de diseño relacionados con la proyección de secciones transversales de vialidades urbanas. Los valores deseables deben de regir en todo proyecto de vialidades nuevas. En el caso de mejoramiento de vialidades existentes en zonas urbanas, muchas veces no es posible conseguir el derecho de vía que sería indicado por los valores deseables y, por tanto, habrá que diseñar el proyecto de los valores mínimos.

5.2.1 Ancho de Arroyos y Carriles

El ancho mínimo de un carril de circulación es de 3.2 m y el deseable es de 3.5 m para todos los movimientos direccionales (frente y vueltas a la izquierda o derecha). El ancho mínimo de carriles de estacionamiento es de 3.2 m, sin embargo, siempre que sea posible debe de proporcionarse un ancho igual a un carril de circulación por la probabilidad de que en el futuro se convierta en un carril de circulación.

El ancho mínimo de un arroyo de sentido único es de 5.0 m ya que, al igual que el estacionamiento prohibido, siempre habrá ocasiones en que un vehículo quede descompuesto o temporalmente parado en el arroyo por cualquier otro motivo. El ancho deseable sería 7.0 m por las mismas razones citadas anteriormente.

El ancho mínimo de un arroyo de sentido único con un carril de circulación y uno de estacionamiento, es de 6.4 m pero el deseable es de 7.0 m. Con estacionamiento en los dos lados, el ancho se incrementa para 9.6 m mínimo y 10.5 deseable.

El ancho de un arroyo de doble sentido y sin estacionamiento puede ser, en casos extremos, tan reducido como 6.4 m, siempre y cuando ya exista en la ciudad un programa eficaz de vigilancia. En caso contrario, debe de proporcionársele no menos de 7.0 m de ancho. Si se permite el estacionamiento, se incrementarán los valores de ancho 3.2 m (mínimo) ó 3.5 m (deseable) por cada carril de estacionamiento permitido.

5.2.2 Ancho de Camellones

El ancho requerido para un camellón central depende de sus funciones:

- Si pretende crearse aperturas para retornos en U y, los volúmenes de tránsito en la dirección opuesta fueran no muy altos (no mas que 300 vehículos / hora) se puede considerar como una opción mínima un ancho que permita el retorno entre el carril interior y el exterior del sentido opuesto. En el caso de la construcción de una nueva vialidad en áreas de la periferia urbana, o en el caso de volúmenes en el sentido contrario, se debe de proporcionar un ancho suficiente para que el vehículo de proyecto realice completamente su retorno del carril interior al carril interior del sentido contrario.
- Si se prohíben los retornos en U, pero se requieren carriles protegidos para las vueltas a la izquierda, el ancho debe de ser suficiente para acomodar un carril de 3.2 m y una faja separadora de no menos de 0.5 m (mínimo) o 0.8 m (deseable).
- Si se prohíben tanto las vueltas a la izquierda como los retornos en U, el ancho mínimo sería de 0.5 m y de 1.0 m, deseable.

5.2.3 Pendientes Transversales

Además de la sobreelevación requerida para mantener la estabilidad del vehículo, se requiere también una pendiente transversal mínima para garantizar el drenaje de las aguas pluviales del pavimento. Esta pendiente mínima de bombeo depende en la superficie de rodamiento, tal y como se describe en la Tabla 3.5-1.

5.2.4 Espacio Libre Lateral

Una colisión a 25 km/h entre un vehículo compacto y el tronco de un árbol de 10 cm de grueso puede matar a los ocupantes del automóvil. Para que los camellones sirvan a su función principal, que es de seguridad, debe de evitarse la plantación de árboles dentro del área de espacio libre en los camellones separadores, de acuerdo con las cifras listadas en la Tabla 3.5-1.

5.2.5 Visibilidad

Para plantar árboles o arbustos en un camellón central o lateral, se deben respetar los lineamientos de la sección 11.4.9 del Manual de SCT.

