



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN

DISPOSITIVOS PARA EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL,  
VERTICAL Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN CARRETERAS Y  
VIALIDADES URBANAS EN EL TERRITORIO NACIONAL Y UN  
EJEMPLO DE APLICACIÓN

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JUAN ANTONIO MATA GÓMEZ

ASESOR: ING. LIBORIO JULIÁN BRAVO MARTÍNEZ

NOVIEMBRE 2014

NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

---

---

## **AGRADECIMIENTOS**

**Gracias a Dios**

**A mis Padres, por su cariño, esfuerzo y confianza depositados en mí.**

**A Erika, porque me acompañó desde el principio.**

**A mis hermanos Héctor y Oswaldo**

**A mis amigos Fernando, Misael e Israel.**

**Infinitamente a la Universidad Nacional Autónoma de México, por acogerme en sus aulas desde el CCH.**

**A la Facultad de Estudios Superiores Acatlán.**

**A todos los profesores del Programa de Ingeniería Civil de la FES Acatlán**

**A mi asesor el Ing. Liborio Julián Bravo Martínez por su valioso tiempo y enseñanzas.**

**A mis Sinodales que amablemente se tomaron el tiempo de revisar, observar y recomendar respecto al presente trabajo.**

**A todos, Gracias.**

**No hay mayor satisfacción que el deber cumplido.**

---

---

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
I. LAS CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS EN MÉXICO.....	9
I.1. Historia de los caminos.....	9
I.2. Carreteras y vialidades urbanas.....	17
1.2.1. Definición.....	17
1.2.2. Clasificación.....	17
I.3. Infraestructura vial en México.....	22
II. INGENIERÍA DE TRÁNSITO.....	28
II.1. Definición.....	28
II.2. Sistema de transporte carretero.....	30
II.3. Clasificación y características del vehículo.....	33
II.3.1. Clasificación.....	33
II.3.2. Características geométricas y de operación.....	37
II.4. Capacidad.....	41
II.4.1. Nivel de Servicio.....	41
II.4.2. Volumen de Servicio.....	41
II.5. Análisis del Tránsito.....	42
II.5.1. Determinación del Volumen de Tránsito.....	44
II.5.1.1. Aforos Permanentes.....	45
II.5.1.2. Aforos Temporales.....	47
II.5.2. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito.....	48
II.5.3. Predicción del Tránsito.....	49
II.6. Factores de Seguridad.....	50
II.6.1. Accidentes.....	50
II.6.2. El conductor.....	53
II.6.2.1. Factores Internos.....	53
II.6.2.2. Factores Externos.....	57
III. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS.....	61
III.1. Generalidades.....	61
III.2. Estándar de proyecto.....	61
III.3. Vehículos de proyecto.....	63
III.4. Sección transversal.....	66
III.4.1. Corona.....	69
III.4.2. Subcorona.....	71
III.4.3. Cunetas y contracunetas.....	71
III.4.4. Taludes.....	73
III.4.5. Partes complementarias.....	73
III.4.6. Derecho de vía.....	74
III.4.7. Características superficiales.....	74
III.5. Alineamiento.....	82
III.5.1. Alineamiento horizontal.....	82
III.5.2. Alineamiento vertical.....	86

III.5.3. Combinación del alineamiento horizontal y vertical.....	90
III.6. Tipo de terreno .....	93
III.7. Velocidad.....	94
III.7.1. Velocidad de operación.....	94
III.7.2. Velocidad de proyecto .....	94
III.8. Distancias de visibilidad.....	95
III.8.1. De parada.....	95
III.8.2. De rebase.....	96
III.8.3. En curvas horizontales .....	96
III.8.4. En curvas verticales .....	97
III.8.5. En intersecciones .....	98
III.9. Intersecciones.....	100
III.9.1. Entronques .....	101
III.9.1.1. A nivel.....	101
III.9.1.2. A desnivel .....	102
III.9.2. Pasos.....	104
III.9.2.1. A nivel.....	104
III.9.2.2. A desnivel .....	105
III.10. Consideraciones de seguridad para el proyecto geométrico.....	107
IV. DISPOSITIVOS PARA EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, VERTICAL Y DE SEGURIDAD EN CARRETERAS.....	110
IV.1. Definición.....	110
IV.2. Señalamiento horizontal.....	111
IV.2.1. Marcas y dispositivos en el pavimento.....	111
IV.2.1.1. Rayas .....	112
IV.2.1.2. Marcas.....	128
IV.2.1.3. Botones reflejantes y delimitadores.....	135
IV.2.1.4. Reductores de velocidad RV .....	139
IV.3. SEÑALAMIENTO VERTICAL.....	141
IV.3.1. Señales Preventivas (SP).....	148
IV.3.2. Señales Restrictivas (SR).....	158
IV.3.3. Señales Informativas (SI).....	163
IV.3.3.1. Señales informativas de identificación (SII).....	163
IV.3.3.2. Señales informativas de destino (SID).....	166
IV.3.3.3. Señales informativas de recomendación (SIR).....	172
IV.3.3.4. Señales de información general (SIG).....	173
IV.3.3.5. Señales Turísticas y de Servicios (SIT y SIS).....	176
IV.3.4. Señales verticales luminosas.....	182
IV.3.5. Obras y dispositivos diversos .....	183
IV.4. Proyecto de Dispositivos para el Señalamiento Horizontal, Vertical y Elementos de Seguridad.....	200
V. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL DE LA AUTOPISTA CADEREYTA - REYNOSA.....	201
V.1. Antecedentes .....	201
V.1.1. Ubicación.....	201
V.1.2. Justificación del Proyecto .....	203

---

V.2. Características de operación, tránsito y geométricas.....	203
V.2.1. Sección transversal.....	205
V.2.2. Alineamiento Horizontal.....	205
V.2.3. Control de acceso.....	206
V.2.4. Mediana.....	210
V.2.5. Retornos.....	211
V.2.6. Derecho de vía.....	211
V.2.7. Análisis de Accidentes.....	213
V.3. Evaluación de los dispositivos existentes.....	217
V.3.1. Metodología de Trabajo.....	217
V.3.2. Inventario.....	217
V.3.3. Señalamiento Vertical, Horizontal y Dispositivos Diversos. ....	225
V.3.3.1. Evaluación.....	226
V.3.3.2. Procedimiento de Cálculo.....	227
V.3.4. Resultados de la Evaluación.....	231
V.4. Proyecto de señalamiento vertical.....	235
V.4.1. Características de las señales y dispositivos.....	235
V.4.1.1. Señales Bajas.....	235
V.4.1.2. Señales Elevadas.....	252
V.4.2. Planos de Proyecto.....	257
V.4.3. Catálogo de Conceptos.....	261
V.4.4. Especificaciones Técnicas.....	264
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	265
BIBLIOGRAFÍA.....	268

---

## INTRODUCCIÓN

Los caminos han evolucionado a la par del ser humano, siempre satisfaciendo las necesidades de éste, según las circunstancias imperantes en la época. En el México Precolonial los caminos sirvieron a los intereses políticos, religiosos, culturales y bélicos de las principales civilizaciones. A la fecha no se conocía el uso de vehículos impulsadas por animales de tiro, los caminos eran empleados por personas dedicadas al transporte de mercancías conocidos como *topiles*, mensajeros, soldados inscritos en campañas bélicas, y en general por los habitantes de la región.

Con la llegada de los españoles, también irrumpieron en los entonces modestos caminos existentes nuevos transportes; animales de carga, vehículos de tracción animal, entre otros; los cuales se volvieron un factor importante durante la colonización. Los conquistadores junto con sus medios de carga y transporte exigieron la adecuación y construcción de nuevos caminos que comunicaran el centro de la Nueva España con los principales puertos de la época: Veracruz en el Golfo de México y Acapulco en el Océano Pacífico, rutas de gran importancia económica y comercial para el reinado español. Estas arterias evolucionaron en caminos carreteros, lo que propició el auge de las diligencias, convirtiéndose éstas en el sistema de transporte de la época colonial y del México independentista. A la par fueron surgiendo Instituciones de carácter público cuyo fin era la administración, construcción y conservación de los caminos, mediante el implemento de mecanismos financieros como peajes, impuestos, etc.

Con la llegada del siglo XX en México tuvo advenimiento el automóvil, vehículo que revoluciona los sistemas de transportación por el incipiente sistema carretero. No fue hasta entonces cuando el interés por mejorar y contar con un verdadero sistema de carreteras nacional, propio de las necesidades del nuevo vehículo surgió. Sin embargo, la aparición del automóvil no produjo en los caminos de México la misma evolución que en otros países.

Los diversos tipos de automóviles, así como la aparición de camiones de carga, de mayores dimensiones y peso, capaces de alcanzar velocidades desconocidas hasta el momento, exigieron caminos con diferente alineamiento, sección, con pendientes y superficies de rodamiento apropiadas. Dadas las circunstancias se vio en la necesidad de implementar dispositivos que regularan, informaran y brindaran seguridad de forma oportuna y eficaz durante el recorrido de los usuarios de las modernas carreteras. Es entonces cuando surge un campo nuevo y amplio para los adelantos tecnológicos en la Ingeniería de Tránsito y en el mejoramiento de la operación de estas obras: los Dispositivos para el Control y Seguridad del Tránsito.

El implemento de tales dispositivos en la concepción y construcción de carreteras en el país tuvo a bien en la década de los cincuentas luego de llevarse a cabo grandes intentos a nivel internacional por el implemento y uniformización de Dispositivos para el Control y Seguridad del Tránsito que demandaba el acelerado desarrollo del sistema vial, producto del auge del automóvil, experimentado a nivel mundial.

---

Dadas las circunstancias del fortalecimiento y crecimiento de la infraestructura vial, a veces carente de una planeación estratégica, encaminados a subsanar las demandas de la transportación por tierra de personas, bienes y mercancías propios de un país en desarrollo como el nuestro, surge la necesidad de garantizar el control, información y seguridad a los usuarios de la vasta red carretera mexicana, con el fin de evitar en lo posible accidentes, pérdidas de tiempo y demás contratiempos en el itinerario de los usuarios de éstas vialidades.

Los esfuerzos por desarrollar el presente trabajo están encaminados a brindar una herramienta de consulta que exponga el panorama actual y las necesidades de las carreteras en cuanto a seguridad y señalización se refieren. Para ello se estructuran cinco capítulos en los cuales se desarrollan los siguientes temas:

- *Capítulo I.* Enmarca la historia y evolución de los antiguos caminos indígenas, pasando por los construidos durante la colonia y el México Independiente, hasta las carreteras de altas especificaciones erigidas durante el siglo XX. Además se establecen los diversos tipos de clasificaciones de carreteras existentes y que imperan en nuestro país, por último se expone mediante estadísticas realizadas por dependencias gubernamentales la extensión del sistema vial mexicano, su situación actual y demás infraestructura con que cuenta.
- *Capítulo II.* En este capítulo se mencionan algunos aspectos referentes al tráfico y a la ingeniería de tránsito que se deben tomar en cuenta en la etapa inicial del proyecto de una vialidad, o en etapas posteriores al proyecto y/o construcción, como bien puede ser la conservación, ampliación, modernización o adecuación. No se trata de realizar una presentación exhaustiva del transporte carretero, pero sí conceptuar de una manera clara sobre algunos de los aspectos de su estructura básica, sus sistemas y modalidades, de manera que el Ingeniero Civil conozca los fundamentos de la Ingeniería de Tránsito y que cuando sea necesario profundice en estos temas para completar el diseño y/o adecuación del proyecto en particular.
- *Capítulo III.* De forma breve se enmarcan los elementos que conforman el proyecto geométrico de una carretera con el objeto de establecer los parámetros necesarios que permitan el análisis de la sección transversal, el alineamiento vertical y horizontal, la ubicación y análisis de accidentes topográficos y estructuras en general, presentes a lo largo de la misma que requieren mayor atención en cuanto a señalización y seguridad se refiere.
- *Capítulo IV.* Se busca describir a detalle cada una de las partes y elementos que conforman los dispositivos para el señalamiento horizontal y vertical, y elementos de seguridad del tránsito en las carreteras y vialidades urbanas del país, definiendo sus características físicas, recomendaciones para su uso, particularidades y restricciones, todo ello con estricto apego al tipo y características de la vialidad analizada, a la normativa vigente y los adelantos tecnológicos.



- 
- *Capítulo V.* Se presenta a manera de ejemplo algunos aspectos de un proyecto de señalamiento vertical desarrollado en una carretera de altas especificaciones en el noreste del país. Considerando la normativa establecida por los organismos del Sector de Comunicaciones y Transportes. Buscando sea un apoyo para el alumno y profesional de Ingeniería Civil en el desarrollo de proyectos, supervisión y construcción de obras viales tanto urbanas como rurales del orden municipal, estatal y federal.

## **I. LAS CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS EN MÉXICO.**

### **I.1. Historia de los caminos**

Los pueblos prehispánicos como los mayas y aztecas contaban con un buen número de calzadas de piedra bien constituidas, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos, lo que sorprendió a los conquistadores españoles, ya que estos pueblos no hacían uso de la rueda en vehículos de transporte, y tampoco disponían de animales de tiro y carga.

Estos caminos, utilizados ampliamente por los antiguos pueblos, eran con fines comerciales, religiosos y bélicos; de algunos perduran aún los vestigios como los caminos blancos de los mayas, “*sacbé*” en su lengua. No sólo se preocuparon por la construcción de caminos, sino que también encaminaron esfuerzos para su conservación, emitiendo leyes sobre la manera y la época en que debían repararse.

Los caminos entonces construidos fueron útiles a los intereses colonialistas de Cortés y su gente, permitiéndoles movilidad a pie y a caballo para transportar sus armas, botines y bienes productos del saqueo.

Durante la colonización los españoles trajeron consigo novedosos medios de transporte; animales de tiro y carga, palanquines y literas tirados por caballos y mulas, mismos que originaron las primeras modificaciones en los caminos existentes. Otro factor preponderante en la adecuación y construcción de caminos fue la necesidad de comunicar el centro de la Nueva España con sus puertos marítimos, necesarios para el envío de variados productos a la madre patria y para hacer llegar al centro los provenientes del extranjero. En aquella época los caminos tenían un cometido económico.

En 1522 Hernán Cortés encomendó a Álvaro López la apertura de un camino entre México y Veracruz, camino que llegaría a ser durante los albores de la Colonia el más importante, en el que pocos años después de iniciada su construcción se realizó un experimento que habría de convertirse en uno de los pasos más trascendentales en los sistemas de transportación del territorio recientemente conquistado: la introducción de la carreta.

Fray Sebastián de Aparicio durante el año de 1535 se las ingenió para fabricar las primeras carretas tiradas por bestias, transportando semillas y demás mercancías a Veracruz desde la Ciudad de Puebla, en la cual residía. Los esfuerzos de este fraile constituyeron la introducción de la carreta como medio de transporte y la fundación de la primera ruta de carga: Puebla – Veracruz, extendiéndose en 1542 hasta la ciudad de México.

Tras del camino a Veracruz, Cortés ordenó en 1523 la apertura de uno a Tampico. La construcción, modificaciones y mejoras de caminos se sucedieron una tras otra; en 1537 Antonio de Mendoza, primer Virrey de la Nueva España, mandó abrir dos caminos al occidente, en 1570 se construyó el camino de Zacatecas a Durango, importante región minera, mismo que 15 años después fue

convertido en carretero, y en 1597 el Virrey Manrique de Zúñiga ordenó la continuación del camino de México hacia Guadalajara, desde San Juan de los Lagos. Dadas las dificultades del tránsito de personas y mercancías hacia Acapulco, en 1596 el Virrey Luís de Velasco dispuso la construcción del camino hacia dicho puerto. En 1650 Miguel Cuevas Dávalos construyó por su cuenta el camino de Ixmiquilpan al norte, por Zimapán. En 1717 se transformó en carretero el camino de México a Cuernavaca, por orden del Virrey Conde de Moctezuma y Tula; en el mismo año Tomás de los Ríos transformó en carretero el camino de Lagos a Guadalajara; en 1720 Felipe Orozco abrió el camino de Durango a Chihuahua; en 1750 José Borda mejoró el camino de México a Acapulco, por Chilpancingo, derivándolo por Taxco. En 1760 José Escandón principió al norte de Querétaro el camino de San Luis Potosí y Monterrey; el de México a Valladolid (hoy Morelia) lo construyó Manuel Mascaró en 1768; en 1753 se continuó el camino de Chihuahua a Santa Fe (Nuevo México), y en el mismo año Manuel de Artaza abrió diversos caminos en Nueva Galicia (hoy Jalisco), mejorando también los existentes. En 1803 se inició la construcción del camino de México a Veracruz, por Jalapa, según proyecto de Pedro Ponce.

Como se observa, la mayoría de estos caminos eran *carreteros*, destinados para el tránsito de vehículos de tracción animal, y algunos más de *herradura*, destinados para el flujo de ganado y gente a caballo. Fueron construidos por intereses particulares que lejos de buscar la comunicación y el desarrollo de la Nueva España, perseguían el lucro; dichos caminos cubrían rutas mineras, comerciales, de transportación de mercancías y personas, comunicando las principales ciudades con el centro y los puertos, lugares donde llegaban y salían valiosas mercancías.

Al finalizar el periodo colonial, México contaba con un buen número de caminos carreteros y de herradura, que sumaban respectivamente 7,605 y 19,720 kilómetros, variando su estado de conservación de acuerdo con su importancia. En los años inmediatamente posteriores a 1810, poco se hizo en materia de caminos, concretándose los diferentes regímenes a la expedición de una que otra ley relativa a estas vías terrestres, ya que la agitada situación derivada de la iniciación del movimiento de Independencia, impedía la realización de cualquier esfuerzo de orden constructivo que se hubiera intentado.

No sólo se tuvo avances en materia de construcción de vías terrestres destinadas a satisfacer las demandas del sistema de transporte imperante en la época, también se desarrollaron instituciones de carácter gubernamental dedicadas a la construcción y recuperación de caminos. Tal es el caso de la Dirección General de Colonización e Industria instituida en 1846, quedando a su cargo la construcción y recuperación de caminos, asignándole fondos especiales para su funcionamiento. Esta dirección estuvo en función hasta que fue sustituida por la Secretaría de Fomento, creada por decreto el 22 de abril de 1853, cuyo presupuesto, en su mayor parte provenía de los impuestos de peaje recaudados por la Administración de Caminos, establecida un mes después de dicha Secretaría. En 1842 se observa disposición del gobierno para formalizar la construcción de caminos al crear un cuerpo civil de Ingenieros de Caminos, Puentes y Calzadas.

Los cambios en las vías terrestres tuvieron como inicio la transformación en los vehículos de transporte. En 1849 Manuel Escandón estableció la primera línea de diligencias en el país, que corría entre México y Puebla, posteriormente surgieron nuevas líneas ampliando el servicio en el territorio nacional, naciendo así una verdadera organización que a su vez fomentó la creación de posadas, paraderos y hoteles necesarios a lo largo de las rutas; haciendo preciso un adecuado mantenimiento de los caminos.

En 1868 el Presidente de la República Lic. Benito Juárez destinó el primer presupuesto importante para la apertura y conservación de caminos, dando inicio con la participación estatal en la construcción, mantenimiento y administración de vías terrestres. Posteriormente, el 13 de mayo de 1891 el entonces Presidente de la República, Gral. Porfirio Díaz, creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.



Nuevamente, en los albores del siglo XX la Revolución Mexicana, iniciada en 1910, provocó una conmoción profunda, que por largos años impidió la realización de todo intento de carácter constructivo, y mucho menos de recuperación.

La aparición del automóvil, acaecida en México en 1906, revolucionó el tradicional sistema de transporte por carretera, influencia que tuvo mayor repercusión que los cuatrocientos años anteriores de nuestra historia. Desgraciadamente, la aparición del nuevo vehículo no produjo en los caminos de México la misma evolución que en otros países.



Hasta el momento de la aparición del automóvil, la curvatura, las pendientes y la superficie de rodamiento de los caminos, eran las adecuadas a las limitadas exigencias de los vehículos de tracción animal, pero el rápido desarrollo del automóvil de pasajeros y la irrupción de camiones de carga, con velocidades, capacidades de carga y dimensiones desconocidas hasta el momento, exigieron caminos con características geométricas preparadas para su adecuado trayecto.

En consecuencia, los antiguos caminos se ajustaron a las exigencias de los modernos vehículos, o se construyeron nuevos.

El Presidente Gral. Plutarco Elías Calles, el 30 de marzo de 1925 expidió una ley estableciendo un impuesto sobre la gasolina; en esta misma ley quedó creada la Comisión Nacional de Caminos para, disponiendo del producto de este impuesto, conservar y mejorar los nuevos caminos. En 1932 dicho organismo se convirtió en la Dirección Nacional de Caminos, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, pasando a formar parte de la maquinaria burocrática.

La Comisión Nacional de Caminos inició las obras celebrando, para unas, contratos de construcción por administración, y ejecutando otras directamente. A mediados de 1927 se comenzó a contratar a base de cantidades de obra y precios unitarios, considerando que este sistema era el más eficiente y económico. Previendo que el nivel de tránsito de los caminos, al inicio de su construcción sería bajo, la Comisión adoptó el procedimiento de *camino progresivo*, consistente en mejorar paulatinamente la superficie de rodamiento, en relación con la intensidad del tránsito, mediante el uso de arena arcillosa, grava cementada, tepetate, tezontle, entre otros; iniciándose también experimentos de petrolización sobre estos materiales. Para estas fechas, lo primordial aparte del trazo y construcción de carreteras para la Comisión era mantener en buen estado la superficie de rodamiento, no existía una clara preocupación por el aspecto de la señalización y seguridad en las carreteras.

En sus primeros tres años de vida, la Comisión ejecuto 247 kilómetros de caminos petrolizados, 332 kilómetros de caminos revestidos y 700 kilómetros en proceso de construcción. Al finalizar 1929 se había obtenido un considerable avance en la construcción del camino México - Nuevo Laredo, con el tramo México - Pachuca y el ramal Monte Morelos - General Terán pavimentados, el primero con tres riegos y el segundo con dos; el camino México - Puebla terminado hasta petrolización de tres riegos; en el camino México - Acapulco se había dado ya un paso, el tramo México - Cuernavaca se encontraba pavimentado.



En los caminos inmediatos a la Ciudad de México, comenzaba a observarse un movimiento relativamente intenso: el de México - Toluca, alcanzó en octubre de 1929, el máximo promedio mensual, de 460 vehículos; el de México - Puebla lo obtuvo en marzo con 860. En ese año se contabilizaban en números redondos 85,000 vehículos de automotor, esta cifra aumentó de manera significativa al pasar de los años, lo que obligó a modificaciones en carreteras e implementación de nuevas rutas ya que las existentes resultaban insuficientes; tal es el caso de la

ampliación de dos a cuatro carriles de la carretera México – Toluca y de la apertura de una nueva ruta que comunica el norte de la Ciudad de México con Toluca (Naucalpan – Toluca) con dos carriles, ambas rutas arrojaron en 1967 un tránsito promedio diario anual de 9,527 vehículos. El camino México – Puebla experimentó algo similar, se volvió insuficiente a la demanda del transporte terrestre, lo que arrojó la construcción de una autopista de cuota en el año de 1962, en donde se implementaron nuevas consideraciones en cuanto a su geometría, velocidad y por supuesto dispositivos para el control y seguridad del tránsito. El antiguo camino se conservó y experimentó notables mejoras; el tránsito de las dos, sumadas, arrojó en 1967 un promedio diario anual de 10,542 vehículos.

La construcción y conservación de los caminos recaía únicamente en la Federación, la situación no estaba subsanada y la necesidad de construir caminos secundarios, en los cuales intervinieran los gobiernos de los Estados, se hacía sentir cada vez con mayor fuerza. Fue entonces cuando por acuerdo presidencial de 22 de diciembre de 1932, se colocó la primera piedra en el sistema de cooperación federal a los Estados, impartiendo a éstos una ayuda del 50% del costo de caminos nacionales y locales construidos por dicho sistema. Se crearon mediante ese mismo acuerdo Juntas Locales de Caminos en todas las Entidades El sistema de cooperación con los Estados, tuvo gran acogida y se extendió rápidamente en la casi totalidad de las Entidades Federativas. Permitiendo así la construcción de caminos estatales e interestatales, que junto con la construcción de los troncales que tuvo a bien en la década de los veinte, conformar la estructura vial del país, joven pero en incremento constante.

Para 1935, ya se habían construido 985 kilómetros de terracerías, de los cuales 860 estaban revestidas y 177 petrolizadas(emulsión asfáltica) habiéndose trabajado en los siguientes caminos: Tijuana – Ensenada, La Paz – San José del Cabo, Gómez Palacio- Chávez, León – Silao, Salvatierra – Moroleón, San Luis de la Paz – Xichú, Iguala – Teloloapan, Pachuca – Huejutla, Guadalajara – Navidad, Temascal – Huetamo, Cuernavaca – Tepoztlán, Alpuyeca – Jojutla, Tres Cumbres – Zempoala, Acajoneta – Tecuala, Ruiz – Tuxpan, Mitla – San Bartola, Puebla – Atlixco, Puebla – Limón, Querétaro – Jalpan, San Luis – Antigua Morelos, Culiacán – Navolato, Nacozari – Agua Prieta, Nogales – Hermosillo, Villa Hermosa – Teapa, Tampico – Villa Juárez , Texmelucán – Tlaxcala, Limón – Veracruz y Mérida – Uxmal; México – Pachuca y en la carretera a Laredo Km. 65; rutas que prácticamente cubrían toda la extensión del país.

Fue en esta década cuando por primera vez se implementó, por parte de compañías extranjeras; el uso de las emulsiones asfálticas en calles de la ciudad de México como El Paseo de la Reforma, San Juan de Letrán (hoy Eje Lázaro Cárdenas) y la Avenida Juárez; elaborando así, superficies de rodamiento que permitieron alcanzar velocidades mayores, lo que a su vez originó la necesidad de contar con mecanismos para controlar el tránsito y prever la seguridad de los usuarios; esto no fue sino hasta 1957 cuando en México se implementó un sistema de dispositivos de control para su protección e información, adoptando sistemas utilizados en los Estados Unidos y propuestas elaboradas por la ONU.

Al final de la década de los treinta se experimentó un gran crecimiento económico en la República Mexicana, gracias a la industria petrolera. El incremento en el número de vehículos automotores y el crecimiento demográfico causaron la saturación en numerosos caminos, impidiendo que cumplieran con su misión comunicadora. Este problema planteó la disyuntiva de modernizar los tramos de la red que unían las principales ciudades, o bien construir nuevas arterias de altas especificaciones. Esta última alternativa ofrecía grandes ventajas, su construcción no interfería con el tránsito existente, además de implementar una nueva modalidad de financiamiento, basada en el cobro de una cuota por transitar por un camino de mejores especificaciones y por lo tanto de mayor seguridad.

Los caminos directos o carreteras de cuota proporcionan mayor seguridad, comodidad, economía en tiempo y en costos de transporte, por lo que se consideró razonable cobrar por la prestación del servicio una cuota.

La primera carretera de cuota fue la México – Cuernavaca, administrada y conservada por una empresa de participación estatal denominada Constructora del Sur S.A. de C.V. El sistema tuvo gran aceptación por los usuarios, lo que propició la construcción de más caminos de este tipo, denominados como Autopistas. Por este motivo el Gobierno decidió crear en 1958 el Organismo Descentralizado Caminos Federales de Ingresos. Posteriormente en 1963 se modificó su organización creándose Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE).



De forma cronológica se enlistan los acontecimientos más importantes en la historia de las carreteras de México, que como se ha visto data desde las brechas y caminos de las civilizaciones indígenas hasta las modernas autopistas de altas especificaciones.

- **1522.** Hernán Cortés encomendó a Álvaro López la apertura de un camino entre México y Veracruz.
- **1535.** Fray Sebastián de Aparicio construye las primeras carretas y funda la primera ruta de carga: Puebla – Veracruz.
- **1846.** Se instituye la Dirección General de Colonización e Industria; quedando a su cargo la construcción y recuperación de caminos.
- **1861.** El presidente Benito Juárez establece la Secretaría de Fomento, Comunicaciones y Obras Públicas, integrando funciones de diversos ministerios (23 de febrero).
- **1891.** Delimitando funciones se instalan las Secretarías de Fomento y la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) (13 de mayo).

- **1917.** Las funciones de Obras Públicas se trasladan a la Secretaría de Gobernación y entonces el nombre de la dependencia cambia a Secretaría de Comunicaciones (SC) (1 de junio). Las funciones de Obras Públicas salen de la Secretaría de Gobernación y se restituye la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) (31 de octubre).
- **1925.** Se establece la Comisión Nacional de Caminos (17 de octubre).
- **1932.** Se instala en cada entidad federativa un organismo denominado Junta Local de Caminos para la construcción de caminos alimentadores, bajo el sistema de cooperación bipartita; con la participación del gobierno federal y de los gobiernos de los estados. Se expide el Reglamento de Tránsito, de los Caminos Nacionales y de los Particulares de Concesión Federal (31 de diciembre).
- **1940.** Se publica la Ley de Vías Generales de Comunicación (19 de febrero).
- **1946.** Acuerdo por el que se autoriza el libre tránsito de los camiones de carga por las carreteras federales (29 de abril).
- **1947.** Se publica el acuerdo que deroga el que estableció el libre tránsito de camiones de carga en las carreteras nacionales de 29 de abril de 1946 (29 de mayo).
- **1949.** Se crea como empresa subsidiaria de Nacional Financiera, la Compañía Constructora del Sur, S.A. de C.V., para construir carreteras de altas especificaciones (14 de octubre). Se establece el Comité Nacional de Caminos Vecinales para la construcción de caminos de la comunidad, bajo el sistema de participación tripartita, con la participación del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y los particulares.
- **1952.** Se inauguran las primeras dos carreteras de cuota del país: México-Cuernavaca y Amacuzac-Iguala, y su administración y operación se encomiendan a la misma compañía que las construyó (30 de noviembre). Se publica el acuerdo que dicta las medidas de seguridad y vigilancia en las carreteras para el servicio público y particular de autotransporte de jurisdicción federal (23 de junio).
- **1956.** La empresa Compañía Constructora del Sur, S.A. de C.V. cambia de nombre a Caminos Federales de Ingresos S.A. de C.V. (23 de agosto).
- **1958.** Se crea el organismo público federal descentralizado del gobierno federal Caminos Federales de Ingresos, adscrito a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, de la que el primer presidente del Consejo de Administración fue el subsecretario de Obras Públicas (31 de julio). Se inaugura la autopista de cuota México-Querétaro, en que se aprovechó en un cuerpo la carretera libre del mismo recorrido (1 de octubre).
- **1959.** La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) se transforma en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y se crea la de Obras Públicas (SOP) a la que se asigna el organismo y preside su consejo (1 de enero). Se pone en operación el puente de cuota Puente Colorado (25 de marzo). Se agrega la función de administrar puentes y se crea el organismo público federal descentralizado Caminos y Puentes Federales de Ingresos (3 de junio).
- **1960.** Entra en operación el puente de cuota Puente Sinaloa (1 de septiembre). Se publica el decreto que establece el Apartado "B", del



Artículo 123 Constitucional (5 de diciembre). Se inicia el servicio de transbordadores entre Zacatal y Cd. del Carmen (19 de diciembre).

- **1962.** Se inaugura el puente de cuota Puente Coatzacoalcos; el primer gran puente mexicano y el único que cuenta con un tramo levadizo (18 de marzo). Se inaugura la autopista México-Puebla (5 de Mayo).
- **1963.** El organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos modifica objetivos y cambia de denominación a Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (29 de junio).
- **1964.** Se inaugura el Conexo Industrial en Irapuato, Guanajuato, con la planta para la producción y venta de emulsiones asfálticas del organismo (11 de junio). Se inauguran las carreteras directas de México a Ecatepec, a Teotihuacán y a Tizayuca (1 de noviembre).
- **1967.** Desaparece la Comisión Nacional de Caminos Vecinales (antes Comité) y sus funciones pasan a la Secretaría de Obras Públicas. Se inaugura la autopista Tijuana-Ensenada (25 de abril). Se inaugura el puente de cuota Puente Grijalva; el primero con un tramo basculante (20 de diciembre).
- **1969.** Se establecen las dos primeras delegaciones de zona de CAPUFE, con sedes en Tijuana y Reynosa, respectivamente.
- **1973.** Se instala en el Complejo Industrial de Irapuato, Guanajuato, la planta para la producción y venta de pinturas, empleadas por CAPUFE para la elaboración de rayas, marcas en el pavimento, y demás elementos del señalamiento horizontal (2 de febrero).
- **1975.** Se publica el Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales, que deroga el Reglamento de Tránsito del 21 diciembre de 1932 (10 de junio).
- **1977.** Se establece la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), en lugar de la Secretaría de Obras Públicas (SOP) y se le adicionan atribuciones (1 de enero). El organismo CAPUFE, se adscribe al sector Comunicaciones y Transportes, cuyo titular preside el Consejo de Administración.
- **1979.** Se desincorpora el Servicio de Transbordadores (20 de agosto).
- **1983.** La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) se transforma en Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), con nuevas atribuciones, y las obras públicas se transfieren a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (1 de enero).
- **1984.** Se establecen otras seis delegaciones de zona, con sedes en las ciudades de Guadalajara, Querétaro, Cuernavaca, Puebla, Coatzacoalcos y Veracruz. Se inaugura el puente de cuota Puente Ing. Antonio Dovalí Jaime; el primer gran puente atirantado con 1170 metros de longitud (31 de agosto).
- **1985.** Se publica el decreto por el que se reestructura la organización y funcionamiento del Organismo Público descentralizado Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (2 de agosto). Se trasladan a Cuernavaca, Morelos, las oficinas centrales de CAPUFE, que estaban en la ciudad de México (15 de octubre).
- **1986.** Se publica la Ley de Entidades Paraestatales (30 de diciembre). Por acuerdo de coordinación, las Juntas Locales de Caminos inician su desincorporación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a los gobiernos de los estados, por cesión del gobierno federal.

- **1988.** Se inaugura el puente de cuota Puente Tampico; con una longitud de 1,543 metros (17 de octubre).
- **1990.** Entrega la SCT a CAPUFE el tramo Zacapalco - Rancho Viejo, de 17.3 kilómetros. y la caseta de cobro de la carretera Amacuzac - Taxco (20 de abril). Se establece el seguro del usuario en las instalaciones carreteras de CAPUFE (18 de junio).
- **1993.** Se publica la Ley de Caminos y Puentes de Autotransporte Federal, que suprime la Ley sobre Construcción de Caminos en Cooperación con los Estados, del 8 de mayo de 1934 y se derogan y dejan sin efecto diversos artículos de la Ley de Vías Generales de Comunicación (22 de diciembre).
- **1994.** Se publica la norma oficial sobre el peso y dimensiones máximas que deben cumplir los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal (15 febrero).
- **1996.** Entrega la SCT a CAPUFE el subtramo del km. 0+000 al km. 8+300 del tramo Rancho Viejo-Taxco de la carretera Amacuzac-Taxco (13 de mayo). Entrega el Centro SCT de Chiapas a CAPUFE el tramo de cuota de la carretera Arriaga - Huixtla del km. 46+000 al 253+370, incluidos los libramientos de Tonalá y Huixtla (21 de noviembre).
- **1997.** La SCT entregó a CAPUFE el tramo libramiento San Martín Texmelucan de la carretera libramiento norte del Valle de México, para su operación, administración y conservación (1 de julio). El Diario Oficial de la Federación publica el decreto por el que se declara de utilidad e interés público la concesión de 23 carreteras (27 de agosto).
- **1998.** CAPUFE recibe de BANOBRAS la transferencia de 23 concesiones rescatadas para su operación, conservación y mantenimiento mayor y menor (14 de agosto).

## I.2. Carreteras y vialidades urbanas

### 1.2.1. Definición

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-034-SCT2-2011, una carretera se define como: camino público, ancho y espacioso, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos, con o sin accesos controlados, que puede prestar un servicio de comunicación a nivel nacional, interestatal, estatal o municipal. Mientras que una vialidad urbana se define como: el conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos.

### 1.2.2. Clasificación

Las carreteras de México se han dividido en atención a sus funciones y características. Se tienen en primer término las *Troncales*, conocidas también como **Federales**; estos caminos son por lo general de longitud considerable, comunican la capital del país con las fronteras y puertos, unen entre sí las capitales de los estados, o ligando los litorales; formando en conjunto una gran red obedeciendo las necesidades de comunicación de los principales centros de producción, consumo y esparcimiento. Una acepción técnica de Carreteras Federales es: “Vía de Comunicación pavimentada para el tránsito del transporte

terrestre; debido a que cruza el territorio de diferentes entidades federativas, su operación y mantenimiento dependen del Gobierno Federal”. A su vez, estas carreteras se dividen en Troncales de Cuota y Troncales Libres, las primeras tienen plazas de cobro en determinados tramos carreteros, además de tener conexión con otros tramos y las segundas permiten transitar sin ningún tipo de peaje, teniendo las mismas características que las primeras.



Figura I.2.2.1. Red Federal de Carreteras

En segundo término se encuentran, por sus características, importancia y volumen de tránsito las **Carreteras Estatales**; su longitud es menor que las federales y comúnmente son más angostas.

Por último y con objeto de cubrir las necesidades que no satisfacen las federales ni las estatales se encuentran los **Caminos Vecinales**. De características más modestas que las de los otros dos tipos, de longitudes generalmente cortas; muchas de las veces se encuentran sin asfaltar y sin especificaciones, tal es el caso de las *brechas*; penetrando en las regiones inhóspitas y más apartadas de México.

De forma general, la anterior clasificación hace referencia al sistema carretero con que cuenta nuestro país, sin embargo, para los fines de la Ingeniería de Tránsito y el desarrollo de estudios, diseño, construcción y mantenimiento de carreteras se refiere a clasificaciones elaboradas en función de sus

especificaciones geométricas y de su TDPA<sup>1</sup>, mismas que a continuación se exponen.

Clasificación funcional de las carreteras en México para fines de Proyecto Geométrico:

- **Troncales o Primarias.** Son parte de corredores de transporte que unen centros de población importantes, generalmente de más de 50,000 habitantes. Las cuales a su vez se dividen en:
  - Autopista (AP). Carreteras de sentidos separados físicamente por una *faja separadora central*<sup>2</sup> o mediana, control total de acceso, 2 o más carriles por sentido de circulación y *velocidad de proyecto*<sup>3</sup> en el rango de 80 a 110 Km/h. Sus TDPA's son mayores a 5,000 vehículos.
  - Vías Rápidas (VR). Carreteras de sentidos separados físicamente por una faja central o mediana y velocidad de proyecto en el rango de 80 a 110 Km/h; y que en relación con uno o varios de los demás elementos (control de acceso, número de carriles por sentido, etc.) no cumple con los estándares de las autopistas. Sus TDPA's son mayores a 5,000 vehículos.
- **Arterias o Secundarias.** Son vías que unen poblaciones medianas o pequeñas con los nodos de la red troncal, que aportan gran proporción de los viajes de mediano y corto itinerario. Tienen un solo cuerpo, control parcial de acceso, un carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de 70 a 110 Km/h. Sus TDPA's van de 1,500 a 3,000 vehículos.
- **Alimentadoras.** Son aquellas utilizadas por viajes de muy corto itinerario. Se subdividen en:
  - **Colectoras (C).** Carreteras de un solo cuerpo, control parcial de acceso, un carril por sentido de circulación y velocidad de proyecto en el rango de 60 a 100 Km/h. sus TDPA's van de 500 a 1,500 vehículos
  - **Locales (L).** Carreteras de un solo cuerpo, sin control de acceso, un carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de 50 a 80 Km/h. Sus TDPA's van de 100 a 500 vehículos.
  - **Brechas (Br).** Carreteras de un solo cuerpo, sin control de acceso, un carril por sentido de circulación, y velocidad de proyecto en el rango de 30 a 70 Km/h. Sus TDPA's son menores a 100 vehículos.

---

<sup>1</sup> TDPA. Tránsito Diario Promedio Anual. Número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un año, dividido entre el número de días del año.

<sup>2</sup> Faja Separadora Central. Zona que se dispone para prever que los vehículos que circulan en un sentido invadan los carriles de sentido contrario.

<sup>3</sup> Velocidad de proyecto. Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico.

La clasificación técnica para fines de Proyecto Geométrico en la Normativa Mexicana se establece en función del *TPDA* esperado al final del *horizonte de proyecto*<sup>4</sup>, mostrada a continuación:

Tabla I.2.2.1. Clasificación de carreteras Según el TDPA.

<b>TDPA (VEHÍCULOS)</b>	<b>TIPO DE CARRETERA</b>
5,000 – 20,000	<b>A4</b>
3,000 – 5,000	<b>A2</b>
1,500 – 3,000	<b>B</b>
500 – 1,500	<b>C</b>
100 – 500	<b>D</b>
Hasta 100	<b>E</b>
Normas de Servicios Técnicos. Proyecto Geométrico. Carreteras	

Conforme a la norma oficial mexicana NOM-034-SCT2-2011, las vialidades urbanas se clasifican en:

**Vía de tránsito vehicular.** Espacio físico destinado exclusivamente al tránsito de vehículos, que según sus características y el servicio que presta, puede ser:

1. Vía primaria: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia.

a) *Vía de circulación continua:* Vía primaria cuyas intersecciones generalmente son a desnivel; las entradas y las salidas están situadas en puntos específicos, con carriles de aceleración y desaceleración. En algunos casos cuentan con calles laterales de servicio en ambos lados de los arroyos centrales separados por camellones. Estas vías pueden ser:

- Anular o periférica: Vía de circulación continua perimetral, dispuesta en anillos concéntricos que intercomunican la estructura vial en general.
- Radial: Vía de circulación continua que parte de una zona central hacia la periferia y está unida con otras radiales mediante anillos concéntricos.
- Viaducto: Vía de circulación continua, de doble circulación, independiente una de la otra y sin cruces a nivel.

b) *Arteria principal:* Vía primaria cuyas intersecciones son controladas por semáforos en gran parte de su longitud, que conecta a los diferentes núcleos de la zona urbana, de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables. Puede contar con intersecciones a nivel o desnivel, de uno o dos sentidos de circulación, con o sin faja separadora; puede

<sup>4</sup> Horizonte de proyecto. Año futuro que corresponde al final del periodo previsto en el proyecto de la carretera.

contar con carriles exclusivos para el transporte público de pasajeros, en el mismo sentido o en contraflujo. Las arterias principales pueden ser:

- Eje vial: Arteria principal, generalmente de sentido único de circulación preferencial, sobre la que se articula el sistema de transporte público de superficie y carril exclusivo en el mismo sentido o en contraflujo.
- Avenida primaria: Arteria principal de doble circulación, generalmente con camellón al centro y varios carriles en cada sentido.
- Paseo: Arteria principal de doble circulación de vehículos con zonas arboladas, longitudinales y paralelas a su eje.
- Calzada: Arteria principal que al salir del perímetro urbano, se transforma en carretera, o que liga la zona central con la periferia urbana, prolongándose en una carretera.

2. Vía secundaria: Espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular no continuo, generalmente controlado por semáforos entre distintas zonas de la ciudad. Estas vías pueden ser:

a) *Avenida secundaria o calle colectoras*: Vía secundaria que liga el subsistema vial primario con las calles locales; tiene características geométricas más reducidas que las arterias principales, pueden tener un tránsito intenso de corto recorrido, movimientos de vueltas, estacionamiento, ascenso y descenso de pasaje, carga y descarga, y acceso a las propiedades colindantes.

b) *Calle local*: Vía secundaria que se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a las calles colectoras; los recorridos del tránsito son cortos y los volúmenes son bajos; generalmente son de doble sentido. Pueden ser:

- Residencial: Calle en zona habitacional.
- Industrial: Calle en zona industrial.
- Callejón: Vía secundaria de un solo tramo, en el interior de una manzana con dos accesos.
- Cerrada: Vía secundaria en el interior de una manzana, con poca longitud, un solo acceso y doble sentido de circulación.
- Privada: Vía secundaria localizada en el área común de un predio y de uso colectivo de las personas propietarias o poseedoras del predio.
- Terracería: Vía secundaria abierta a la circulación vehicular y que no cuenta con ningún tipo de pavimento.

**Ciclovía.** Vía pública para circulación en bicicleta. Una ciclovía puede ser:

- Confinada: En la que sólo se permite el acceso en puntos específicos. Normalmente se ubican en los camellones o fajas separadoras.
- Compartida: En la que no existe control de acceso y normalmente comparten el arroyo vial de las carreteras y vialidades urbanas.
- Separada: La que opera fuera del arroyo vial de las carreteras y vialidades urbanas, y normalmente se ubican en áreas turísticas y recreativas.

### I.3. Infraestructura vial en México

Las carreteras han sido eje fundamental en el desarrollo económico del país durante los últimos cincuenta años, ya que han integrado y comunicado a diversas zonas y regiones, lo que ha facilitado su comunicación con el resto del país. La longitud del sistema carretero en la actualidad, a nivel nacional es de 377,660 kilómetros, mismos que se distribuyen según el tipo de vialidad, en los estados de la República como lo indica la Tabla I.3.1.

Tabla I.3.1. Longitud y características de la red de carreteras por entidad federativa (kilómetros)

Entidad	Brechas mejoradas	Terracería	Revestidas	Pavimentadas			Total
				Dos carriles	Cuatro o más carriles	Total	
Aguascalientes	333	0	704	1,140	148	1,288	2,325
Baja California	4,284	462	4,178	2,430	395	2,825	11,749
Baja California Sur	1,056	738	1,745	2,000	185	2,185	5,724
Campeche	608	849	380	3,659	57	3,716	5,553
Coahuila	0	0	3,698	3,983	805	4,788	8,486
Colima	141	84	792	1,009	183	1,192	2,209
Chiapas	59	1,011	15,125	6,475	306	6,781	22,976
Chihuahua	0	1,063	6,761	3,769	1,679	5,448	13,272
Distrito Federal	0	0	0	79	70	149	149
Durango	924	1,418	8,098	4,680	439	5,119	15,559
Guanajuato	1,381	0	4,977	5,886	541	6,427	12,785
Guerrero	6,080	0	6,432	5,784	316	6,100	18,612
Hidalgo	1,274	180	5,935	3,652	532	4,184	11,573
Jalisco	14,156	185	6,358	6,345	851	7,196	27,895
México	0	0	6,784	5,895	647	6,542	13,326
Michoacán	4,000	0	4,498	6,534	436	6,970	15,468
Morelos	909	0	265	1,366	322	1,688	2,862
Nayarit	3,331	0	2,739	2,976	263	3,239	9,309
Nuevo León	27	6	2,522	4,006	772	4,778	7,333
Oaxaca	2,427	0	12,918	7,075	152	7,227	22,572
Puebla	205	0	4,405	5,292	225	5,517	10,127
Querétaro	0	0	1,398	1,669	228	1,897	3,295
Quintana Roo	0	0	2,504	2,639	300	2,939	5,443
San Luis Potosí	0	104	6,061	5,010	405	5,415	11,580
Sinaloa	5,560	3,325	2,980	4,307	779	5,086	16,951
Sonora	13,476	0	4,412	6,440	833	7,273	25,161
Tabasco	0	550	3,788	4,056	259	4,315	8,653
Tamaulipas	0	162	8,680	4,838	306	5,144	13,986
Tlaxcala	0	0	1,101	1,421	247	1,668	2,769
Veracruz	9,454	1,129	7,855	6,666	783	7,449	25,887
Yucatán	3,619	0	2,511	5,578	404	5,982	12,112
Zacatecas	1,293	0	4,972	5,063	631	5,694	11,959
Total	74,597	11,266	145,576	131,722	14,499	146,221	377,660

Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012

Cabe aclarar que la clasificación empleada para denotar la longitud del sistema vial mexicano, no se mencionó en el inciso anterior, debido a que esta última clasificación carece de un valor técnico, puesto que está realizada en función de los materiales empleados; la cual designa dos grupos de carreteras, las Pavimentadas, divididas en carreteras de 2 carriles y en carreteras de 4 o más

carriles. El segundo grupo lo conforman las carreteras No pavimentadas, las cuales a su vez se dividen en Brechas mejoradas<sup>5</sup>, Terracerías<sup>6</sup> y Revestidas<sup>7</sup>.