Tabla No. 3.5-1
Parámetros de Diseño de Camellones Separadores

Elemento	Valor Mínimo	Valor Deseable
Ancho de Carriles		
estacionamiento	3.2m	3.5m
de frente y de vueltas	3.2m	3.5m
Ancho de Arroyo		
Sentido Unico		
sin estacionamiento	5.0m	6.4m
con estacionamiento un lado	6.4m	7.0m
con estacionamiento ambos lados	9.6m	10.5m
Doble Sentido		
sin estacionamiento	6.4m	7.0m
con estacionamiento un lado	9.6m	7.0m
con estacionamiento ambos lados	12.8m	15.m
Ancho de Camellones Centrales		
Con Retornos en U, Permitidos		
Vehículo de proyecto DE610 *	16.0	20.0m
Vehículo de proyecto DE1220 *	15.0	18.0m
Vehículo de proyecto DE1525 *	18.0	21.0m
Sin Retornos, con Vueltas Izquierda	3.7m	4.0m
Sin Retornos y Vueltas	0.5m	1.0m
Pendiente de Bombeo		
Concreto asfáltico y hidráulico	1.5 a 2.0	
Tratamiento y riego de sello	2.0 a 2.5	
Revestimiento de grava	3.0 a 4.0	
Espacio Libre Lateral		
de todo tipo obstáculo físico o visual	0.5m	0.7m
de obstáculos con diámetro > 10cm	6.0m	10.0m

* ver Tabla 3.1-1, Características de los Vehículos de Proyecto

6 CURVAS HORIZONTALES

Los proyectos de curvas horizontales deben de seguir las metodologías del Capítulo VII del Manual de Diseño de Proyecto Geométrico de Carreteras de SCT.

7 GALIBO VERTICAL

El galíbo vertical entre la superficie de rodamiento y un obstáculo superior, sea una señal o un puente, es de 5.0 m (mínimo) en proyectos de mejoramiento y, de 5.5 m (deseable) para todo proyecto de vialidad nueva.

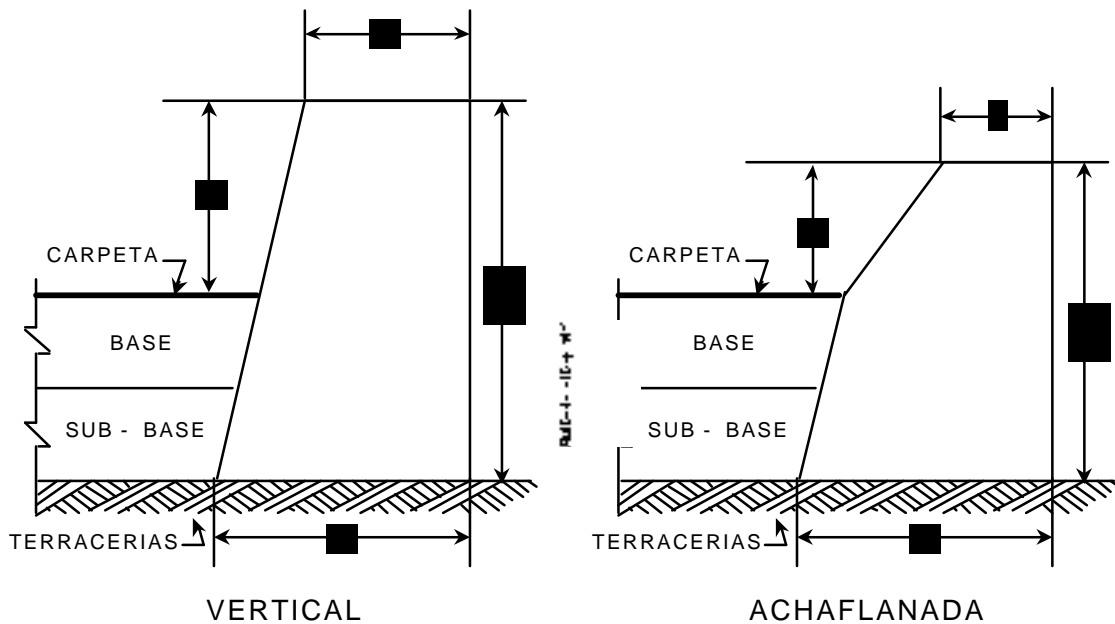
8 GUARNICIONES

Existen dos tipos básicos de guarniciones: verticales y achaflanadas (ver la Figura N° 3.8-1). La de tipo vertical sirve para separar el arroyo de circulación vehicular de la banqueta, mientras que la de tipo achaflanada permite que los vehículos suban a la guarnición fácilmente.

Si la orilla del arroyo de circulación consiste en una banqueta (zona peatonal) o en una área de plantación de arbustos o flores, debe de colocarse una guarnición tipo vertical para su protección contra la intrusión de vehículos. La única ocasión en que debe de usarse una guarnición achaflanada es cuando quieren definirse las orillas de isletas de canalización.

Figura No. 3.8-1

Tipos de Guarniciones



Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras SCT 1991

9 BANQUETAS

La Tabla No. 3.9-1 enlista los anchos mínimos y deseables de banquetas, de acuerdo con la zona urbana de que se trate.