El Estado con mayor longitud de brechas mejoradas es Jalisco, con 14,156 kilómetros. La entidad con mayor número de terracerías es Sinaloa con 3,325; Chiapas cuenta con la mayor longitud de carreteras revestidas, 15,125. En lo que concierne a carreteras pavimentadas, Oaxaca cuenta con 7,075 kilómetros de carreteras de dos carriles y Chihuahua 1,679 kilómetros de carreteras de 4 o más carriles, Estados con la mayor longitud de estos tipos de vialidades. De forma general el Estado con mayor longitud de infraestructura vial es Jalisco con 27,895 kilómetros.

La infraestructura vial del país crece, a veces de forma no planeada, debido a que lo hace para subsanar las necesidades presentes de transporte y comunicación. La Tabla I.3.2 presenta la evolución de las carreteras desde 1995 hasta 2012.

Tabla I.3.2. Evolución del crecimiento de las carreteras en México (km)

Año	Brechas mejoradas	Terracería	Revestidas	Pavimentadas			Total
				Dos carriles	Cuatro o más carriles	Total	
1995	50,602	9,782	136,916	87,467	8,449	95,916	293,216
1996	50,432	9,774	138,480	89,805	8,912	98,717	297,403
1997	51,231	11,783	137,489	92,955	9,265	102,250	302,753
1998	52,416	11,808	140,694	94,589	9,434	104,023	308,941
1999	52,992	11,700	145,907	98,019	10,056	108,075	318,674
2000	60,557	8,741	145,279	98,275	10,213	108,488	323,065
2001	65,131	6,490	147,474	100,562	10,348	110,910	330,005
2002	68,764	6,693	148,586	102,988	10,137	113,125	337,168
2003	66,920	13,661	151,433	106,445	10,578	117,023	349,037
2004	63,148	15,500	156,501	105,954	10,972	116,926	352,075
2005	72,886	7,167	153,065	111,447	11,231	122,678	355,769
2006	68,570	10,525	154,496	112,026	11,328	123,354	356,945
2007	66,569	10,149	156,184	115,557	11,616	127,173	360,075
2008	73,142	8,937	151,288	119,271	11,974	131,245	364,612
2009	74,138	8,798	147,714	124,185	11,972	136,157	366,807
2010	74,346	8,782	150,404	125,764	12,640	138,404	371,936
2011	75,314	8,805	148,782	123,320	13,041	141,361	374,262
2012	74,597	11,266	145,576	131,722	14,499	146,221	377,660

Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012

Las carreteras que por su naturaleza merecen mayores consideraciones son las Carreteras Troncales o Primarias, mismas que conforman a la Red de Carreteras Troncales, agrupadas en Libres y de Cuota. A continuación en la Figura I.3.1 se presenta la distribución de los Corredores Troncales de la red carretera.

Estos catorce corredores troncales están conformados por carreteras de cuota y libres, cuya longitud y características por entidad federativa se presentan en la Tabla I.3.3.

<sup>5</sup> Camino rústico de tierra o pedregoso acondicionado por la mano del hombre, de acuerdo a sus necesidades.

<sup>6</sup> Camino cuya superficie puede estar compuesta de distintos materiales, tales como: gravas, arenas y limos; que al ser compactadas permiten el tránsito vehicular con restricciones en el desarrollo de la velocidad.

<sup>7</sup> Camino donde pueden transitar vehículos automotores. Entre sus características destaca la superficie de rodamiento que consiste en una capa delgada de asfalto o gravilla compactada. Este tipo de infraestructura comúnmente interconecta localidades rurales o urbanas pequeñas.





**14 CORREDORES TRONCALES**

- México - Guadalajara - Tepic - Mazatlán - Guaymas - Hermosillo - Nogales con ramal a Tijuana —————
- México - Querétaro - San Luis Potosí - Saltillo - Monterrey - Nuevo Laredo con ramales a Piedras Negras - - - - -
- Querétaro - Irapuato - León - Lagos de Moreno - Aguascalientes - Zacatecas - Torreón - Chihuahua - Cd. Juárez - - - - -
- Acapulco - Cuernavaca - México -Tuxpam - - - - -
- Puebla - Progreso —————
- Mazatlán - Durango - Torreón - Saltillo - Monterrey - Reynosa - Matamoros —————
- Manzanillo - Guadalajara - Lagos de Moreno - San Luis Potosí - Tampico con ramal a Lázaro Cárdenas y Ecuandureo - - - - -
- Acapulco - Cuernavaca - Puebla - Veracruz —————
- Veracruz - Monterrey con ramal a Matamoros —————
- Transpeninsular de Baja California - - - - -
- Altiplano —————
- Puebla - Cd. Hidalgo - - - - -
- Circuito Transísmico - - - - -
- Peninsular de Yucatán - - - - -

Figura I.3.1. Corredores troncales de la red carretera

Tabla I.3.3. Longitud y características de la red de carreteras troncales (kilómetros)

Entidad	Pavimentadas de Cuota			Pavimentadas Libres		
	Dos carriles	Cuatro o más carriles	Total	Dos carriles	Cuatro o más carriles	Total
Aguascalientes	21	0	21	243	101	344
Baja California	45	220	265	1,417	174	1591
Baja California Sur	20	0	20	1,007	185	1192
Campeche	0	40	40	1,228	17	1245
Coahuila de Zaragoza	48	235	283	1,104	377	1481
Colima	0	65	65	235	50	285
Chiapas	232	0	232	1,834	306	2140
Chihuahua	273	447	720	1,650	462	2112
Distrito Federal	0	48	48	79	22	101
Durango	104	331	435	1,829	95	1924
Guanajuato	94	187	281	771	154	925
Guerrero	74	243	317	1,833	73	1906
Hidalgo	42	116	158	498	245	743
Jalisco	115	490	605	1,684	272	1956
México	118	436	554	552	211	763
Michoacán de Ocampo	291	276	567	2,053	127	2180
Morelos	44	118	162	179	79	258
Nayarit	145	108	253	734	32	766
Nuevo León	0	357	357	737	404	1141
Oaxaca	211	27	238	2,794	64	2858
Puebla	369	188	557	969	37	1006
Querétaro de Arteaga	0	109	109	368	119	487
Quintana Roo	15	72	87	634	133	767
San Luis Potosí	242	48	290	1,245	357	1602
Sinaloa	163	330	493	570	250	820
Sonora	0	545	545	1,456	228	1684
Tabasco	0	54	54	432	162	594
Tamaulipas	15	44	59	1,936	214	2150
Tlaxcala	33	72	105	366	175	541
Veracruz	185	547	732	2,211	182	2393
Yucatán	0	154	154	1,119	190	1309
Zacatecas	62	32	94	916	572	1488
<b>Total</b>	<b>2,961</b>	<b>5,939</b>	<b>8,900</b>	<b>34,683</b>	<b>6,069</b>	<b>40,752</b>

Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012

El estado con mayor longitud de carreteras troncales de cuota de dos carriles es Puebla con 369 kilómetros. Veracruz es la entidad con mayor longitud de carreteras troncales de cuota de cuatro carriles, con 547 kilómetro; siendo esta entidad la que cuenta con la mayor longitud de carreteras troncales de cuota, con 732 kilómetros. En el caso de las carreteras troncales libres de dos carriles, Oaxaca es el estado con mayor longitud, con 2,794 kilómetros. En las carreteras de cuatro o más carriles, Zacatecas es la entidad con mayor infraestructura; 572 kilómetros. Oaxaca es el estado con mayor longitud de carreteras troncales libres, con 2,858 kilómetros. El total de la red de carreteras troncales en México está conformada por 8,900 kilómetros de cuota y 40,752 kilómetros libres. Estas cifras han sido tomadas del Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012, elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Las carreteras de cuota (autopistas) han sido eje fundamental en el desarrollo económico del país durante los últimos cincuenta años, ya que han integrado y comunicado a diversas zonas y regiones, lo que ha facilitado su comunicación con el resto del país. En México la red de autopistas, al igual que en otros países

que cuentan con sistemas de carreteras de cuota, ofrece a los usuarios ahorros en tiempos de recorrido, consumo de combustibles y desgastes de vehículos. Esta red está operada en México por Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), organismo encargada de la administración, mantenimiento y construcción de las autopistas de México. CAPUFE de esta manera opera una red propia y algunas de las autopistas concesionadas a particulares y/o gobiernos de los estados. Además, en 1997 CAPUFE recibió para su administración las autopistas de la red adscrita al Fideicomiso de Apoyo para el Rescate de Autopistas Concesionadas (FARAC) lo que a partir de febrero de 2008 se convirtió en Fondo Nacional de Infraestructura (FNI), Tabla I.3.4. De esta manera, con la operación de esta red de autopistas, sumadas a nuevos tramos y ampliaciones realizadas en años posteriores, ha significado para este organismo un crecimiento en responsabilidades y extensión de la red de autopistas bajo su operación, convirtiéndose así una de los sistemas más grandes del mundo.

Tabla I.3.4. Longitud de la red de autopistas operadas por CAPUFE.

Autopista	Longitud (Km)			Total
	Entidad Federativa	Cuatro y/o más carriles	Dos Carriles	
<b>Red Propia</b>				
Chapalilla-Compostela	Nayarit	-	35.5	35.5
Libramiento Sur II de Reynosa	Tamaulipas	-	6.1	6.1
Ent. Cuauhtémoc-Ent. Osiris	Zacatecas	-	41.2	41.2
<b>Total</b>			<b>82.8</b>	<b>82.8</b>
<b>Red Contratada</b>				
México-Tizayuca	Hidalgo	11.4	-	11.4
	México	34.4	-	34.4
Libramiento Tulancingo-Nuevo Necaxa	Hidalgo	-	57.9	57.9
Libramiento Norte de Chilpancingo-Montaña Baja	Guerrero	-	20.6	20.6
Entronque Tihuatlán-Tuxpan	Veracruz	-	37.5	37.5
<b>Total</b>		<b>45.8</b>	<b>116.0</b>	<b>161.8</b>
<b>Red FNI</b>				
México-Cuernavaca	Distrito Federal	28.3	-	28.3
	Morelos	33.2	-	33.2
Puente de Ixtla-Iguala	Guerrero	-	44.7	44.7
	Morelos	-	18.9	18.9
La Pera-Cuautla	Morelos	-	34.2	34.2
Zacapalco-Rancho Viejo	Guerrero	-	17.3	17.3
Campeche-Champotón	Campeche	39.5	-	39.5
Cuernavaca-Acapulco	Guerrero	201.6	-	201.6
	Morelos	61.0	-	61.0
Monterrey-Nuevo Laredo	Nuevo León	123.1	-	123.1
Libramiento Poniente de Tampico	Tamaulipas	-	14.5	14.5
Cadereyta-Reynosa	Nuevo León	132.0	-	132.0
Chamapa-Lechería	México	36.1	-	36.1
Lib. Noreste de Querétaro	Querétaro	37.5	-	37.5
Córdoba-Veracruz	Veracruz	98.0	-	98.0
La Tinaja-Cosoleacaque	Veracruz	228.0	-	228.0
Estación Don-Nogales	Sonora	459.0	-	459.0
Lib. Oriente de Saltillo	Coahuila	21.0	-	21.0

Autopista	Longitud (Km)			Total
	Entidad Federativa	Cuatro y/o más carriles	Dos Carriles	
La Carbonera-Puerto México	Coahuila	35.1	-	35.1
Torreón-Salttillo	Coahuila	115.0	-	115.0
Gómez Palacio-Corralitos	Chihuahua	42.0	-	42.0
	Durango	109.3	-	109.3
Reynosa-Matamoros	Tamaulipas	44.0	-	44.0
Aguadulce-Cárdenas	Tabasco	57.4	-	57.4
Tihuatlán-Gutiérrez Zamora	Veracruz	37.2	-	37.2
México-Querétaro	Hidalgo	24.4	-	24.4
	México	90.7	-	90.7
	Querétaro	59.4	-	59.4
Querétaro-Celaya	Guanajuato	37.4	-	37.4
	Querétaro	8.1	-	8.1
Celaya-Irapuato	Guanajuato	59.3	-	59.3
México-Puebla	Distrito Federal	0.2	-	0.2
	México	46.6	-	46.6
	Puebla	64.1	-	64.1
Las Choapas-Ocozacoautla	Chiapas	-	93.0	93.0
	Veracruz	-	105.0	105.0
Puebla-Orizaba	Puebla	103.5	-	103.5
	Veracruz	30.6	-	30.6
Tijuana-Ensenada	Baja California	89.5	-	89.5
Cd. Mendoza-Córdoba	Veracruz	39.3	-	39.3
Rancho Viejo-Taxco	Guerrero	-	8.3	8.3
Vuacnopalan-Tehuacan-Oaxaca	Oaxaca	27.0	132.0	159.0
	Puebla	-	84.0	84.0
La Rumorosa-Tecate	Baja California	55.5	-	55.5
Aeropuerto-Los Cabos-San José del Cabo	Baja California Sur	-	20.2	20.2
Salina Cruz-Tehuantepec-La Ventosa	Oaxaca	-	75.4	75.4
Durango-Mazatlán	Durango		104.0	104.0
	Sinaloa		58.3	58.3
Lagos de Moreno-San Luis Potosí	Jalisco		66.1	66.1
<b>Total Red FNI</b>		<b>2,673.9</b>	<b>875.9</b>	<b>3,549.8</b>
<b>Total</b>		<b>2,719.7</b>	<b>1,074.7</b>	<b>3,794.4</b>

Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2012

---

## II. INGENIERÍA DE TRÁNSITO

### II.1. Definición

Las grandes ciudades dependen de sus sistemas viales, ofreciendo servicios de transporte; muchas veces, estos sistemas deben operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer la demanda de transportación de automóviles, vehículos de carga, transporte público de corto, mediano y largo itinerario, etc., originando *problemas de tránsito*, término acuñado para definir el flujo de personas, bienes y mercancías mediante el empleo de automotores de diversas capacidades y velocidades por conductos destinados ex profeso para su recorrido.

Esta acción de transitar por vialidades creadas para ello mediante el empleo de vehículos automotores conlleva, como toda actividad humana a *conflictos*, problemas presentes en el funcionamiento cotidiano de dicha acción. Es por ello que surge la necesidad de dar solución a los problemas de circulación de vehículos; como consecuencia surge la *Ingeniería de Tránsito*; especialización de la Ingeniería concebida para el estudio del aspecto funcional de la vialidad, del movimiento de vehículos y peatones.

El Instituto de Ingenieros de Transporte, ITE por sus siglas en inglés, define la Ingeniería de Tránsito, de la siguiente manera: “es aquella fase de la Ingeniería de Transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte”. La Ingeniería de Tránsito es un subconjunto de la Ingeniería de Transporte<sup>8</sup>, y a su vez el Proyecto Geométrico es una etapa de la Ingeniería de Tránsito.

El objetivo de la Ingeniería de Tránsito consiste en estructurar planes adecuados, prácticos y racionales para mejorar la seguridad y la fluidez del tránsito en los sistemas viales de los asentamientos humanos. Necesaria es la aplicación de la Ingeniería de Tránsito en grandes proyectos de vialidades, cuando se trata de construir carreteras con estándares de proyecto altos, como autopistas. Pero también es indispensable para lograr abatir la incidencia de accidentes, la utilización óptima de dispositivos de control y seguridad; en fin, todo ello en beneficio de personas, del medio ambiente y de los bienes y mercancías.

En el trazado de las calles y carreteras, especialmente en lo que se refiere a sus intersecciones y enlaces, la Ingeniería de Tránsito tiene un papel esencial. Aunque muchos de los detalles de la técnica del trazado no son específicos de esta rama de la Ingeniería, es preciso que los ingenieros que realizan los proyectos de trazado tengan una formación suficiente en tránsito y, en todo caso, es muy conveniente que algún ingeniero especialista en tránsito intervenga en la revisión de los planos finales.

---

<sup>8</sup> Aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.

Es muy frecuente que planos preparados desde el punto de vista funcional, con carácter de estudio previo, hayan de sufrir modificaciones importantes durante la elaboración de las sucesivas etapas del proyecto. Incluso en algunos casos, el estudio de la señalización puede aconsejar ciertas modificaciones del trazo, después de que aparentemente estuviera ya ultimada la solución definitiva.

Las primeras actividades de la Ingeniería de Tránsito, estuvieron dedicadas a resolver los problemas de ordenación y aun actualmente, éstos ocupan la atención preferente de la mayor parte de los ingenieros. Son funciones típicas de esta actividad el estudio de medidas tales como la señalización de calles y carreteras, el establecimiento de sentidos únicos, el control del estacionamiento y la prohibición de giros, todas ellas encaminadas a obtener un mayor rendimiento de las vías existentes.

Los medios fundamentales de que disponen los ingenieros de tránsito para ordenar la circulación son la señalización, los semáforos, las señales y marcas viales; mediante las cuales se orienta y obliga a los conductores a cumplir las normas y reglamentos de tránsito.

La correcta ordenación del tráfico es siempre necesaria para hacer posible una circulación segura. Pero a medida que se saturan las carreteras y las calles, aparece una segunda razón que justifica extremar el cuidado de la ordenación: hacer posible una circulación fluida. Esta segunda razón exige medidas más afinadas y ha contribuido decisivamente al considerable desarrollo de la Ingeniería de Tránsito en todo el mundo, siendo su actuación imprescindible, especialmente para la ordenación de las zonas urbanas.

Por último, en la revisión y puesta a punto de las normas generales que regulan la circulación, tiene también un papel esencial la Ingeniería de Tránsito. A medida que surgen problemas nuevos, es preciso modificar las normas que hayan de aplicarse, generalmente en el sentido de imponer mayores restricciones a determinados usuarios para conseguir un beneficio general.

## II.2. Sistema de transporte carretero

El análisis del sistema de transporte debe apoyarse en las dos premisas básicas siguientes:

- El sistema global de transporte de una región debe ser visto como un sistema multimodal simple.
- El análisis del sistema de transporte no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región.

Por lo tanto, en el análisis del sistema global de transporte se deben considerar:

- *Todos los modos de transporte.*
- *Todos los elementos del sistema de transporte:* las personas y mercancías a ser transportadas; los vehículos en que son transportados; la red de infraestructura sobre la cual son movilizados los vehículos, los pasajeros y la carga, incluyendo las terminales y los puntos de transferencia.
- *Todos los movimientos a través del sistema,* incluyendo los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- *El viaje total,* desde el punto de origen hasta el de su destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico. En la Figura II.2.1 se ilustra esta relación con base en tres variables básicas.

- El sistema de transporte T.
- El sistema de actividades A, es decir, el patrón de actividades socioeconómicas que se desarrollan en la región.
- La estructura de flujos F, esto es, los orígenes, destinos, rutas y volúmenes de personas y carga que se mueven a través del sistema.

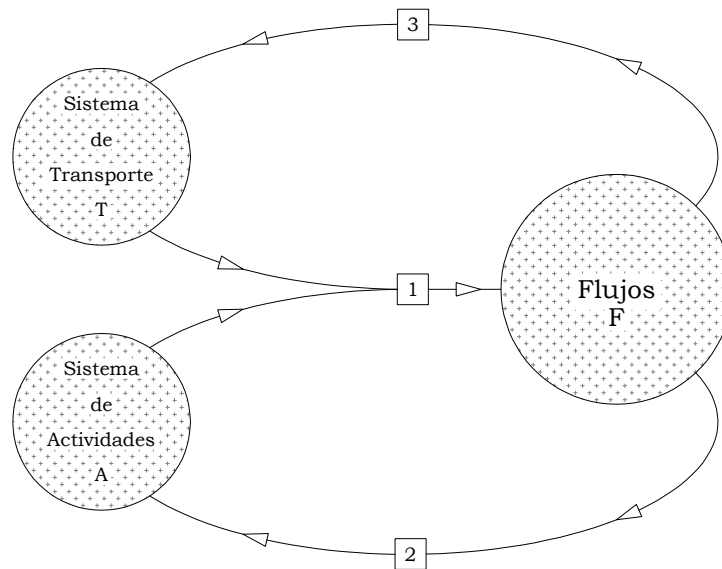


Figura II.2.1. Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos.

En el diagrama se pueden identificar tres clases de relaciones entre las tres variables: la relación 1 indica que los flujos F que se presentan en el sistema son el producto de las interacciones entre el sistema de transporte T y el sistema de actividades A. La relación 2 señala que los flujos F causan cambios en el sistema de actividades A en el largo plazo, a través del patrón de servicios ofrecido y de los recursos consumidos en proveerlos. Y la relación 3 advierte que los flujos F observados en el tiempo generan cambios en el sistema de transporte, obligando a que los operadores y el gobierno desarrollen nuevos servicios de transporte o modifiquen los existentes.

El cometido del transporte se lleva a cabo mediante la provisión de redes compuestas por la estructura conformada por las conexiones, las unidades transportadoras y las terminales.

1. *Conexiones o medios.* Elementos fijos que conectan las terminales, sobre las cuales se desplazan las unidades transportadoras. Pueden ser de dos tipos: conexiones físicas (carreteras, calles, rieles, ductos, rodillos y cables) y conexiones navegables (mares, ríos, el aire y el espacio).
2. *Las unidades transportadoras.* Unidades móviles en las que se desplazan las personas y las mercancías, por ejemplo: vehículos (automotores, trenes, aviones, embarcaciones y vehículos no motorizados), cabinas, bandas, motobombas, la presión y la gravedad.
3. *Las terminales.* Puntos donde el viaje o embarque comienza y termina, o donde tiene lugar un cambio de unidad transportadora o modo de transporte; teniéndose las siguientes: grandes (aeropuertos, puertos, terminales de autobuses, y de carga, estaciones ferroviarias y estacionamientos en edificios), pequeños (plataformas de carga, paradas de autobuses, y garajes residenciales), informales (estacionamientos en la calles y zonas de carga) y otros (tanques de almacenamiento y depósitos).



Las actividades globales de transporte se llevan a cabo en cinco grandes sistemas: *carretero, ferroviario, aéreo, acuático y de flujos continuos*. Cada uno de ellos se divide en dos o más modos específicos, y se evalúan en términos de los siguientes tres atributos.

1. *Ubicación*. Grado de accesibilidad al sistema, facilidad de rutas directas entre puntos extremos y facilidad para acomodar un tránsito variado.
2. *Movilidad*. Cantidad de tránsito que puede acomodar el sistema (capacidad) y la rapidez con la que éste puede transportar.
3. *Eficiencia*. Relación entre los costos totales (directos más indirectos) del transporte y su productividad.

En la Tabla II.2.1 se presentan el sistema de transporte carretero, sus medios, atributos, modos y el tipo de servicio que presenta.

Tabla II.2.1. Sistema de transporte carretero

Medio	Ubicación	Movilidad	Eficiencia	Modo	Servicio de pasajeros	Servicio de carga
Carreteras y calles	Muy alta. Acceso directo a la propiedad lateral. Rutas directas limitadas por la topografía y el uso del suelo	Velocidades limitadas por factores humanos y controles. Baja capacidad vehicular, pero alta disponibilidad de vehículos.	No tan alta en términos de seguridad, energía y algunos costos.	Camión		Interurbano, local y rural, hacia centro de procesamiento y mercados, cargas y pequeñas y contenedores.
				Autobús	Interurbano y local	Paquetes (interurbano)
				Automóvil	Interurbano y local	Objetos personales
				Bicicleta	Local y recreativo	Insignificante

Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicación. Cal y Mayor. México 1994.

### II.3 Clasificación y características del vehículo

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


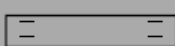




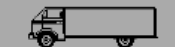


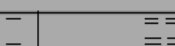



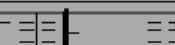

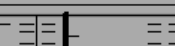


#### II.3.1. Clasificación

De forma general, los vehículos que transitan por una carretera se dividen en dos grupos: *vehículos ligeros* y *vehículos pesados*:

- *Vehículos Ligeros*. Vehículos de carga y/o pasajeros, que tienen dos ejes y cuatro ruedas; se incluyen en ésta denominación los automóviles, camionetas y las unidades ligeras de carga o pasajeros.
- *Vehículos Pesados*. Unidades destinadas al transporte de carga o de pasajeros, de dos o más ejes, de seis o más ruedas; en ésta denominación se incluyen los camiones y autobuses.

El método más comúnmente usado para describir el flujo del tránsito en México es de acuerdo a la clasificación elaborada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, misma que se indica en la Tabla II.3.1.1.

Tabla II.3.1.1. 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
					C3
		3			T2 - S1
					T2 - S2
		4			T3 - S2
			5		

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT México 1991

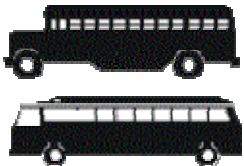





Atendiendo a su clase, los vehículos pesados se clasifican de acuerdo a la Tabla II.3.1.2:











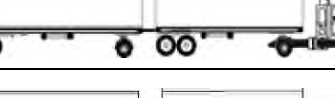

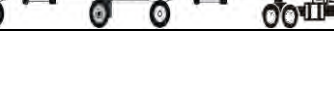
Tabla II.3.1.2 Clasificación vehículos pesados.








Clase	Nomenclatura
Autobús	B
Camión Unitario	C
Camión Remolque	CR
Tractocamión Articulado	TS
Tractocamión Doblemente Articulado	TSR Y TSS

En función de la clase, nomenclatura, número de ejes y llantas; la clasificación de los vehículos pesados queda expresada conforme a la Tabla II.3.1.3.

Tabla II.3.1.3. Clasificación complementaria de vehículos pesados.

Autobús ( B )			
Nomenclatura	Número de ejes	Número de llantas	Configuración del Vehículo
B2	2	6	
B3	3	8 ó 10	
B4	4	10	
Camión Unitario ( C )			
C2	2	6	
C3	3	8 - 10	
Camión - Remolque ( C - R )			
C2-R2	4	14	

C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	
<b>Tractocamión Articulado ( TS )</b>			
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	
<b>Tractocamión Doblemente Articulado ( TSR )</b>			
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	

T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2 <sup>1</sup>	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4 <sup>1</sup>	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	
<p>Las configuraciones T3-S2-R2 y T3-S2-R4 podrán comprender un semiremolque de tres ejes con eje retráctil, siempre y cuando no se exceda el número máximo de ejes autorizado ni el peso bruto vehicular máximo para el T3-S2-R2 y T3-S2-R4 respectivamente. En todo caso, dicho eje retráctil deberá estar levantado durante la circulación del vehículo.</p> <p>Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008</p>			

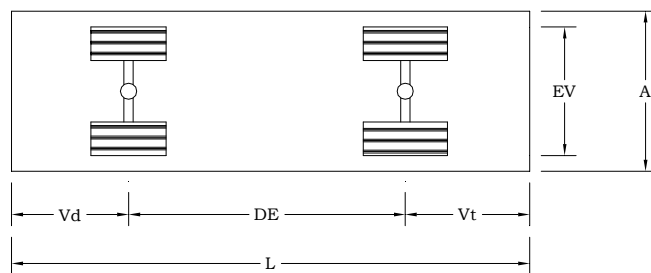
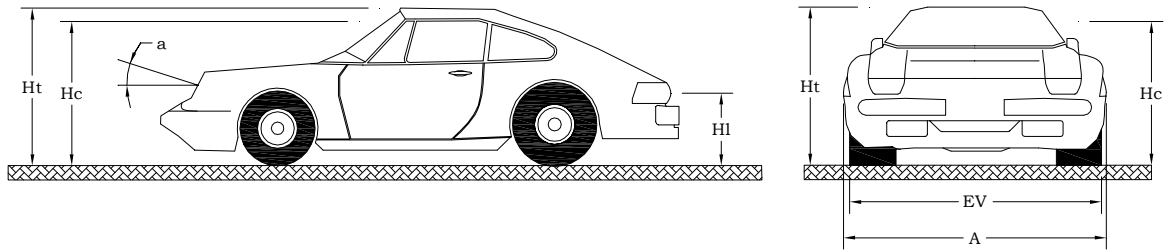
Cabe mencionar que la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*, en vigor ya no incluye los vehículos tipo A (automóviles).

### II.3.2. Características geométricas y de operación

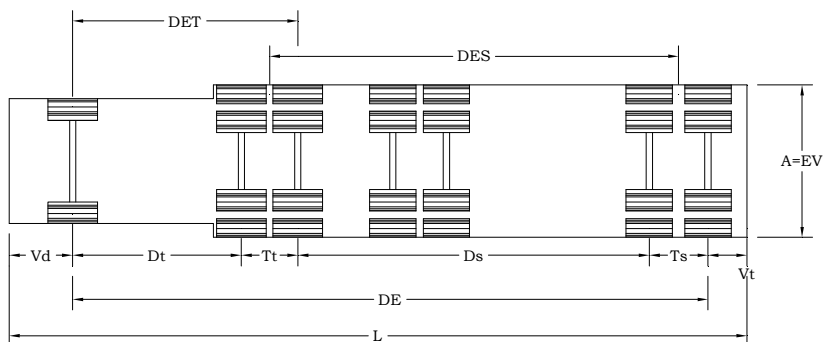
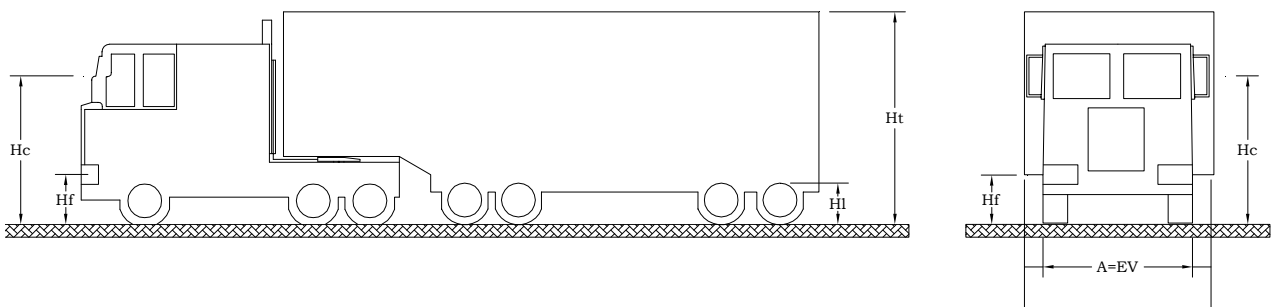
En el proyecto de los elementos de una carretera deben tenerse en cuenta las características geométricas y de operación de los vehículos. Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro. Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia, la cual en combinación con otras características del vehículo y del conductor, determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad en las curvas y los costos de operación.

En la Figura II.3.2.1 se muestran las dimensiones de los vehículos ligeros y pesados que deben tomarse en cuenta para el proyecto geométrico de carreteras. Estas dimensiones son:

- $L$  = Longitud total del vehículo.
- $DE$  = Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.
- $DET$  = Distancia entre los ejes más alejados del tractor.
- $DES$  = Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque.  
Cuando el semirremolque tiene ejes tándem, esta distancia se mide hasta el centro del tándem.
- $Vd$  = Vuelo delantero.
- $Vt$  = Vuelo trasero.
- $Tt$  = Distancia entre los ejes del tándem del tractor.
- $Ts$  = Distancia entre los ejes del tándem del semirremolque.
- $Dt$  = Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tractor.
- $Ds$  = Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor y el eje delantero del tándem del semirremolque.
- $A$  = Ancho total del vehículo.
- $EV$  = Distancia entre las caras extremas de las ruedas (entre vía).
- $Ht$  = Altura total del vehículo.
- $Hc$  = Altura de los ojos del conductor.
- $Hf$  = Altura de los faros delanteros.
- $Hl$  = Altura de las luces posteriores.
- $\alpha$  = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros.



VEHÍCULO LIGERO



VEHÍCULO PESADO

Figura II.3.2.1. Dimensiones de los vehículos ligeros y pesados. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, op cit.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, las dimensiones máximas autorizadas para todas las clases de vehículos que transitan en los diferentes tipos de caminos son:

*Ancho máximo:* 2.60 m no incluyendo los espejos retrovisores, elementos de sujeción y demás aditamentos para el aseguramiento de la carga; estos accesorios no deben sobresalir más de 20 cm a cada lado del vehículo.

*Altura máxima:* 4.25 m.

*Largo máximo.* Los indicados en la Tabla II.3.2.1.

Tabla II.3.2.1. Largo máximo autorizado por clase de vehículo y camino

VEHÍCULO	NO. EJES	NO. LLANTAS	LARGO TOTAL (m)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
B4	4	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2-R2	4	14	31,0	28,5	NA	NA
C3-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA
C3-R3	6	22	31,0	28,5	NA	NA
C2-R3	5	18	31,0	28,5	NA	NA
T2-S1	3	10	23,0	20,8	18,5	NA
T2-S2	4	14	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S2	5	18	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S3	6	22	23,0	20,8	18,5	NA
T2-S1-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA
T2-S1-R3	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T2-S2-R2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S1-R2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S1-R3	7	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R2	7	26	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R4	9	34	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R3	8	30	31,0	28,5	NA	NA
T3-S3-S2	8	30	25,0	25,0	NA	NA
T2-S3	5	18	23,0	20,0	18,0	NA
T3-S1	4	14	23,0	20,0	18,0	NA
T2-S2-S2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-S2	7	26	31,0	28,5	NA	NA



El Peso Bruto Vehicular<sup>9</sup> máximo autorizado para cada vehículo o configuración vehicular, según el tipo de camino en que transitan, es el indicado en la Tabla II.3.2.2, considerando la suma de pesos por eje y la fórmula puente:

$$PBV = 870 \left[ \frac{DE \times N}{N-1} + (3.66 \times N) + 11 \right]$$

Donde:

PBV = Peso Bruto Vehicular en kg

DE = Distancia entre ejes extremos (medida del centro del eje delantero, al centro del último eje del vehículo o configuración vehicular) en m.

N = Número de ejes

Tabla II.3.2.2. Peso Bruto Vehicular autorizado por clase de vehículo y camino

Vehículo o Configuración vehicular	No. de Ejes	No. de Llantas	Peso Bruto Vehicular (t)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0
B3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
B3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
B4	4	10	27,0	25,0	22,5	21,0
C2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0
C3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
C3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
C2-R2	4	14	37,5	35,5	NA	NA
C3-R2	5	18	44,5	42,0	NA	NA
C3-R3	6	22	51,5	47,5	NA	NA
C2-R3	5	18	44,5	41,0	NA	NA
T2-S1	3	10	27,5	26,0	22,5	NA
T2-S2	4	14	34,5	31,5	28,0	NA
T3-S2	5	18	41,5	38,0	33,5	NA
T3-S3	6	22	48,0	45,5	40,0	NA
T2-S3	5	18	41,0	39,0	34,5	NA
T3-S1	4	14	34,5	32,5	28,0	NA
T2-S1-R2	5	18	47,5	45,0	NA	NA
T2-S1-R3	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T2-S2-R2	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T3-S1-R2	6	22	54,5	51,5	NA	NA
T3-S1-R3	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R2	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R4	9	34	66,5	66,0	NA	NA
T3-S2-R3	8	30	63,0	62,5	NA	NA
T3-S3-S2	8	30	60,0	60,0	NA	NA
T2-S2-S2	6	22	51,5	46,5	NA	NA
T3-S2-S2	7	26	58,5	53,0	NA	NA

NOTA. La clasificación de Caminos indicada se aprecia en el Capítulo III.

<sup>9</sup> Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería, en el caso de los vehículos destinados al servicio de pasajeros.

## **II.4. Capacidad**

La Capacidad de un camino o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular por él durante un periodo de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto del camino como de la operación del tránsito. La capacidad depende primordialmente de las condiciones establecidas por las *características físicas del camino* (alineamientos horizontal y vertical, número y ancho de los carriles), *condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito*, además de estas condiciones están las *condiciones ambientales* (frio, calor, lluvia, nieve, viento, niebla, visibilidad, zonas de insolación directa, etc.)

### **II.4.1. Nivel de Servicio**

Es el término empleado para describir las condiciones de operación que un conductor experimentará durante su viaje por una calle o carretera.

Es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Así mismo, es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se puede citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación. Los diferentes niveles de servicio de un camino específico son función del volumen y composición del tránsito, así como de las velocidades que pueden alcanzarse en ese camino.

### **II.4.2. Volumen de Servicio.**

Es el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino durante un periodo de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un seleccionado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo equivale a la capacidad, y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

## II.5. Análisis del Tránsito

En la etapa inicial del proyecto de una carretera, o de estructuras tales como cruces, intersecciones, accesos, ampliaciones de carriles, y en general cualquier mejora en los servicios de las vías terrestres; sus características dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos ó secciones específicas dentro de un sistema vial. Estos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio que requieren los usuarios.

El volumen de tránsito ( $Q$ ) es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de la carretera en un intervalo de tiempo dado y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

$Q$  = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Vehículos / periodo)

$N$  = Número total de vehículos que pasan (vehículos)

$T$  = Período determinado (unidades de tiempo)

Los volúmenes de tránsito totales o absolutos son el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, teniendo los siguientes:

- Tránsito anual (TA). Número total de vehículos que pasan durante un año, en este caso  $T = 1$  año.
- Tránsito mensual (TM). Es el número total de vehículos que pasan durante un mes, en este caso  $T = 1$  mes.
- Tránsito semanal (TS). Es el número total de vehículos que pasan durante una semana, en este caso  $T = 1$  semana.
- Tránsito diario (TD). Es el número total de vehículos que pasan durante un día, en este caso  $T = 1$  día.
- Tránsito horario (TH). Es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso  $T = 1$  hora.
- Tasa de flujo ó flujo ( $q$ ). Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora, en este caso  $T < 1$  hora

Se tienen además el volumen de tránsito promedio diario (TPD), definido como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo.

De acuerdo al número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, expresado en vehículos por día:

Tránsito promedio diario anual (TPDA):

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Tránsito promedio diario mensual (TPDM):

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Tránsito promedio diario semanal (TPDS):

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

El de mayor empleo para los fines de la Ingeniería de Tránsito es el tránsito promedio diario anual TPDA.

Otros parámetros de importancia relacionados con el tránsito son:

- *Densidad de tránsito.* Es el número de vehículos que se encuentran en una cierta longitud de camino en un instante dado.
- *Tránsito máximo horario.* Es el máximo número de vehículos que pasan en un tramo del camino durante una hora, para un lapso establecido de observación, normalmente de un año.
- *Volumen horario de proyecto.* Volumen horario de tránsito que servirá para determinar las características geométricas del camino. Se presenta como VHP.
- *Tránsito generado.* Es el volumen de tránsito que se origina por la construcción o mejoramiento de la carretera y/o por el desarrollo de la zona por donde cruza.
- *Tránsito desviado o inducido.* Es la parte del volumen de tránsito que circulaba antes por otra carretera y cambia su itinerario para pasar por la que se construye o se mejora.

### II.5.1 Determinación del Volumen de Tránsito

Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera, se utilizan como fuente los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.


*Estudios de origen y destino.* Su objetivo primordial es conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y de términos de los viajes; adicionalmente se obtienen datos del comportamiento del tránsito, tanto en lo que se refiere a su magnitud y composición como a los diversos tipos de productos que se transportan.



Figura II.5.1.1. Aplicación de estudios de origen y destino.

*Muestreos del tránsito.* El crecimiento de los volúmenes de tránsito en la red de carreteras, así como la variación de las composiciones de tránsito, hace necesaria la instalación de estaciones de aforo en toda la red de carreteras federales, con el fin de que éstas capten el tránsito representativo de cada tramo. El conteo de los vehículos se realiza por medio de contadores manuales o electromecánicos, registrando estos volúmenes cada hora, clasificándolos en (A) Vehículos ligeros, (B) Autobuses y (C) Vehículos pesados.

Mediante técnicas de muestreo aleatorio se obtiene la composición del tránsito, lo que permite obtener la equivalencia entre el número de vehículos y los ejes registrados por los contadores o aforadores instalados sobre el pavimento.



**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS**  
DIRECCIÓN DE VIALIDAD Y PROYECTOS  
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO  
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA

De: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

**ESTUDIO DE ORIGEN - DESTINO, ENTREVISTA DIRECTA Y PESO DE VEHÍCULOS DE CARGA**

CARRETERA: \_\_\_\_\_ KM: \_\_\_\_\_ ESTACIÓN: \_\_\_\_\_

E	AÑO	MES	DÍA	D	S	HORA	ORIGEN		DESTINO		MARCA	AÑO (MODELO)	COMBUSTIBLE	MOTIVO DE VIAJE		CARGA			PSD (Ton)	
							PLACA	POBLACIÓN	EDO	POBLACIÓN				EDO	A	B	C	TIPO DE CARGA		CANTIDAD
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				

**TIPO DE VEHÍCULO**  
A = AUTOMÓVIL  
U = UTILITARIO (PICK UP, RAMA, PANEL, VAN, ETC.)  
B = AUTOBÚS  
C = CAMIÓN

**AUTOBÚS**  
M = MICROBÚS  
2 = AUTOBÚS DE DOS EJES  
3 = AUTOBÚS DE TRES EJES  
4 = AUTOBÚS DE CUATRO EJES

**COMBUSTIBLE**  
G = GASOLINA  
D = DIESEL  
GAS

**MOTIVO DE VIAJE**  
T = TRABAJO  
P = PASEO

**UNIDAD**  
T = TONELADAS  
C = CUBIERTAS  
M = MILES  
L = LITROS  
D = DOLÁRES  
C = CUBIERTAS  
O = OTRA

**MERCADO**  
M = MEXICANO  
E = EXTRANJERO  
M = MEXICO

**TIPO DE CAJA**  
C = CUBIERTA  
E = EQUIPADA  
M = MEXICANO  
E = EXTRANJERO  
M = MEXICO

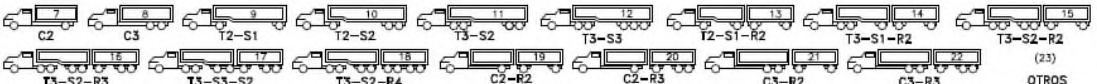


Figura II.5.1.2. Ejemplo de formato empleado por la Dirección General de Servicios Técnicos SCT, para los Estudios de Origen, Destino y Peso.

### II.5.1.1. Aforos Permanentes

*Estaciones maestras.* Estas estaciones se han instalado de forma permanente en diversos tramos de la red de carreteras, con la finalidad de complementar los muestreos de tránsito y los estudios de origen y destino; provistas de contadores automáticos cuyo propósito es registrar las variaciones y comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año. Con ello, se pueden determinar factores que permiten diagnosticar el crecimiento de la demanda vehicular, y además fijar las tasas de crecimiento que se calculen con su información, para proyectar valores de demanda sobre otras carreteras que tienen aforos temporales y que se ubiquen dentro de su área de influencia. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes emplea dos tipos de contadores; los neumáticos que detectan el número de ejes que pasan y cuyas lecturas se llevan a cabo cada 24 horas, y los eléctricos que registran, durante lapsos de una hora, el número de vehículos que cruzan por la estación. Algunas empresas, equipos de investigación de universidades mexicanas y el Instituto Mexicano del Transporte emplean equipos aforadores pre-programados de tecnología basada en la inducción magnética, además de software, computadoras personales y equipos de comunicación inalámbrica (módems), para establecer estaciones maestras<sup>10</sup>. Para

<sup>10</sup> Sistema de Administración de Pavimentos. Luis Enrique Mendoza Puga, María del Rocio Hernández y Juan Manuel Yebra Valtierra. XVI Reunión Nacional de Ingeniería de Vías Terrestres.

tal efecto se emplean los aforadores denominados *Marmotas*, los cuales son instalados dentro de la estructura del pavimento. El proceso de instalación se realiza con la ayuda de un equipo para extraer núcleos de material. La marmota tiene una coraza cilíndrica de PVC de alta resistencia que protege todo el dispositivo electrónico y de comunicaciones del aforador. El cilindro queda fijado dentro del agujero por medio de un material epóxico. La información registrada por las marmotas es emitida por ondas de radio a un módem instalado en una caja o gabinete, ubicado a un lado del hombro de la sección de la carretera. Este gabinete tiene otros elementos que permiten su funcionamiento, tales como equipo de almacenamiento y de comunicación, que se encargan de la recepción y almacenamiento de la información por 24 horas y de reenviar la información acumulada por día a las oficinas de la empresa que gestiona las estaciones maestras. Estas estaciones pueden trabajar con energía eléctrica o a través de energía proporcionada por paneles solares.



Figura II.5.1.1.1. Instalación de los diferentes equipos que conforman a una estación maestra.

El tipo de estaciones maestras anteriormente descrito fue empleado en la red de Carreteras del Estado de Guanajuato, cuya ubicación y distribución se observa en la siguiente figura.

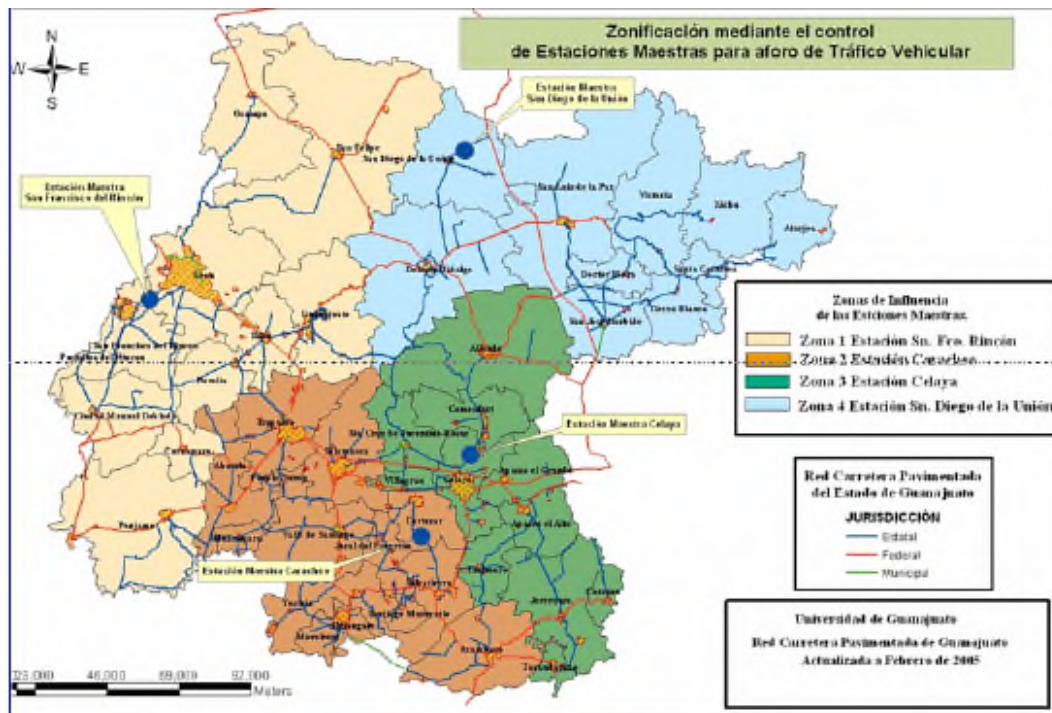


Figura II.5.1.1.2. Estaciones Maestras de Aforo en la Red de Carreteras del Estado de Guanajuato.