Tabla 3.9-1 Ancho de Banquetas

Zona	Mínimo	Deseable
Centro	1.5m	2.0m o más
Subcentro	1.2m	1.75m
Áreas periféricas y suburbanas	1.0m	1.5m

10 TOPES

10.1 Introducción

Los topes son sólo para ser usados como control de velocidad en vialidades locales (por ejemplo, donde puede haber menores de edad en la vialidad)

El diseño, análisis y evaluación de los dispositivos para el control del tránsito, difieren dependiendo de si son aplicados con el propósito de controlar la velocidad o el cruce.

Los dispositivos para el control de la velocidad del tránsito o los aspectos geométricos, se instalan con el propósito específico de reducir la velocidad del vehículo en un tramo del arroyo. Estos incluyen las señales de alto, semáforos, estrechamientos del arroyo, así como una variedad de obstáculos físicos construidos dentro del arroyo, que incluyen topes, boyas y vibradores. El propósito es llevar a los vehículos a una parada total o parcial en varios puntos; en teoría, esto evitará el exceso de velocidad.

Un dispositivo de control de cruce, por otro lado, tiene la intención de controlar el movimiento de los usuarios del arroyo en un sólo lugar, generalmente señalando el derecho de vía de los vehículos deteniendo flujos conflictivos. Ejemplos de los dispositivos del control de cruce son los semáforos y las señales de alto en las intersecciones, u obstáculos físicos, adyacentes a importantes cruces como escuelas u otros.

Tabla 3-6
Requisitos para la Instalación de Semáforos

No. de Carriles por Sentido		Volumen				Solución Recomendada
Calle de Volumen Mayor	Calle de Volumen Menor	Calle de Volumen Mayor	Calle de Volumen Menor	Vehículos	Peatones	
		(2 sentidos)	(sentido mayor)	(2 sentidos)		
1	1	500	y	150		semáforo
		750	y	75		semáforo
2	1	600	y	150		semáforo
		900	y	75		semáforo
2	2	600	y	200		semáforo
		900	y	100		semáforo
1	2	500	y	200		semáforo
		750	y	100		semáforo
sin refugio	todos	600	y		150	semáforo
con refugio	todos	1000	y		150	semáforo

10.2 Los Topes como un Control de la Velocidad

El uso de topes para el control de la velocidad es extremadamente controversial en todos los países. La mayoría de los Ingenieros en Transporte están de acuerdo en que la mejor forma de controlar la velocidad, es por medio de un programa bien manejado encaminado hacia el cumplimiento forzoso de la política de los límites de la velocidad, incluyendo el monitoreo sistemático de la velocidad y la aplicación consistente de multas a infractores. Desafortunadamente, pocas ciudades en la República Mexicana tienen un cuerpo policiaco de tránsito capaz de implantar esta clase de programas, así es que deben buscarse otras soluciones.

El defecto básico de los dispositivos para el control de la velocidad es que suelen resultar contraproducentes. En cualquier carretera urbana existe una velocidad máxima segura, por lo general en el rango de los 40-80 km/hr. Los accidentes que ocurren son por manejar por arriba de este límite. Los obstáculos hacen que las personas que manejan un vehículo hagan un alto casi total en ciertos puntos, pero les permite viajar a cualquier velocidad en los puntos intermedios. No obstante, según la evidencia reportada, los obstáculos por sí mismos pueden causar accidentes.

Los topes nunca deben usarse para el control de la velocidad en ciudades que cuentan con una organización efectiva de policía de tránsito. Sin embargo, para ciudades que no cuentan con una policía de tránsito efectiva, existen ciertas circunstancias donde los topes son la única solución para resolver los problemas del exceso de velocidad.

10.2.1 Vías Locales

Los topes se pueden construir en calles residenciales locales a intervalos de no menos de 50 m, si son solicitados por la mayoría de los residentes.