### II.5.1.2. Afors Temporales

Los estudios de afors vehiculares temporales se desarrollan en intervalos de 1, 3 y 7 días, según la demanda existente dentro de la red carretera. Estos estudios son realizados con equipos denominados *placas aforadoras*, cuyas dimensiones relativamente pequeñas permite trasladarlas e instalarlas sobre la superficie de rodamiento de la carretera. Estos equipos son dispositivos automáticos que trabajan mediante el principio de *reflexión magnética*, permitiendo contar y clasificar la demanda vehicular que circula sobre la carretera. Los aparatos son instalados sobre la parte central de cada carril de la vialidad, cubiertas por lonas de neopreno, para camuflarlas, y protegerlas del tránsito vehicular y de la intemperie. Se sujetan al pavimento a través de clavos para impedir su deslizamiento. Las placas son programadas en gabinete antes de su instalación, empleando para ello un software proporcionado por el proveedor del equipo, en este proceso se captura la información, que identificará a la carretera que se estudiará con el aforo, fechas de duración del estudio, corte del conteo, registro del operador, organización que realiza el estudio, etc.





Figura II.5.1.2.1. Instalación de placas aforadoras para estudios temporales.

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de los organismos dedicados al control del tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

## **II.5.2. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito**

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de vialidades urbanas y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril intermedio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera. En carretera, a volúmenes bajos y medios suele ocurrir lo contrario, por lo que se reserva el carril cerca de la faja separadora central para vehículos más rápidos y para rebases, y se presentan mayores volúmenes en el carril inmediato al acotamiento. En autopistas de tres carriles con altos volúmenes de tránsito, rurales o urbanas,

por lo general hay mayores volúmenes en el carril inmediato a la faja separadora central.

En cuanto a la distribución direccional, en las calles que comunican el centro de la ciudad con la periferia de la misma, el fenómeno común que se presenta en el flujo de tránsito es de volúmenes máximos hacia el centro en la mañana y hacia la periferia en las tardes y noches.

En los estudios de volúmenes de tránsito es muy útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Por ejemplo, porcentaje de automóviles, de autobuses y de camiones. En los países más adelantados, con un mayor grado de motorización, los porcentajes de autobuses y camiones en los volúmenes de tránsito son bajos. En México, a nivel rural, es muy común encontrar porcentajes típicos o medios del orden de 60% automóviles, 10% autobuses y 30% camiones, con variaciones de  $\pm 10\%$ , dependiendo del tipo de carretera, la hora del día y el día de la semana.

### **II.5.3. Predicción del Tránsito**

La predicción del tránsito es una estimación del tránsito a futuro. Para llevar a cabo dicha estimación existen diferentes métodos estadísticos:

- Con base en la extrapolación de la tendencia media, ajustando una curva de regresión a la tendencia histórica del crecimiento del volumen de tránsito y extrapolando dicha tendencia para obtener los valores futuros y los intervalos de confianza de esas predicciones.
- Realizando un estudio de regresión múltiple entre el volumen de tránsito y otros elementos, como pueden ser el consumo de gasolina, el registro de vehículos y el Producto Interno Bruto (PIB), extrapolando el crecimiento de los tres últimos, para obtener el volumen de tránsito futuro.

En virtud de que en muchas ocasiones la falta de datos impide aplicar los métodos mencionados anteriormente, es necesario estimar en forma empírica, hipótesis de crecimiento pesimista, normal y optimista, para diferentes rangos de volúmenes de tránsito. Estas tasas de crecimiento se obtienen de la observación del incremento del tránsito en carreteras con varios años de operación.

---

## II.6. Factores de Seguridad

### II.6.1. Accidentes

El vehículo automotor ha tenido un gran impacto en la vida social y económica del hombre, beneficiándolo en cuanto a transportación y comodidad se refiere; sin embargo, ha llegado a constituir una causa importante de accidentes, siendo motivo de numerosas muertes cada año. Esto ha despertado desde hace ya varias décadas el interés por parte de especialistas y estudiosos de la Ingeniería Civil, y en especial de la Ingeniería de Vías Terrestres e Ingeniería de Tránsito; para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras; implementando mecanismos que aminoren la causalidad o reduzcan la gravedad de los accidentes de tránsito.

Estudios realizados al respecto indican que para reducir los accidentes viales se necesita:

- Mejor preparación del conductor
- Mejoras de seguridad en los vehículos
- Adecuada legislación y vigilancia
- Condiciones que permitan una mejor operación del sistema vial

La intervención del Ingeniero es muy limitada en las tres primeras; pero es determinante sobre la última. A decir de los Ingenieros Cal y Mayor y Cárdenas, *la tarea primordial del Ingeniero de Tránsito es la planeación, estudio, proyecto, construcción y administración de sistemas viales, de mejora continua; anteponiendo siempre, la seguridad.*

De todos los accidentes relativos al transporte automotor, los estudios indican que en un 75%, la causa principal es atribuible al conductor. Los principales motivos en ese 75% de accidentes son:<sup>11</sup>

- Exceso de velocidad
- Invasión de carril contrario
- Impericia del conductor

Aunque en un accidente, por parte del usuario, influyen factores emocionales, motivación, estado de ánimo, fatiga, hipnosis del camino, la posible impreparación del conductor, experiencia, la falta de *educación vial*; también debe considerarse que en la mayoría de los accidentes, las circunstancias habrían cambiado de tenerse un camino en mejores condiciones, así como también contar con dispositivos de control y seguridad del tránsito, eficaces y oportunos.

---

<sup>11</sup> Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras., Secretaría de Obras Públicas, México 1971.



Figura II.6.1.1. Efectos causados por accidentes de tránsito. Vía Urbana Dr. Jorge Jiménez Cantú, Atizapán Edo. de México.



Figura II.6.1.2. Accidente acaecido en la Autopista México-Querétaro a la altura del municipio de Tepeji del Río

Al tema de la seguridad vial, en particular, no se le ha dado en México la atención debida, razón por la cual en el presente trabajo se ha optado por plantear algunas recomendaciones al respecto, fundadas en la normativa para el proyecto de carreteras emitida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; mismas que se plantean en capítulos subsecuentes. En adelante de ese tema y para revelar su significado, puede mencionarse que se ha estimado que más de 300,000 personas mueren en el mundo y entre 10 y 15 millones resultan lesionadas en un año, como producto de accidentes de tránsito. Una de las principales causas de muertes prematuras de personas entre 5 y 44 años de edad, son los accidentes de tránsito, de tal forma que para los países en vías de desarrollo, éstos se han transformado en un problema real de salud, que produce

elevados gastos en medicinas, uso de equipo especializado, instalaciones y personal para atención médica y rehabilitación. Se reconoce que estos gastos bien pueden disminuirse por medio de diseños de obras viales orientados hacia la seguridad del tránsito.<sup>12</sup>

Tan solo en nuestro país en el primer bimestre del año 2013 ocurrieron 3,315 accidentes en las carreteras federales; en la siguiente tabla se puede observar el número de accidentes registrados en carreteras federales en los años de 2011 y 2012.

Tabla II.6.1.1. Accidentes en las carreteras federales

Entidad	Accidentes de Enero 2010 a Febrero de 2013	Red Carretera (km)	Accidentes/km
Aguascalientes	772	347	2
Baja California	2,575	1,571	2
Baja California Sur	1,734	1,192	1
Campeche	1,176	1,245	1
Coahuila	1,886	1,481	1
Colima	1,551	285	5
Chiapas	2,321	2,143	1
Chihuahua	1,746	2,112	1
Distrito Federal	3,830	101	38
Durango	1,184	1,931	1
Guanajuato	4,871	925	5
Guerrero	3,225	1,906	2
Hidalgo	1,918	743	3
Jalisco	5,380	1,956	3
México	2,465	749	3
Michoacán	3,357	2,180	2
Morelos	1,548	258	6
Nayarit	1,501	757	2
Nuevo León	2,719	1,140	2
Oaxaca	2,610	2,857	1
Puebla	3,817	1,012	4
Querétaro	2,003	487	4
Quintana Roo	1,392	767	2
San Luis Potosí	3,163	1,602	2
Sinaloa	1,950	820	2
Sonora	2,966	1,684	2
Tabasco	3,087	594	5
Tamaulipas	1,945	2,130	1
Tlaxcala	1,910	530	4
Veracruz	6,484	2,366	3
Yucatán	1,463	1,285	1
Zacatecas	2,159	1,487	1
Total	80,708	40,643	
Comisión Nacional de Seguridad.			

Los reportes que genera la Policía Federal, indican que las causas de los accidentes en las carreteras federales, alrededor del 80% de las veces se deben al conductor, 7% al vehículo, 9% a los agentes naturales y solo el 4% al camino.

Con la finalidad de resolver los diferentes problemas que presenta la operación de los caminos, es imprescindible el análisis de los accidentes como una de las

<sup>12</sup> Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA.

bases fundamentales para emitir un juicio que indique sus causas reales y así, proporcionar una solución más segura para los casos actuales y futuros. Los accidentes se producen por causas inherentes a cualquiera de los tres elementos relacionados, a saber: *la carretera, el vehículo y el usuario*. Para determinar la falla operacional y la magnitud de los accidentes se deberán estudiar y analizar detenidamente las estadísticas de los mismos. Sólo así se podrá plantear el problema, en busca de una solución consecuente con la realidad. El correcto planteamiento aportará los requisitos que deben cumplirse para tener un buen proyecto geométrico, de señalamiento y seguridad de vialidades urbanas y carreteras.

### **II.6.2. El conductor**

La planeación y el proyecto de vialidades urbanas y carreteras así como el control, la operación y seguridad del tránsito, requieren del conocimiento de las características físicas y psicológicas del usuario y del camino. El ser humano, bien sea como peatón o conductor, considerado individual o colectivamente, es el elemento crítico en la determinación de muchas de las características del tránsito

El conductor es el elemento principal del complejo sistema formado por personas, vehículos y carreteras llamado tránsito. Una vez ante el volante de su automóvil, el conductor tiene una libertad de acción, si no absoluta, si muy grande. Puede escoger su destino, el itinerario que seguirá para llegar al mismo y la velocidad con que lo recorrerá en cada momento. El descubrimiento de las motivaciones que llevan al conductor a comportarse de una determinada forma permitirá, por un lado prever y por otro provocar las características del tráfico en un determinado punto y momento. Existe un gran número de factores que influyen a través del conductor, en el comportamiento de cada vehículo. Estos factores pueden ser internos o externos.

#### **II.6.2.1. Factores Internos**

Son Factores Internos todos aquellos que provienen del conductor mismo, y son consecuencia de sus rasgos sociológicos y físicos, ya sean permanentes o temporales.

*Motivación.* El conductor tiene presente el motivo de su viaje; de acuerdo con la importancia que para él tenga este objeto actuará de una manera u otra. Lo primero que considerará es el tiempo de que dispone para su desplazamiento. Elegirá entonces el camino y la velocidad de este desplazamiento y posteriormente modificará su elección de acuerdo con las características del tránsito que le acompañe.

*Experiencia.* Para conducir un vehículo se requiere un mínimo de inteligencia, pero no basta sólo con esto. Es preciso un aprendizaje previo por medio del cual se adquiere la habilidad necesaria para analizar las situaciones y reaccionar ante las mismas antes de que se produzca el accidente.

*Estado de Ánimo.* El miedo, la ira, las preocupaciones, la tristeza, la alegría y todos los estados emocionales son causa de que se desorganicen la conducta y las reacciones normales de un conductor. Estos estados de ánimo suelen ser pasajeros y por tanto, lo son también sus efectos.

*Cansancio.* Las vibraciones, el exceso de calor, el deslumbramiento y los largos periodos de tiempo sin parar son causas directas del cansancio físico. Estas mismas molestias, así como la sensación de monotonía, pueden producir un cansancio mental mucho más peligroso que el puramente muscular, ya que suele traducirse en lagunas de atención, en apreciaciones incorrectas de una situación, o en la omisión de algunos detalles importantes. En ocasiones se efectúan movimientos correctos, pero en orden o forma distintos del necesario; el peor de todos los resultados es el sueño. Hay circunstancias en que el cansancio se manifiesta en forma de hipnotismo. Un caso típico es el de la llamada “velocitación” cuya aparición tiene lugar en carreteras rectas y largas de alta velocidad<sup>13</sup>.

El peligro se presenta cuando el conductor llega a una zona cuyas características de alineamiento, señalización o uso de suelo requieren de una disminución brusca de velocidad.

Para evitar, o al menos disminuir, todas las causas del cansancio es necesario disponer de vehículos más silenciosos, con asientos anatómicamente diseñados. Tanto el alineamiento como la superficie de rodamiento de las carreteras pueden mejorarse para no producir vibraciones ni sensación de monotonía; para esto último es necesario contar con elementos que rompan de vez en cuando el ritmo normal del trayecto.

### **Visión del conductor.**

A través del sentido de la vista, el individuo obtiene información de lo que acontece a su alrededor; muchos de los problemas de tránsito y aspectos del proyecto de un camino requieren del conocimiento de las características generales de la visión humana. Se considera de importancia para la tarea de conducir un vehículo: la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción, es decir, que el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia delante, de detectar el movimiento a sus lados, de ver el camino de noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento y, por último, y no por ello menos importante, distinguir colores de señales y semáforos y las distancias relativas de los diferentes objetos.

*Agudeza visual.* Considerado como uno de los datos más importantes acerca del ojo. La máxima agudeza visual tiene lugar en un momento cuyo ángulo es de 3 grados; sin embargo, es bastante sensible dentro de un cono visual de 5 a 6 grados y regularmente clara hasta 10 grados, siendo este el punto en el que la agudeza visual disminuye rápidamente. En el plano vertical el ángulo de visión aguda es del orden de 1/2 a 2/3 del plano horizontal. Es importante por

---

<sup>13</sup> Ingeniería de Tráfico. Antonio Valdes González-Roldán. Madrid, 1971.

consiguiente, que las señales de tránsito sean diseñadas y colocadas de tal manera que queden dentro de un cono de visión de 10 grados.

Métodos empíricos han demostrado que a medida que aumenta la velocidad, el conductor enfoca la vista a mayor distancia, esto implica mayor restricción de visión lateral al fijar la vista en un punto distante limita los movimientos laterales aún más. A este fenómeno se le denomina *efecto de visión de túnel*, y su característica es que son menos perceptibles los objetos laterales.

*Movimiento del ojo.* Debido a que el campo de visión del conductor está limitado, éste mueve los ojos sobre aquellas áreas que considera significativas, es por ello que la velocidad con que se mueven viene a ser de suma importancia conforme la velocidad del tránsito aumenta. Para obtener una clara visión del tránsito en el camino, es necesario que el ojo efectúe seis movimientos diferentes, (el sentido de la visión consume tiempo para realizar sus funciones) todos los cuales representan tiempo mientras se recorre una distancia.<sup>14</sup>

1. El ojo debe fijarse en el objeto que va a ser visto. Esta pausa requiere un tiempo promedio de 0.17 segundos, variando de 0.10 a 0.30 segundos.
2. El ojo salta de un punto fijado al siguiente. Este tiempo varía de 0.029 a 0.100 segundos para movimientos de 5 a 40 grados, respectivamente. El tiempo de reacción que se requiere para estos movimientos, varía de 0.125 a 0.235 segundos con un promedio cercano a los 0.200 segundos. Así que el tiempo requerido para mover el ojo varía de 0.15 a 0.33 segundos.
3. El ojo debe seguir los elementos en movimiento en la corriente de tránsito.
4. Ambos ojos deben moverse armoniosamente para que las pupilas puedan converger o divergir, asegurando una visión binocular sobre los objetos que se mueven en el camino. El tiempo requerido para que los objetos puedan converger o divergir para tener una visión binocular varía de 0.3 a 0.5 segundos.
5. El ojo debe moverse para compensar los movimientos de la cabeza.
6. El ojo se mueve a menudo involuntariamente, respondiendo a ruidos u otra clase de estímulos.

Para una visión clara, estos movimientos deben ocurrir constantemente. Como el movimiento del ojo no es instantáneo, el usuario requiere de un tiempo para ver continuamente el cambio de aspecto del camino y de las condiciones del tránsito.

*Visión periférica.* Estudios de conductores muestran que el ángulo central total de la visión periférica, usualmente varía entre 120° y 160°, pero debido a la concentración visual, el rango de visión periférica efectiva se contrae al incrementarse la velocidad, desde un ángulo central de 100° a 30 km/h hasta un ángulo de 40° a 100 km/h. Los proyectos referentes al trazo y señalización de carreteras no se apoyan en la visión periférica del conductor, sino en el cono de agudeza visual.

*Visión en condiciones de deslumbramiento.* Algunas condiciones, como son la salida de túneles, la iluminación de las calles y el deslumbramiento por los faros de los otros vehículos, exigen del conductor un esfuerzo de adaptabilidad a los

<sup>14</sup> Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Op. cit.



cambios de luz. La adaptación residual al cambio de luz es una función de la retina. Al pasar de la oscuridad a la luz, el ojo se adapta por sí mismo mucho más rápido que cuando ocurre de forma contraria. La operación del tránsito y la iluminación deben tomar en cuenta este problema de recuperación al pasar a condiciones de iluminación mucho más bajas después de entrar a un túnel o al encontrarse con deslumbramientos producidos por los faros de los vehículos.

*Percepción del espacio.* Los tamaños y formas de los detalles que se perciben y su posición relativa permiten que el usuario se forme un juicio del espacio; este juicio, sin embargo, está sujeto a variación, debido a factores tales como la convergencia de los ojos para acomodarse a la visión binocular, la tensión nerviosa para ver a través de la niebla o el humo, etc. Ejemplos de la necesidad que tiene el conductor para percibir el espacio, son el uso de marcas en el pavimento, flechas, guías para estacionamiento, delineación de calles y entronques para obtener ángulos visuales grandes.

*Altura del ojo.* La altura a que, con respecto al pavimento, están situados los ojos del conductor depende no sólo de su altura, sino también de las características del vehículo.

La altura del punto de vista del conductor es un aspecto importante que hay que tener en cuenta siempre, tanto en los proyectos de señalización como en los de alineamiento. En este último caso, la altura influye en la distancia de visibilidad y, cuando se trata de curvas verticales convexas es preciso aumentar su longitud tanto más cuando menor es la altura del ojo. **El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras establece una altura del ojo del conductor de 1.14 metros.**

### **Conducción bajo los efectos del alcohol.**

El alcohol es un fluido que se absorbe rápidamente en el torrente sanguíneo a través de las paredes del estómago e intestinos, que luego se extiende por el sistema vascular llegando rápidamente a los nervios centrales del cerebro en donde provoca efectos sobre las funciones de percepción, cognitivas, de memoria y motrices, todas críticas para una conducción segura.

La mezcla del alcohol y la conducción es una de las causas principales de los siniestros en las carreteras porque merma las capacidades de algunas funciones del ser humano y sus efectos se puede constatar en el manejo de los vehículos. Está probado que conducir bajo los efectos del alcohol multiplica por nueve el riesgo de sufrir un siniestro<sup>15</sup>. Los efectos del alcohol sobre las capacidades de los conductores dependen de la cantidad ingerida, aunque con una tasa reducida, ya se produce pérdida de capacidades. Al aumentar la tasa de alcohol, el número de funciones que se ven afectadas aumenta, así como el grado de afección a cada una. El estudio de las consecuencias del alcohol en la conducción es muy extenso, y se ha llegado a la conclusión (Moskowitz and Robinson, 1988) de que el alcohol influye principalmente en nueve categorías relacionadas con la conducción: tiempo de reacción, seguimiento, vigilancia, atención, procesamiento de la información, visión, percepción, habilidades psicomotrices y habilidad de conducción, incluso con un nivel en sangre de 0.1 g/l. De acuerdo con el Artículo 36 del Reglamento de Tránsito Metropolitano, ninguna persona puede conducir

---

<sup>15</sup> Banco Interamericano de Desarrollo.

vehículos por la vía pública, si tiene una cantidad de alcohol en la sangre superior a 0.8 g/l o de alcohol en aire expirado superior a 0.4 mg/l o bajo el influjo de narcóticos.

### II.6.2.2 Factores Externos

*El clima.* Las condiciones climatológicas pueden variar completamente el medio ambiente del automovilista. Así el calor, la lluvia, la nieve, el hielo o el lodo modifican, en distinta forma cada uno, las condiciones de adherencia del vehículo a la calzada. La manera de conducir cambiará de acuerdo con el estado de la vía que, a su vez, reflejará los cambios en las condiciones climáticas. El estado del tiempo es muchas veces el factor determinante de las condiciones de visibilidad. La niebla, por ejemplo, cuya formación depende en gran medida de la situación geográfica es causa de numerosos accidentes.



Figura II.6.2.2.1. Pérdida de visibilidad causada por la niebla. Carretera Monterrey – Saltillo.

Estudios realizados en California, E.U.A. llegaron entre otras, a las siguientes conclusiones<sup>16</sup>:

- La niebla por si misma produce una pequeña reducción en la velocidad media de (8 a 12 Km/hr).
- Independientemente de las limitaciones de velocidad marcadas o de la velocidad considerada como “segura”, de acuerdo con la distancia de visibilidad existente, el conductor medio no disminuye su velocidad por debajo de 50 Km/hr. Esto se refiere a carreteras en buen estado, con tráfico escaso y una distancia de visibilidad comprendida entre 30 y 60 m.

<sup>16</sup> Ingeniería de Tráfico. Op. cit.

- Las señales de límite de velocidad aumentan el número de vehículos que circulan a velocidades próximas a la media.
- Cuando las intensidades de tránsito son más bien altas, la reducción de visibilidad causada por la niebla hace que disminuya el número de vehículos que circulan con intervalos de separación cortos.

*El uso del suelo.* Según el tipo de actividad a que esté destinado el terreno adyacente a la vía, el conductor adoptará una actividad distinta.

*El tránsito.* La intensidad, la composición, la velocidad, la distribución y todas las características del tránsito son en cierto modo el resultado de la acción de todos los factores descritos sobre cada uno de los conductores. Estos por su parte, son afectados muy intensamente por todas esas características del tránsito, por lo que se crea un círculo vicioso de acciones mutuas.

*La carretera.* El estado de la carretera, el tipo de pavimentación, las condiciones de la superficie de rodamiento y el alineamiento condicionan de una manera especial el modo de conducir. Cada conductor responde a las diferentes características de la carretera de una manera también diferente. Por eso es muy importante presentarle dichas características en bloque. Es decir, en una carretera de un ancho determinado, con amplios acotamientos, pavimento muy cuidado y buena señalización, las curvas horizontales y verticales nunca deberán tener las mismas condiciones que normalmente se encuentran en vías estrechas y secundarias.

La carretera forma parte del paisaje, es un elemento más de su composición estética, se integra en su escenografía, interactúa con sus procesos y construye la sensación del entorno, es parte de su carácter. Los parámetros geométricos de su diseño (pendiente, radio de curva, distancia de parada) determinan la seguridad y confort de la conducción y también su presencia (linealidad, sinuosidad) en el paisaje.

Muy ligado al proyecto y explotación de la carretera está el aspecto estético. No puede discutirse que la estética de la carretera contribuye a la comodidad de todos los ocupantes del vehículo por lo que disminuye el cansancio de los mismos. Es decir, que la calidad estética de las carreteras es un factor importante que en cierto modo condiciona su funcionamiento. El estudio estético de la carretera tiene dos aspectos distintos y complementarios: *el funcional y el paisajístico*. A este respecto conviene recordar que tan importante es el paisaje propio de la carretera como la carretera integrada en el paisaje.

La disposición del alineamiento determina la presencia de la carretera en la composición general del paisaje (Figura II.6.2.2.2.a). Ésta puede sugerir una orientación impuesta bruscamente (Figura II.6.2.2.2.b) u otra del alineamiento (Figura II.6.2.2.2.c) que conviva armónicamente con la estructura de la escena. En general, alineamientos más sinuosos y adaptados al relieve presentan una mejor integración en el carácter del paisaje.

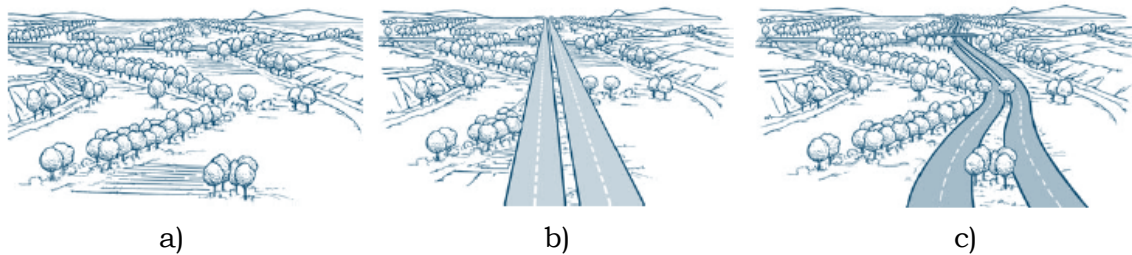


Figura II.6.2.2.2. Disposición del alineamiento de la carretera en la composición general del paisaje (La Carretera en el paisaje: criterios para su planificación, trazado y proyecto. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, 2008)

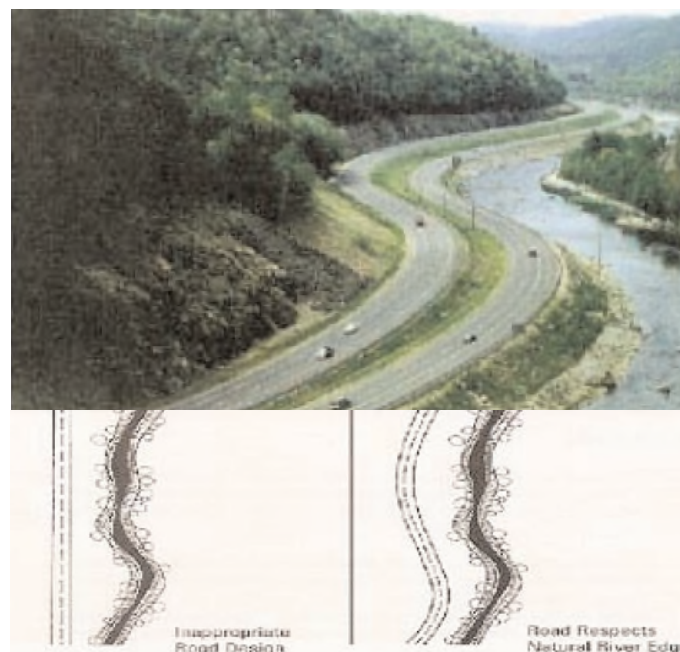


Figura II.6.2.2.3. Ejemplo de integración de una carretera en su entorno

La presencia lineal de la carretera en un paisaje está definida por las condiciones que adopta su trazado, siendo éste además el elemento esencial del proyecto de carretera pues define su funcionalidad y su inserción en el terreno. La presencia de la carretera tiene desde el punto de vista del paisaje un doble efecto: visto de fuera a dentro de la carretera, es un elemento que forma parte del paisaje y, visto de dentro a fuera de la vía, la carretera que transporta viajeros sobre ella es poseedora de sus propios puntos de vista de la escena. Por un lado, la carretera se incorpora al paisaje pasando a formar parte de sus procesos ambientales, de la composición general de su paisaje y de su escena, y al mismo tiempo, proporciona a los usuarios un punto de vista y un recorrido visual que cuenta con un gran aprecio.

Se puede decir entonces que la integración de la carretera en el paisaje depende en primer término de su trazo y de cómo éste recurre al movimiento de tierras que lo sustenta; esto es, el conjunto de excavaciones, terraplenes, rellenos

laterales y otras transformaciones volumétricas relativas al terreno (bancos de tiro, bancos de préstamo, desmontes de las áreas auxiliares de obra, etc.). En una primera aproximación, son las dimensiones y condiciones de estos elementos constructivos situados en la escena del paisaje los que determinan el grado de presencia y notoriedad de la carretera en el paisaje; aspectos que determinan el tipo y alcance de los efectos que provoca en el medio.

---

### **III. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS.**

#### **III.1. Generalidades**

El proyecto geométrico de carreteras contempla la conveniente interrelación entre el alineamiento horizontal y vertical para así, definir de manera adecuada la geometría de la sección transversal del camino, atendiendo a ciertas características físicas del conductor, las propiedades del tránsito, condiciones topográficas y climáticas existentes; todas éstas englobadas en un estándar de proyecto que garantiza la calidad en la construcción, operación y mantenimiento de carreteras todo ello en aras de la seguridad del tránsito y eficiencia económica.

#### **III.2. Estándar de proyecto**

El término “estándar de proyecto” se refiere a aquellas decisiones estratégicas relacionadas con el nivel geométrico de calidad con el cual se construye una carretera. Dichas decisiones se realizan frecuentemente en la fase de planeación, y se ven afectadas primordialmente por consideraciones sobre capacidad vial y eficiencia económica, pero la seguridad vial debe también tomarse en cuenta. A medida que el tráfico vehicular aumenta, resulta necesario o económico diseñar y construir carreteras con estándares geométricos más elevados. En general, mientras el estándar geométrico sea mayor, la carretera será más segura. Uno de los factores económicos que deben tomarse en cuenta al seleccionar el nivel geométrico de calidad, son los beneficios en seguridad vial derivados de elevados estándares geométricos.

El mayor estándar de proyecto para una carretera corresponde a una velocidad de proyecto elevada, control total de acceso de las propiedades aledañas, zonas laterales despejadas, rampas de entrada y salida en intersecciones a desnivel, y sentidos opuestos de tránsito separados por *mediana*. Este tipo de carretera es referido generalmente como *autopista*. Es la forma más segura de carretera porque muchas de las posibilidades de colisión han sido eliminadas. Es por ello que las autopistas son mucho más seguras por kilómetro viajado que otras carreteras, llegando a ser hasta 20 veces más confiables que otras arterias.

El estándar de proyecto manejado en México es el estipulado por la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cuyas características geométricas atienden a la clasificación de carreteras establecida en función del TDPA, cuyos parámetros se indican en la Tabla III.2.1.

Tabla III.2.1. Clasificación y características de las carreteras

CONCEPTO		UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																																						
			E					D					C					B					A																		
TDPA <small>EN EL HORIZONTE DE PROYECTO</small>		Veh/día	HASTA 100					100 a 500					500 a 1500					1500 a 3000					MAS DE 3000																		
TERRENO <small>MONTAÑOSO LOMERIO PLANO</small>		—																																							
VELOCIDAD DE PROYECTO		km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110									
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175									
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	-	-	-	-	-	135	100	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495									
GRADO MAXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75									
CURVAS VERTICALES	K	CRESTA	m/%																																						
		COLUMPIO	m/%																																						
	LONGITUD MINIMA	m																																							
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9 7 -					8 6 -					6 5 -					5 4 -					4 3 -																		
PENDIENTE MAXIMA		%	13 10 7					12 9 6					8 7 5					7 6 4					6 5 4																		
ANCHO DE CALZADA		m	4.0					6.0					6.0					7.0					<table border="1"> <tr><td>A2</td><td>A4</td><td>A4S</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>2 x 7.0</td><td>2 x 7.0</td></tr> <tr><td>(2 Carriles)</td><td>(4 Carriles)</td><td>(4 Carriles)</td></tr> <tr><td>12.0</td><td>&gt;=22.0</td><td>2 x 11.0</td></tr> <tr><td>Un cuerpo</td><td>Un cuerpo</td><td>Cuerpos Separados</td></tr> </table>				A2	A4	A4S	7.0	2 x 7.0	2 x 7.0	(2 Carriles)	(4 Carriles)	(4 Carriles)	12.0	>=22.0	2 x 11.0	Un cuerpo	Un cuerpo	Cuerpos Separados
A2	A4	A4S																																							
7.0	2 x 7.0	2 x 7.0																																							
(2 Carriles)	(4 Carriles)	(4 Carriles)																																							
12.0	>=22.0	2 x 11.0																																							
Un cuerpo	Un cuerpo	Cuerpos Separados																																							
ANCHO DE CORONA		m	4.0					6.0					7.0					9.0																							
ANCHO DE ACOTAMIENTOS		m	-					-					0.5					1.0					<table border="1"> <tr><td>2.5</td><td>3.0 Ext.</td><td>3.0 Ext.</td></tr> <tr><td></td><td>0.5 Int.</td><td>1.0 Int.</td></tr> </table>				2.5	3.0 Ext.	3.0 Ext.		0.5 Int.	1.0 Int.									
2.5	3.0 Ext.	3.0 Ext.																																							
	0.5 Int.	1.0 Int.																																							
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL		m	-					-					-					-					<table border="1"> <tr><td>-</td><td>&gt;= 1.0</td><td>&gt;= 8.0</td></tr> </table>				-	>= 1.0	>= 8.0												
-	>= 1.0	>= 8.0																																							
BOMBEO		%	3					3					2					2					2																		
SOBREELEVACION MAXIMA		%	10					10					10					10					10																		

### III.3. Vehículos de proyecto

El vehículo de proyecto es un automotor hipotético cuyas características operacionales se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico de carreteras, tales como el ancho de calzada sobre tangentes y curvas, radios de curvatura horizontal y alineamiento vertical, entre otras. El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que represente el porcentaje significativo del tránsito que circulará por el camino, y las tendencias de los fabricantes a modificar las características de los vehículos.

La selección de un vehículo de proyecto tiene importante repercusión en la ejecución, mantenimiento, operación, costo y seguridad 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 giro 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 giro demasiado pequeño como para provocar que un camión 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 con dimensiones inadecuadas para los vehículos más grandes que puedan usarlas.

El método más comúnmente usado para describir el tránsito en México es de acuerdo a los 9 tipos de vehículos definidos por la SCT indicados en la Tabla II.3.1.1. 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 III.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.



Tabla III.3.1. Características de los vehículos de proyecto.

CARACTERÍSTICAS			VEHÍCULO DE PROYECTO				
			DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525
D I M E N S I O N E S E N C M	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1675
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1575
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	--	--	--	397	915
	Distancia entre ejes del semirremolque	DES	--	--	--	762	610
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt	--	--	--	--	122
	Distancia entre ejes tándem semirremolque	Ts	--	--	--	122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	Dt	--	--	--	379	488
	Dis. entre ejes interiores tractor y semirremolque	Ds	--	--	--	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	HT	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ojos del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
	Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61
Ángulo de desviación del haz de luz de los faros			1°	1°	1°	1°	1°
Radio de giro mínimo (cm)		Rg	732	1,040	1,281	1,220	1,372
PESO TOTAL (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2,500	4,000	7,000	11,000	14,000
	Vehículo cargado	Wc	5,000	10,000	17,000	25,000	30,000
VEHÍCULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO			Ap y Ac	C2	B - C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 OTROS

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT México 1991.

En la Tabla III.3.1 se resumen las características de los vehículos de proyecto. La denominación de estos vehículos está en función de la distancia entre ejes externos, así el vehículo DE-1525 representa un vehículo con una distancia entre sus ejes extremos de 15.25 metros. En la Figura III.3.1 se ilustran las principales dimensiones del vehículo de proyecto DE-1525, así como su radio de giro mínimo y las trayectorias de las ruedas para esos radios en ángulos de vuelta de 180°. De igual manera, en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, se indican las dimensiones y radios de giro de los vehículos de proyecto indicados en la Tabla III.3.1.

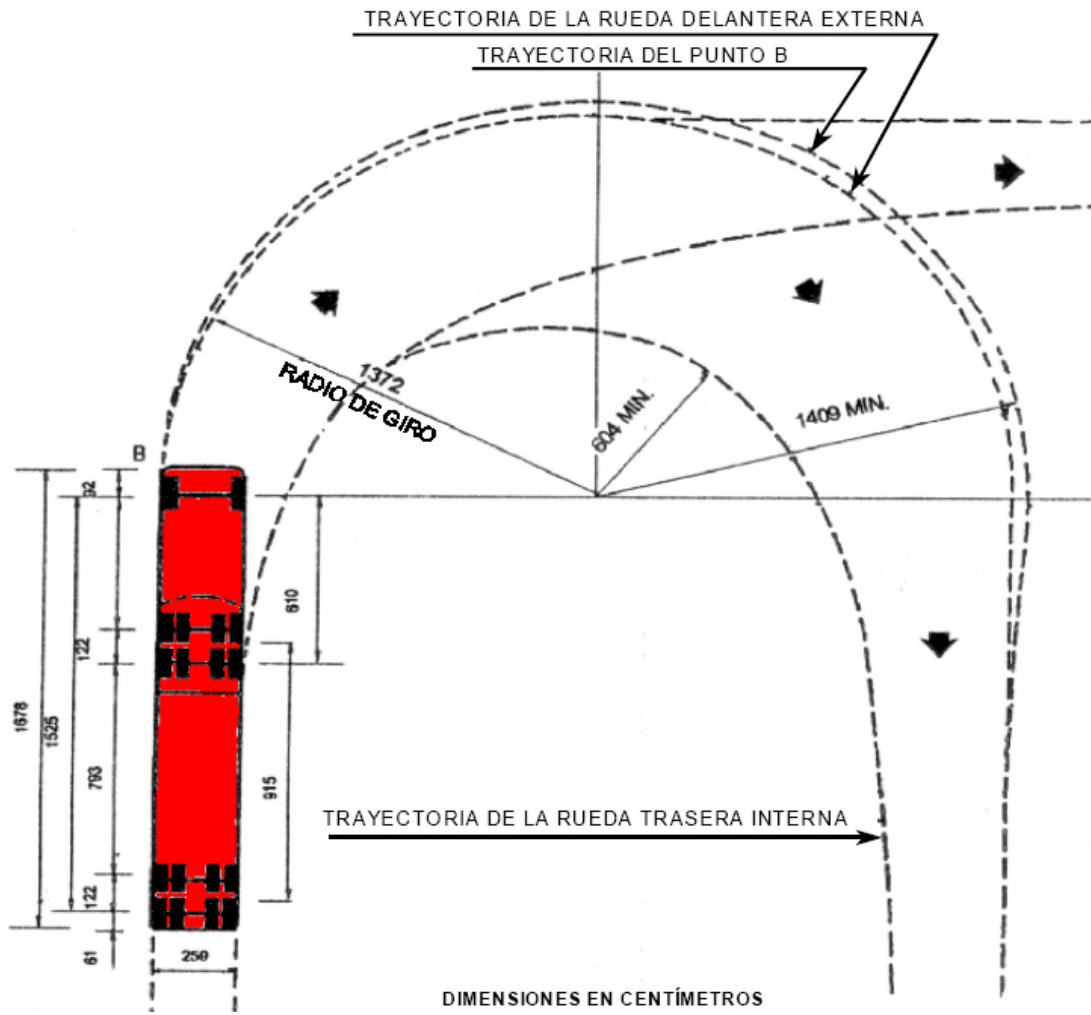


Figura III.3.1. Características del vehículo de diseño DE-1525.

### III.4. Sección transversal

La sección transversal de una carretera en un punto cualquiera de ésta se define como un corte vertical normal al *alineamiento horizontal*. Permite precisar la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: *la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes, las partes complementarias y el derecho de vía*; indicados todos ellos en la Figura III.4.1.

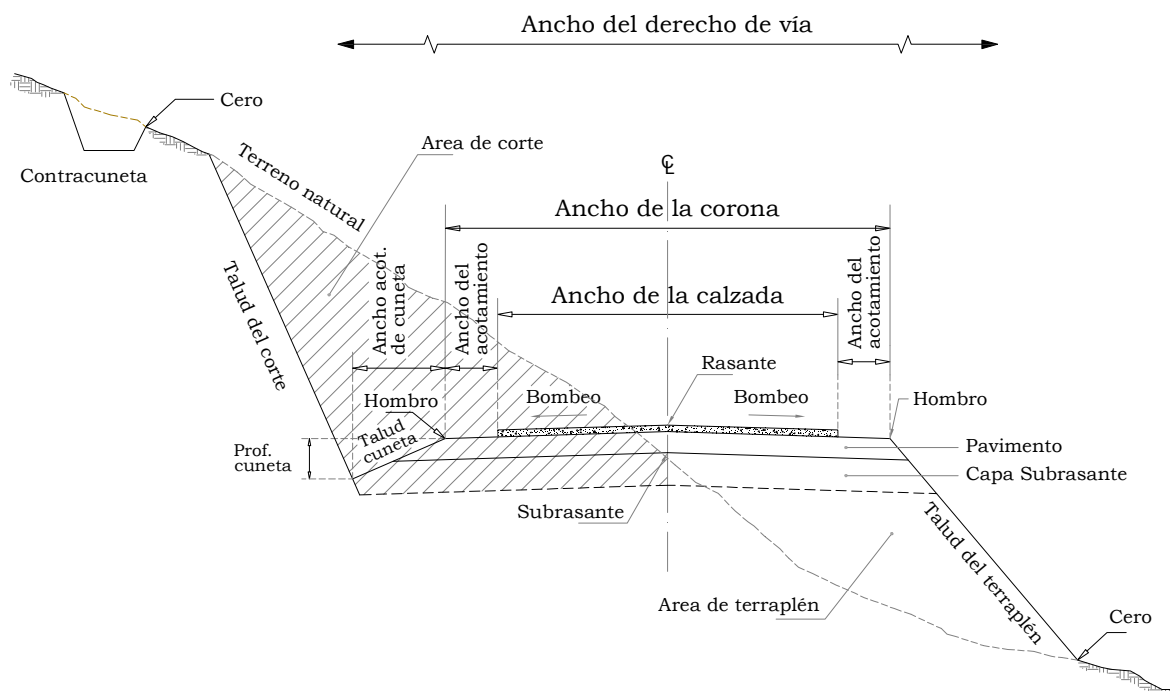
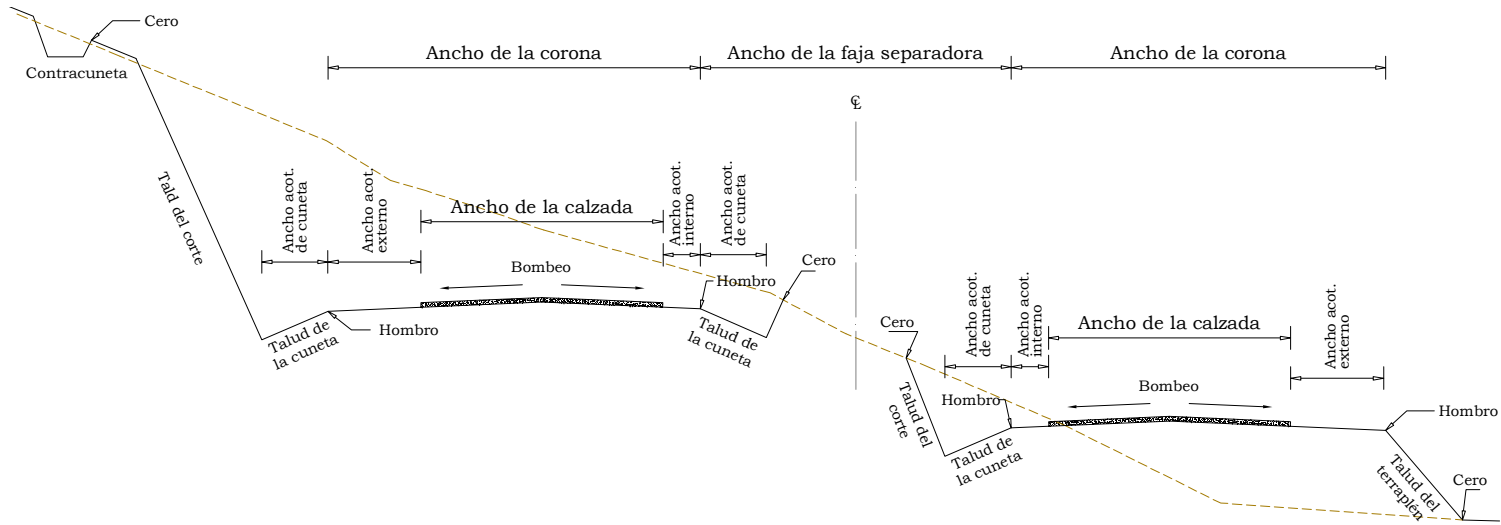
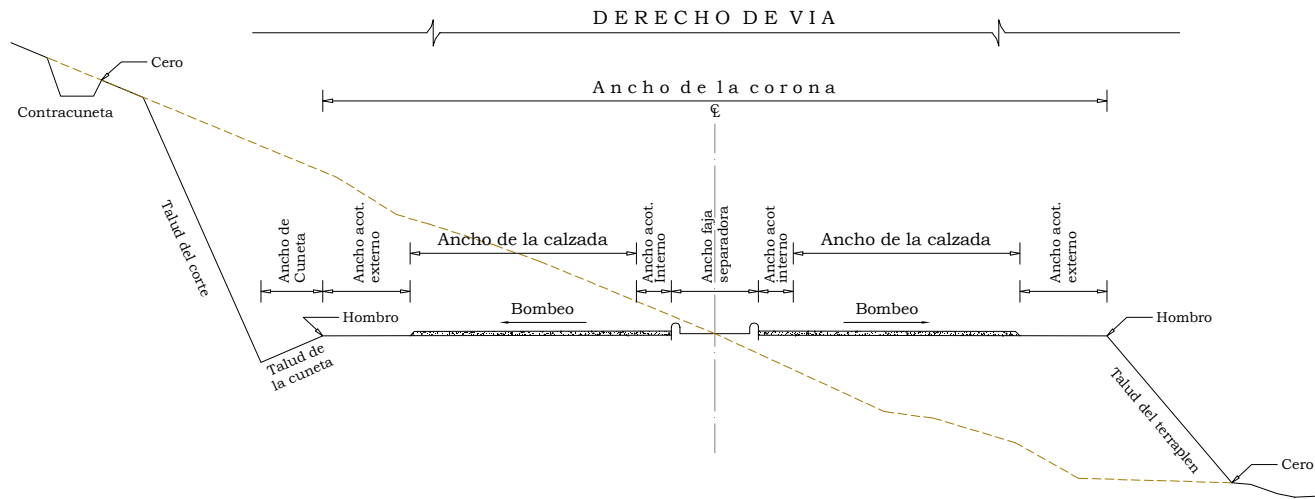


Figura III.4.1. Elementos que conforman a la sección transversal.

Por otra parte en la Figura III.4.2 se muestran las secciones transversales típicas según el tipo de carretera, de acuerdo con la clasificación establecida por la SCT.