10.3 Diseño de Topes

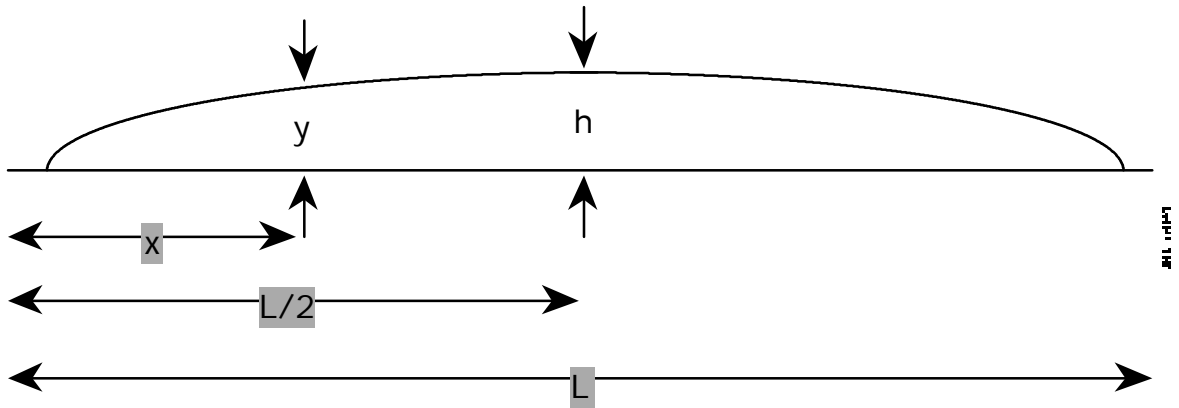
El propósito de un tope no es llevar al vehículo a un alto total, sino a una reducción de la velocidad a entre 5 y 10 km/hr. Esto conduce a provocar daños a la suspensión de los vehículos y a tener un sistema exhausto, así como a un alto gasto de gasolina.

Una investigación llevada a cabo durante los años setentas en el Transport and Road Research Laboratory de Inglaterra (TRRL), determinó que la forma parabólica con un perfil bajo es el diseño más eficiente para obstáculos viales, ya que permite al tránsito viajar a una velocidad razonable (10 km/hr), pero todavía infringe un fuerte golpe al tránsito de alta velocidad. El perfil TRRL ha sido aceptado ahora por ingenieros de transporte en la mayoría de los países como el diseño más eficaz y, es el recomendado por la SEDESOL para ser usado en las ciudades mexicanas.

La Figura 3-4 indica la forma y dimensiones para un obstáculo de perfil parabólico; se muestran tres tamaños diferentes. Debido a que la altura vertical es relativamente pequeña, es más fácil obtener la forma apropiada usando el tamaño más grande.

Por otro lado, la experiencia demuestra que el más pequeño, con el diseño de altura menor, resulta más eficiente como un implemento para controlar el tránsito. El ingeniero debe seleccionar uno de los tres tamaños basado en su opinión sobre la habilidad de las unidades de trabajadores locales para realizar las especificaciones del diseño.

Figura 3-4
Diseño de Topes



L= 3.6 m h= 100 m		L= 2 m h= 65 m		L= 1.6 m h= 60 mm	
x (metros)	y (mm)	x (metros)	y (mm)	x (metros)	y (mm)
0	0	0	0	0	0
0.1	10.80247	0.1	12.35	0.1	14.0625
0.2	20.98765	0.2	23.4	0.2	26.25
0.3	30.55556	0.3	33.15	0.3	36.5625
0.4	39.50617	0.4	41.6	0.4	45
0.6	55.55556	0.6	54.6	0.6	56.25
0.8	69.1358	0.8	62.4	0.8	60
1	80.24691	1	65	1	56.25
1.2	88.88889	1.2	62.4	1.2	45
1.4	95.06173	1.4	54.6	1.3	36.5625
1.6	98.76543	1.6	41.6	1.4	26.25
1.8	100	1.7	33.15	1.5	10.0625
2	98.76543	1.8	23.4	1.6	0
2.2	95.06173	1.9	12.35		
2.4	88.88889	2	0		

CAPÍTULO IV. INTERSECCIONES A NIVEL

El diseño de las intersecciones a nivel debe de seguir los lineamientos al respecto del Capitulo XI del Manual de Diseño de Proyecto Geométrico de Carreteras de SCT.

CAPÍTULO V. INTERSECCIONES A DESNIVEL

El diseño de las intersecciones a desnivel debe de seguir los lineamientos al respecto del Capítulo XI del Manual de Diseño de Proyecto Geométrico de Carreteras de SCT.

BIBLIOGRAFIA

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, 1991

American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1990

Institute of Transportation Engineers, Guidelines for Urban Major Street Design, 1984

National Cooperative Highway Research Program Report No. 279 - Intersection Channelization Design Guide, 1985

Fondo Nacional de Transporte Urbano (Venezuela), Manual de Administración de Tránsito, Relatorio Preliminar (sin fecha) , Manual Técnico de Ingeniería de Tránsito (enero 93) y Manual Técnico de Diseño de Sistema Vial Urbano (enero 93)