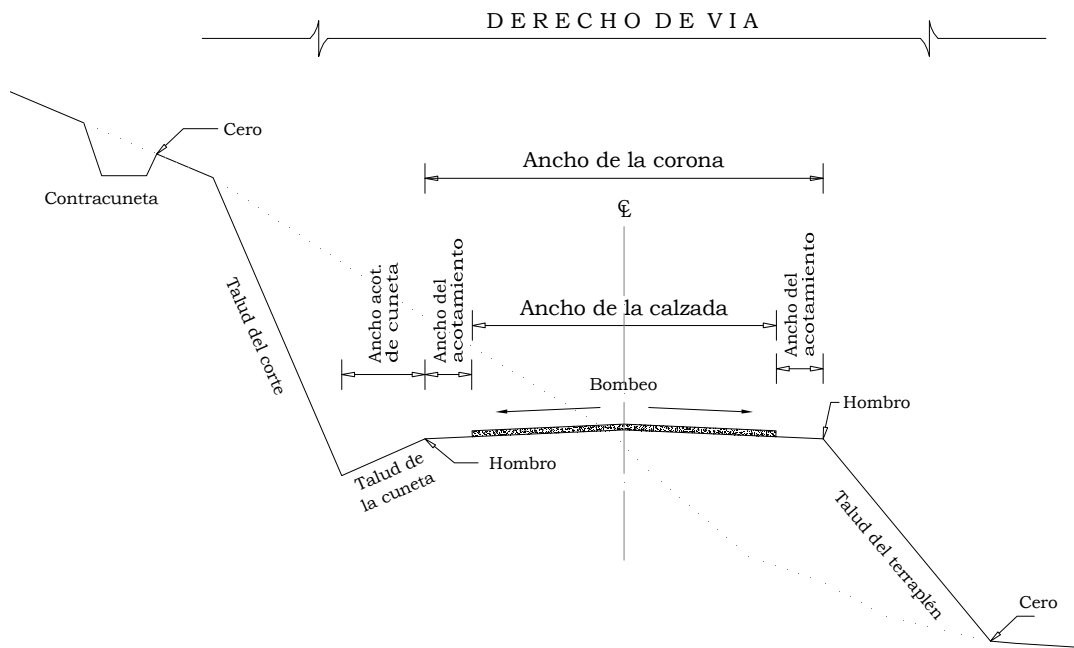


Carretera tipo A4S (Cuerpos separados)

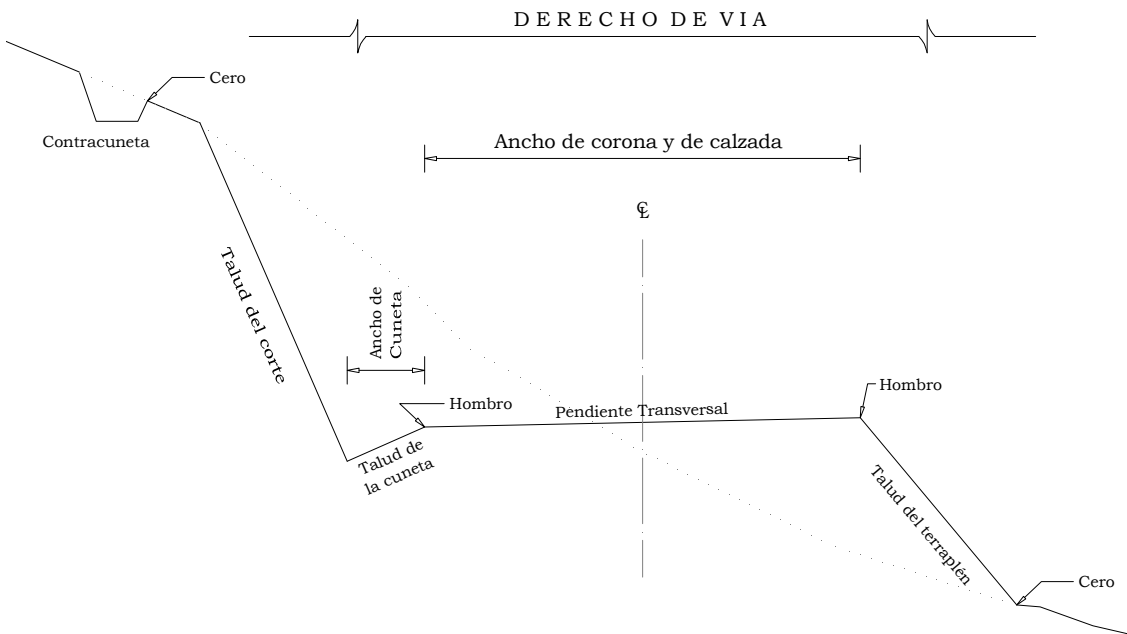


Carretera tipo A4

Figura III.4.2. Secciones transversales típicas.



Carreteras tipo C, B Y A2



Carretera tipo D y E

Figura III.4.2. Secciones transversales típicas (continuación).

### III.4.1. Corona

La corona es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que la definen son: *la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.*

A) Rasante. La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino.

B) Pendiente transversal. Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos: *bombeo, sobreelevación y transición del bombeo a la sobreelevación.*

*Bombeo.* El bombeo es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad. En la Tabla III.4.1.1. Se enlistan valores recomendados para emplearse en el proyecto en función de la superficie de rodamiento.

Tabla III.4.1.1. Valores recomendados para el bombeo de la corona.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO		BOMBEO
MUY BUENA	Superficie de concreto hidráulico o asfáltico, tendido con entendedoras mecánicas.	0.010 a 0.020
BUENA	Superficie de mezcla asfáltica tendida con motoconformadoras. Carpeta de riegos.	0.015 a 0.030
REGULAR A MALA	Superficie de tierra o grava	0.020 a 0.040

*Sobreelevación.* Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

*Transición del bombeo a la sobreelevación.* Es el cambio gradual en la pendiente de la corona que se experimenta al pasar desde el bombeo en una sección en tangente hasta la sobreelevación correspondiente a una curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. En la Figura III.4.1.1, se indica el procedimiento de mayor empleo para pasar del bombeo a la sobreelevación.

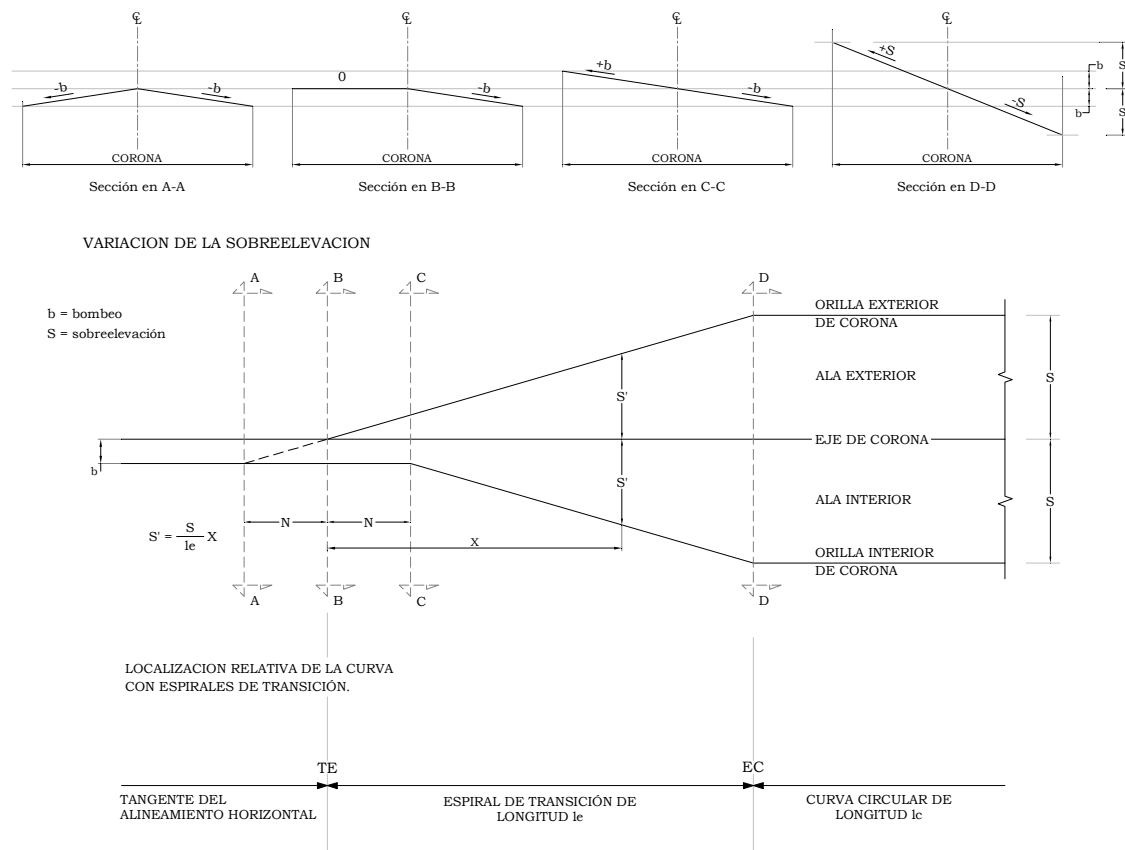


Figura III.4.1.1. Transición de la sección en tangente a la sección en curva girando sobre el eje de corona.

C) Calzada. La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

*Ancho de calzada en tangente.* Para determinar dicho valor, debe establecerse el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un determinado año de la vida del camino; con este dato y los estudios económicos correspondientes, pueden determinarse el ancho y número de carriles, de manera que el volumen de tránsito en ese año no exceda el volumen correspondiente al nivel de servicio prefijado.

*Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal.* Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este

*sobreancho* se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

D) Acotamientos. Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen como ventajas principales las siguientes:

1. Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada, en el que puede eludir accidentes potenciales o reducir su severidad, pudiendo también estacionarse en ellos en caso obligado.
2. Proteger contra la humedad y posibles erosiones a la calzada, así como dar confinamiento al pavimento.
3. Mejorar la visibilidad en los tramos en curva, sobre todo cuando la carretera va en corte.
4. Facilitar los trabajos de conservación.
5. Dar mejor apariencia al camino.

El ancho de los acotamientos depende principalmente del volumen de tránsito y del nivel de servicio a que el camino vaya a funcionar.

El color, textura y espesor de los acotamientos, dependerá de los objetivos que se quiere lograr con ellos y su pendiente transversal será la misma que la de la calzada.

#### **III.4.2. Subcorona**

Es la superficie que limita a las terracerías, sobre la que se apoyan las capas del pavimento; en sección transversal es una línea. Los elementos que definen la subcorona y que son necesarios para el proyecto de las secciones de construcción de carreteras, son la *subrasante*, la *pendiente transversal* y el *ancho*.

*Subrasante*. La subrasante es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona.

*Pendiente transversal*. La pendiente transversal de la subcorona es la misma que la de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento.

*Ancho*. El ancho de subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte.

#### **III.4.3. Cunetas y contracunetas**

Las cunetas y contracunetas son obras *menores* de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

*Cunetas*. Zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir y canalizar el agua que escurre por la cara de los taludes de cortes y la superficie de rodamiento. Normalmente esta estructura es de sección triangular con un ancho de 1.00 m, su talud es generalmente de 3:1, del fondo de la cuneta parte el talud del corte.



La capacidad hidráulica de esta sección puede calcularse con métodos establecidos y debe estar de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.

*Contracunetas.* Generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de interceptar de manera eficaz el escurrimiento laminar. Su proyecto en dimensiones y localización está determinado por el escurrimiento posible, por la configuración del terreno y las características geotécnicas de los materiales que lo forman, pues a veces las contracunetas son perjudiciales si en su longitud ocurren filtraciones que redunden en la inestabilidad de los taludes del corte.

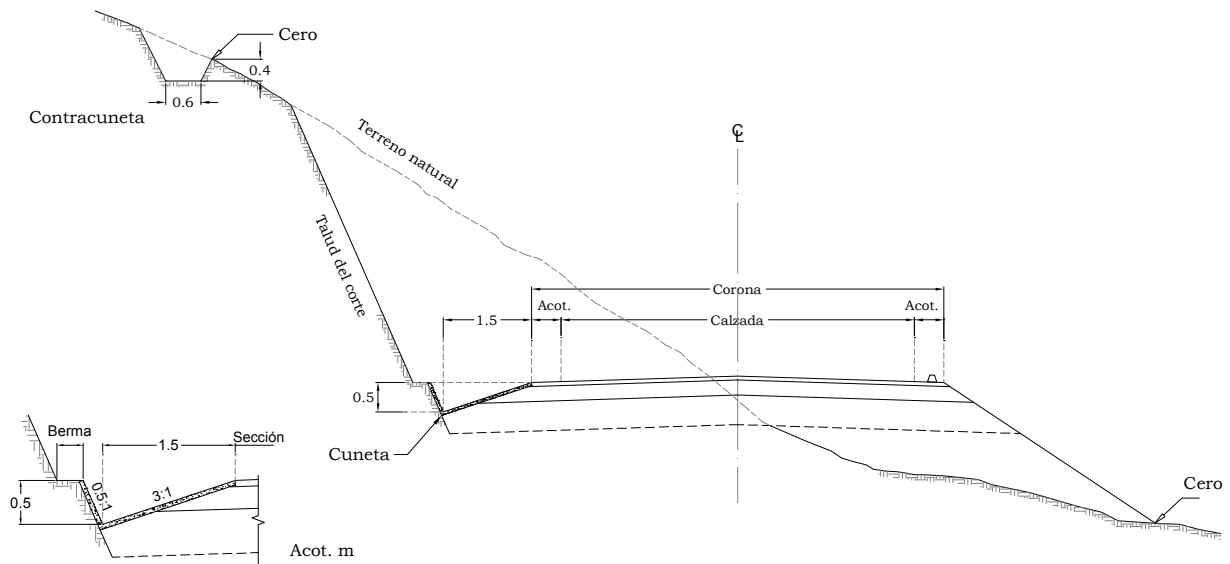


Figura III.4.3.1. Cunetas y contracunetas.

#### **III.4.4. Taludes**

El talud es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. Se le llama también talud a la superficie que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman.

#### **III.4.5. Partes complementarias**

Son aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación, conservación y seguridad del camino. Tales elementos son las guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras. Los dispositivos para el control y seguridad del tránsito pueden considerarse como parte de la sección transversal; su aplicación, diseño y descripción serán tratados en capítulos subsecuentes.

*Guarniciones y bordillos.* Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulico que se emplean principalmente para delimitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento. El tipo y ubicación de las guarniciones influye en las reacciones del conductor, y por tanto en la seguridad y utilidad del camino. Los bordillos son elementos de concreto asfáltico o hidráulico, que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, a fin de encauzar el agua que escurre por la corona y que de otro modo causaría erosiones en el terraplén.

*Banquetas.* Son fajas destinadas a la circulación de peatones, ubicadas a un nivel superior al de la corona y a uno o ambos lados de ella. En zonas urbanas y suburbanas la banqueta es parte integrante de la calle; en caminos rara vez son necesarias.

*Fajas separadoras.* Se llaman fajas separadoras a las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, o bien para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza. A las primeras se les llama fajas separadoras centrales o *medianas* y a las segundas fajas separadoras laterales.

### III.4.6. Derecho de vía

El derecho de vía de una carretera es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer dichas necesidades.



III.4.6.1. Elementos de la sección transversal de una carretera tipo A2

### III.4.7. Características superficiales

Si bien las características superficiales de la calzada no forman parte de la sección transversal, si son de vital importancia en la seguridad durante el trayecto de los vehículos ya que los objetivos principales de la superficie de rodamiento en pavimentos para carreteras son proporcionar al usuario características de comodidad, seguridad y durabilidad. Son de importancia la Rugosidad y Fricción (irregularidades longitudinales), Irregularidades transversales y Color de la superficie, mismas que a continuación se exponen brevemente.

La superficie de rodamiento de un pavimento se clasifica considerando la naturaleza de las irregularidades superficiales, las cuales afectan la seguridad, la comodidad y el costo de los usuarios. Es por ello que se estima de importancia para caracterizar a los pavimentos la Rugosidad y la Fricción.

Antes de abundar en estos aspectos conviene aclarar el concepto de *textura*: Acabado de la superficie de rodamiento relativa al grano que esta presenta, que puede ser muy terso como grano de lija llamado microtextura o muy abierto como de agregado expuesto denominado macrotextura; otras irregularidades

provocados por la pérdida de agregado grueso o la desintegración se conocen con el nombre de megatextura. La micro y macrotextura contribuyen a lograr una resistencia a la fricción adecuada entre pavimento y llanta, el usuario solo percibe estas mediante una ligera vibración o ruido de baja amplitud y alta frecuencia; la macrotextura en general produce vibraciones que causan cierta molestia, resistencia al rodamiento y desgaste excesivo de neumáticos.

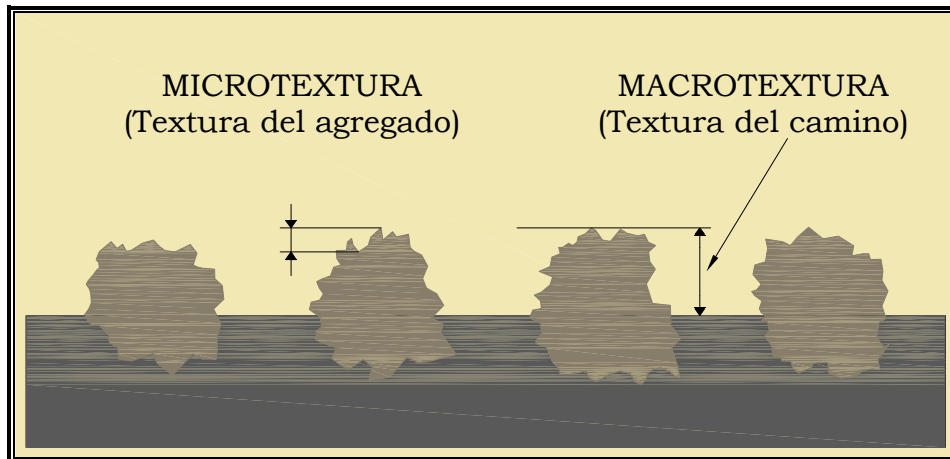


Figura III.4.7.1. Esquema de la micro y macrotextura.

**Rugosidad.** Deformaciones o distorsiones de la superficie de rodamiento en el sentido longitudinal o de la dirección del viaje en forma de ondas con longitudes entre 0.5 y 50 m; el usuario percibe su amplitud como sacudidas de baja frecuencia, que son capaces de mover al vehículo en menor o mayor grado traduciéndose en incomodidad.

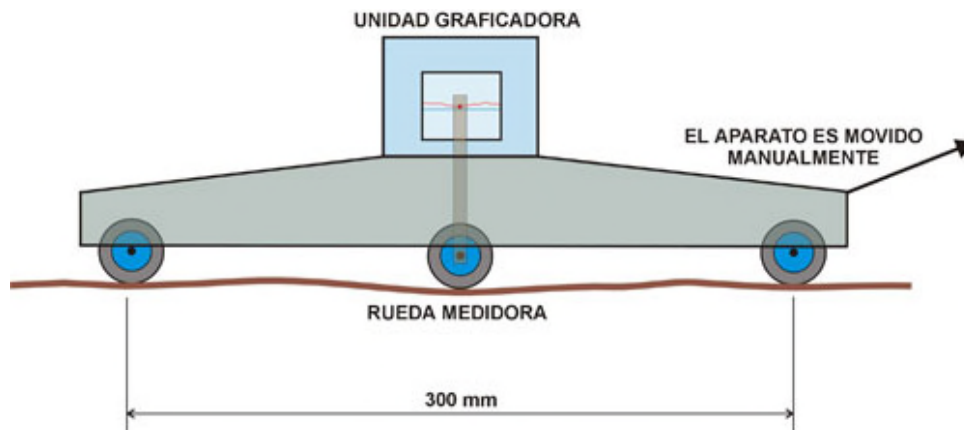


Figura III.4.7.2. Representación esquemática de la rugosidad y equipo de medición.

En la ingeniería de vías terrestres, la calidad del pavimento se analiza determinando la regularidad superficial, que tiene que ver con las irregularidades verticales acumuladas a lo largo de un kilómetro, con respecto a un plano horizontal en un pavimento. Éstas se deben principalmente a dos causas: la primera, al procedimiento constructivo, y la segunda al daño producido a la carretera misma por el tránsito vehicular. La regularidad superficial se define

normalmente, por un índice que se refiere a una determinada longitud de carretera. Los índices se obtienen midiendo el perfil longitudinal y aplicando un modelo matemático de análisis para reducir el perfil a un índice estandarizado. El Índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino.

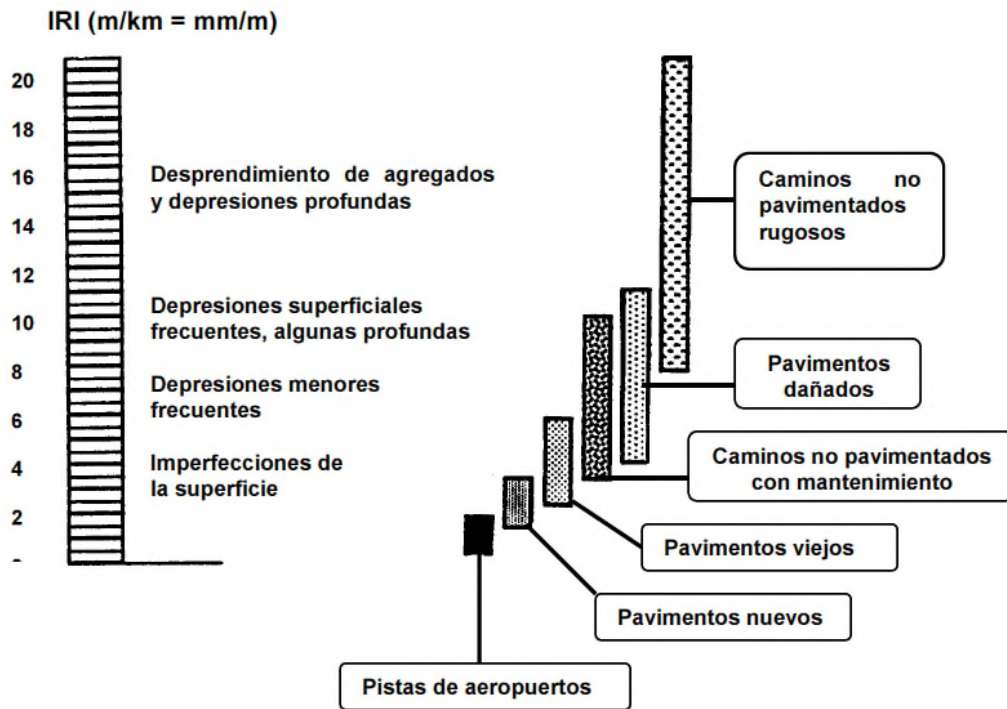


Figura III.4.7.3. Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos. Publicación técnica No. 245 Sistema de Evaluación de Pavimentos, Versión 2.0 IMT.

En muchos casos, el TDPA presente en el tramo analizado puede utilizarse como criterio para la elección de un valor límite de IRI, ya que el tránsito constituye un indicador de la importancia de la carretera y, por tanto, del nivel de deterioro tolerable en la misma.

Tabla III.4.7.1. Rangos de aceptación para el IRI de acuerdo con el Banco Mundial. Publicación técnica No. 245 Sistema de Evaluación de Pavimentos, Versión 2.0 IMT

TDPA (vehículos)	INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD IRI (m/km)						
	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	> 12
0 - 4,999	MB		B		R		M
5,000 - 9,999	MB	B	R		M	MM	
10,000 - 19,999	MB		B		R		M
> 20,000	MB	B	R		M		MM

MB: Muy bueno, B=Bueno, R=Regular, M=Malo, MM=Muy malo

**Fricción.** En lo que respecta a la fricción o resistencia al deslizamiento del pavimento, se considera la condición más desfavorable aquella en la que el pavimento se encuentra mojado. Su medida y estudio es fundamental, sobre todo en caminos de elevada intensidad de tránsito. La fricción se determina en forma indirecta midiendo el coeficiente de rozamiento entre el pavimento artificialmente mojado y una llanta especial. También se puede considerar de forma indirecta, al medir la textura del pavimento con ayuda de técnicas como el cono de arena.

El valor del coeficiente de fricción (CF) para pavimento mojado depende de una serie de factores; algunos inherentes a la carretera, como el estado de la superficie de rodamiento, drenaje, etc.; mientras que otros son responsabilidad del usuario (como la velocidad y el estado de las llantas), o de la naturaleza (lluvia, nieve, hielo sobre la carpeta, etc.). El coeficiente de fricción está en función de la velocidad y cantidad de agua que exista sobre el pavimento, además del tipo y del estado de la carpeta.

Al igual que otras características superficiales, los valores del coeficiente de fricción de un pavimento evolucionan con el tiempo, como consecuencia del pulido de la superficie por la acción repetida de las llantas de los vehículos. Esta acción será más o menos intensa dependiendo del tipo de agregado utilizado. Así por ejemplo, para agregados calizos el problema cobra importancia, lo que quizá no sea tan marcado cuando se utilizan agregados de origen volcánico. Por tanto, es necesario que en los trabajos rutinarios de evaluación y conservación de carreteras se determinen periódicamente de manera indirecta la resistencia al deslizamiento mediante equipos que determinen el coeficiente de fricción.

Uno de los equipos más sencillos que proporcionan una medida adecuada del coeficiente de fricción (CF), es el péndulo del TRRL (Transport and Road Research Laboratory), mostrado en la Figura III.4.7.4.



Figura III.4.7.4. Péndulo del TRRL (Transport and Road Research Laboratory)

La prueba consiste en limpiar el sitio, colocar y nivelar el aparato, ajustar la altura para que la longitud de contacto sea la estipulada, colocar el brazo del péndulo en posición horizontal, colocar la aguja de arrastre hasta igualar con el tope en el brazo, mojar la superficie de contacto e inmediatamente soltar el péndulo. La zapata de hule roza con la superficie frenando más o menos su viaje, el péndulo regresa y la aguja de arrastre marca el punto donde el péndulo se detuvo. La aguja marcará cero si la resistencia a la fricción es nula y un número cercano al 150 si la resistencia es máxima.

La prueba se repite 4 veces en el mismo punto y se registran las cuatro lecturas en unidades BPN, se calcula el promedio y se aplica un factor de corrección por temperatura. Por lo que también es necesario registrar la temperatura promedio de la superficie en el momento de la prueba y las condiciones del sitio como son: tipo de superficie, edad, textura apreciada subjetivamente y complementada con el procedimiento del círculo de arena que mide la “altura media de la macrotextura”. También es conveniente llevar un registro del número de pruebas realizadas con el deslizador su edad y desgaste.

Tabla III.4.7.2. Valores BPN mínimos de resistencia a la fricción con superficie húmeda, sugeridos para el péndulo del TRRL.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS DEL SITIO	BPN MÍNIMO
A	Sitios difíciles como: Retornos, curvas con radios menores a 150m, pendientes mayores al 6% y longitudes mayores a 100 m.	65
B	Autopistas, caminos tipo A y caminos urbanos con tráfico pesado (más de 2000 vehículos pesados al día).	55
C	Otros sitios.	45

El bajo rendimiento del péndulo TRRL no lo hace útil para la medición sistemática en redes de carreteras, por lo que se requieren aparatos de alto rendimiento y de baja interferencia con el tráfico, de este tipo existen varios modelos que utilizan ruedas de hule que pueden hacerse friccionar con el

pavimento de manera controlada y a velocidades de operación reales; según las características de cómo se aplica la fricción con la rueda estos equipos se pueden clasificar como:

- ◆ Rueda oblicua respecto a la trayectoria de la marcha.
- ◆ Rueda totalmente bloqueada.
- ◆ Rueda parcialmente bloqueada, con grado de deslizamiento fijo.
- ◆ Rueda parcialmente bloqueada, con grado de deslizamiento variable.

En España y de acuerdo con la Norma NTL-175/98, las lecturas BPN se dividen entre 100 y se corrigen por temperatura, obteniéndose un valor conocido como “Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento”.

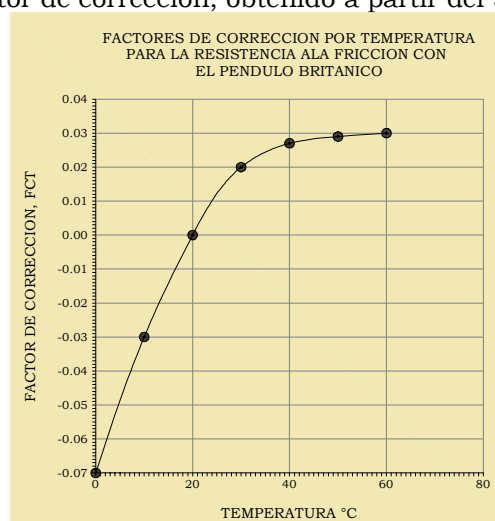
$$CRD = \frac{BPN}{100} + FCT$$

Donde:

CRD = Coeficiente de resistencia al deslizamiento

BPN = Número registrado por el péndulo

FCT = Factor de corrección, obtenido a partir del siguiente gráfico:



En México se realiza esta prueba y no existen todavía normas al respecto, pero resulta útil para detectar sitios peligrosos y dar seguimiento a la evolución de la resistencia a la fricción en determinados puntos. Sin embargo, el Instituto Mexicano del Transporte IMT, sugiere para el caso de evaluación de carreteras aplicar los siguientes valores mínimos del coeficiente de fricción.

Tabla III.4.7.3. Valores mínimos del coeficiente de fricción

Condición del pavimento	Coeficiente de fricción
Pavimentos flexibles en condiciones secas:	0.80 mínimo
Pavimentos flexibles en condiciones húmedas:	0.50 mínimo
Publicación técnica No. 245 Sistema de Evaluación de Pavimentos, Versión 2.0 IMT	



Se hace notar que considerando la “condición más desfavorable” para el caso de mantenimiento de carreteras, y debido principalmente a requerimientos de seguridad de los usuarios, en el caso de los pavimentos mexicanos los sistemas de evaluación toman como valor para separar tramos que cumplen y que no cumplen, solamente el valor de 0.5 del coeficiente de fricción en pavimento mojado.

Entre las acciones más comunes a recomendar para mejorar la fricción, se incluyen:

- a) Para el caso de carreteras de la red federal, la aplicación de un tratamiento superficial mediante carpeta de un riego, con material pétreo y emulsión de liga. Para el caso de autopistas, se sugiere una *microcarpeta*.
- b) Para el caso de autopistas con pavimentos rígidos de concreto hidráulico se recomienda el ranurado longitudinal mediante una fresadora, con ranuras de 0.5 centímetros de ancho y 0.5 centímetros de profundidad, espaciamiento de 1 centímetro para un drenaje superficial eficiente y no permitir la acumulación de láminas de agua que puedan provocar el fenómeno de *hidroplaneo*.

**Irregularidades transversales.** No solo la regularidad del perfil longitudinal interesa pero además el transversal, las irregularidades de acabado o deformaciones permanentes en este sentido y sobre todo en tangentes a nivel, permiten la acumulación de agua en forma de charcos o láminas delgadas que son muy peligrosos, pues producen el fenómeno llamado de *hidroplaneo* que consiste en la pérdida de contacto de la llanta con el pavimento. La deformación permanente típica en un pavimento flexible es el ahuellamiento o rodera, fenómeno que conviene detectar y darle seguimiento a través del tiempo, ya que es un síntoma de mal funcionamiento estructural de alguna capa o capas del pavimento.

Las irregularidades transversales se pueden medir con un perfilógrafo transversal, Figura III.4.7.5, que consiste en una regla que abarca poco más del ancho de un carril (3.5 m en México), que se coloca perpendicularmente al eje longitudinal del camino y en posición nivelada, sobre la cual corre un carro con una pequeña rueda haciendo contacto con la superficie del pavimento que puede moverse hacia arriba y abajo siguiendo el perfil y graficándolo en una cinta de papel con escala vertical 1:1 y horizontal variable según convenga, de esta forma se obtiene un perfil preciso para cada sitio.

En México la profundidad máxima admisible de las roderas es de 15 milímetros; cuando en un tramo se localicen profundidades mayores, se requerirá aplicar alguna corrección.



Figura III.4.7.5. Perfilógrafo transversal

**Color de la superficie de rodadura.** El color de la superficie no solo afecta el comportamiento estructural sino que incide directamente en la percepción que tiene el usuario del camino. Las superficies negras características de los pavimentos flexibles no son deseables, puesto que durante la noche no reflejan la luz de los faros situación peligrosa, durante el día absorben calor y el gradiente térmico entre la superficie y la parte inferior de la capa de rodadura es elevado, la superficie se calienta mucho más que el fondo produciendo expansión térmica diferencial, esto produce tensiones en la parte inferior de la capa que inducen al agrietamiento de abajo hacia arriba, por el contrario durante la noche su superficie se enfría más rápidamente que el fondo y aparecen tensiones por contracción térmica en la superficie que inducen grietas que van de arriba hacia abajo. Los pavimentos flexibles con superficie negra pueden producir hasta un 15% más de grietas por temperatura que uno con superficie parda.

Las superficies blancas son características de los tratamientos superficiales con material pétreo calizo y de algunos pavimentos rígidos, aunque por lo general el cemento Portland es de tono gris. El color blanco no es deseable ya que produce reflexión molesta de la luz solar que puede impedir la visibilidad de un objeto u otro vehículo frente al conductor, en este caso las superficies de este color resultan molestas fatigosas y peligrosas.

En general los tonos grises, pardos o rojizos de los materiales pétreos son adecuados como superficies de rodamiento y es recomendable el uso de estos tonos para tratamientos superficiales. Los pavimentos rígidos por lo general no presentan superficies de color inadecuado.

En carreteras de altas especificaciones en algunos países europeos se especifica la reflectividad de la superficie y de las marcas de pintura en el pavimento por las razones señaladas y además para asegurar el contraste y visibilidad de dichas marcas; en México no se han establecido normas al respecto ya que los equipos y procedimientos para medir este efecto están en vías de estandarización.

Es necesario que se entienda que la sección transversal de un proyecto y en general el alineamiento de carreteras no solo atañe a cuestiones geométricas, constructivas y económicas; sino que tienen un gran impacto en el funcionamiento y operación de éstas, repercutiendo en la seguridad de los usuarios.

Como se ha visto la sección transversal de una carretera no solo es tema inherente al proyecto geométrico sino, también al proyecto de señalamiento y seguridad de las carreteras.

### **III.5. Alineamiento**

El alineamiento de caminos comprende la interrelación de la proyección del eje de proyecto sobre un plano horizontal y uno vertical, ambos comprenden la conexión entre tangentes y curvas en su respectivo plano, siendo consistentes con la topografía, el paisaje, la geología y atendiendo al estándar de proyecto definido de acuerdo al nivel de servicio de la vía.

#### **III.5.1. Alineamiento horizontal**

Técnicamente el alineamiento horizontal se define como la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. El alineamiento horizontal está constituido por tangentes, curvas circulares, y curvas de grado de curvatura variable (o de transición) que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. Como premisa de seguridad de carreteras, el alineamiento horizontal debe permitir una operación suave y segura a la velocidad de diseño.

#### ***Tangentes.***

Son las proyecciones sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de una curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto sobre tangente y se le representa por PST.

La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad del tránsito. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, ya que tales tramos son monótonos durante el día, especialmente en zonas del norte del país donde la temperatura es relativamente alta, provocando zonas de insolación directa, y por la noche favorecen los deslumbramientos.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas. Algunos manuales de proyecto geométrico hacen recomendaciones como reemplazar grandes alineamientos (superiores a 1.5 km), por curvas amplias de grandes radios (2,000 a 10,000 m) que obliguen al conductor a modificar

suavemente su dirección y mantengan despierta su atención. Además de las medidas establecidas por el proyecto geométrico de vialidades para evitar la monotonía de las tangentes, existen también dispositivos de seguridad del tránsito que mantienen alerta a los conductores.

**Curvas circulares.**

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las curvas circulares se corresponden con una curvatura constante, la cual es inversamente proporcional al valor del radio. Las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

*Curva circular simple.* Se presenta cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular. En el sentido del cadenamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. En la Figura III.5.1.1 se muestran los elementos característicos de la curva circular simple.

*Curvas circulares compuestas.* Aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. En carreteras debe evitarse este tipo de curvas porque introducen cambios de curvatura peligrosos.

**Curvas de transición.**

En un diseño donde se utilizan elementos geométricos rígidos como la línea recta (tangente) y los arcos circulares (curva simple), cualquier vehículo que entre en una curva horizontal o salga de la misma, experimenta un cambio brusco debido al incremento o disminución de la fuerza centrífuga, que se efectúa en forma instantánea, lo que produce incomodidad e inseguridad en el usuario. El vehículo requiere hacer dichos cambios en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación, ampliación y señalización necesarias.

Las curvas de transición son aquellas que ligan una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular. Durante el proceso de desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al diseño de carreteras, se han utilizado varias curvas que pueden servir para este fin, sin embargo en la práctica del diseño geométrico de vialidades en México, es de uso común la curva conocida como *clotoide* o *espiral de Euler*, cuya expresión más simple es:

$$RcLe = K^2$$

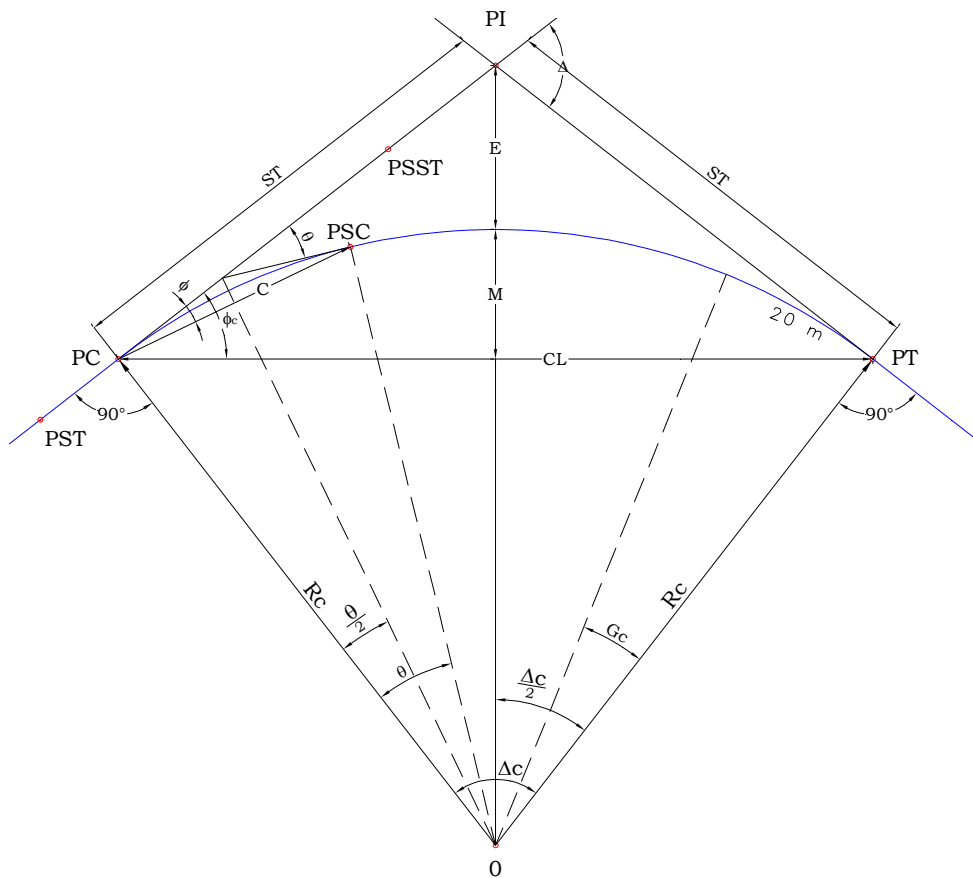
Donde:

- $Le$  = Longitud de la espiral de transición, en m.
- $Rc$  = Radio de la curva circular, en m.
- $K$  = Parámetro de la espiral, en  $m^2$

La ecuación anterior cumple con la condición de que el producto del radio y la longitud a un punto cualquiera es constante. Tiene la propiedad de que cuando aumenta o reduce su parámetro  $K$ , todas las medidas lineales cambian en la misma proporción, permaneciendo los elementos que determinan su forma sin cambio alguno; lo que significa que todas las *clotoides* tienen la misma forma, pero difieren entre sí por su longitud.

Como anteriormente se ha mencionado, la clotoide es la curva de transición con más uso en el diseño de carreteras, sus bondades con respecto a otros elementos geométricos curvos, permiten obtener carreteras cómodas, seguras y estéticas. Entre las principales ventajas de ésta, se mencionan las siguientes:

- ◆ Una curva espiral diseñada apropiadamente proporciona una trayectoria natural, segura y fácil de seguir por los conductores, de tal manera que la fuerza centrífuga crece o decrece gradualmente, a medida que el vehículo entra o sale de una curva horizontal.
- ◆ La longitud de la espiral se emplea para realizar la transición del peralte y la del sobreebanco entre la sección transversal en línea recta y la sección transversal completamente peraltada y con sobreebanco de la curva.
- ◆ El desarrollo del peralte se hace en forma progresiva, con lo que se consigue que la pendiente transversal de la calzada sea, en cada punto, la que corresponde al respectivo radio de curvatura.
- ◆ La flexibilidad de la clotoide y las muchas combinaciones del radio con la longitud, permiten la adaptación a la topografía, y en la mayoría de los casos la disminución del movimiento de tierras, para obtener trazados más económicos.



- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PC Punto en donde comienza la curva circular simple
- PT Punto en donde termina la curva circular simple
- PST Punto sobre tangente
- PSST Punto sobre subtangente
- PSC Punto sobre la curva circular
- O Centro de la curva circular
- $\Delta$  Angulo de deflexión de las tangentes
- $\Delta c$  Angulo central de la curva circular
- $\theta$  Angulo de deflexión a un PSC
- $\phi$  Angulo de una cuerda cualquiera
- $\phi c$  Angulo de la cuerda larga
- $G_c$  Grado de curvatura de la curva circular
- $R_c$  Radio de la curva circular
- ST Subtangente
- E Externa
- M Ordenada media
- C Cuerda
- CL Cuerda larga
- $l$  Longitud de un arco
- $l_c$  longitud de la curva circular

Figura III.5.1.1. Elementos de la curva circular simple. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT México 1991.

### III.5.2. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, dicho eje se conoce como línea subrasante. El alineamiento vertical está formado por la subrasante, constituida por una serie de *tangentes* enlazadas por *curvas*. La inclinación de la subrasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad de proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en rampas.

Tan importante como para el alineamiento horizontal, es determinante en el alineamiento vertical el relieve del terreno, con el objeto de un trazo eficaz, seguro, económico y ecológico. Por tal razón:

- ◆ En terreno plano, el alineamiento sigue la topografía, exigiendo especial énfasis en el drenaje.
- ◆ En terreno ondulado, en general las subrasantes son onduladas.
- ◆ En terreno montañoso, el alineamiento está condicionado por las restricciones y condiciones topográficas.
- ◆ En los terrenos escarpados, el alineamiento vertical está definido, por los parteaguas.

#### **Tangentes.**

Se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas, parámetros que a continuación se describen:

- ◆ Longitud  $T_v$ . Distancia horizontal entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.
- ◆ Pendiente  $p$ . Relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la tangente.
- ◆  $PIV$ . Punto de intersección de dos tangentes consecutivas
- ◆  $A$ . Diferencia algebraica de pendientes en el  $PIV$ .

A continuación se tratan elementos propios de las tangentes, aspectos relativos al estándar de proyecto en carreteras.

*Pendiente Gobernadora.* Teóricamente es la pendiente media que puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno.

*Pendiente Máxima.* Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto; queda determinada por el volumen y composición del tránsito previsto, así como la configuración del terreno.

*Pendiente Mínima.* Se fija para permitir el drenaje; determinada por las condiciones topográficas y climáticas presentes en la zona.

*Longitud crítica de una tangente.* Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido. Los elementos que intervienen en la determinación de ésta longitud son: el vehículo de proyecto, su relación *peso/potencia* la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

**Curvas verticales.**

Son las curvas que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual entre pendientes de la tangente de entrada a la de salida. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como *PCV* y como *PTV* el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente, mismas que se representan en la Figura III.5.2.1. En los tipos I y III las pendientes de las tangentes de entrada y salida tienen signos contrarios, en los tipos II y IV tienen el mismo signo

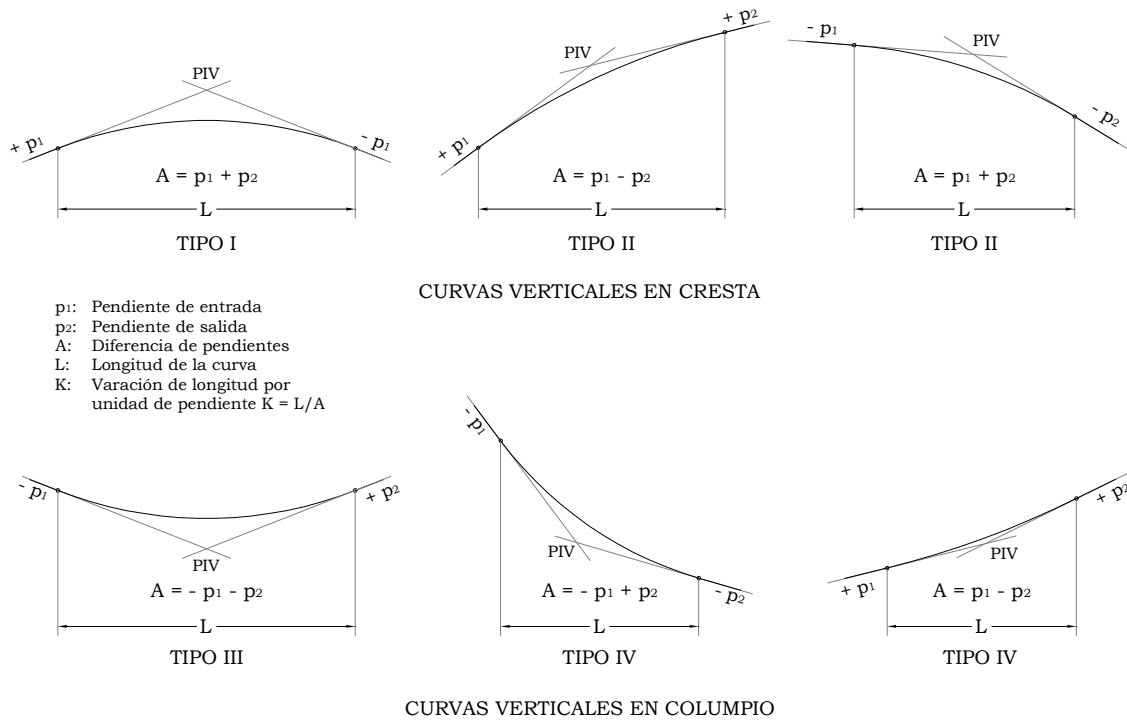


Figura III.5.2.1. Tipos de curvas verticales.



La forma recomendada para las curvas verticales es una parábola cuya ecuación es la siguiente:

$$y = Kx^2 + Px$$

Donde:

$P$  = Pendiente de la tangente de entrada.

$K$  = Variación de la longitud por unidad de pendiente,  $K = L/A$

$L$  = Longitud de la curva

$A$  = Diferencia algebraica entre pendientes.

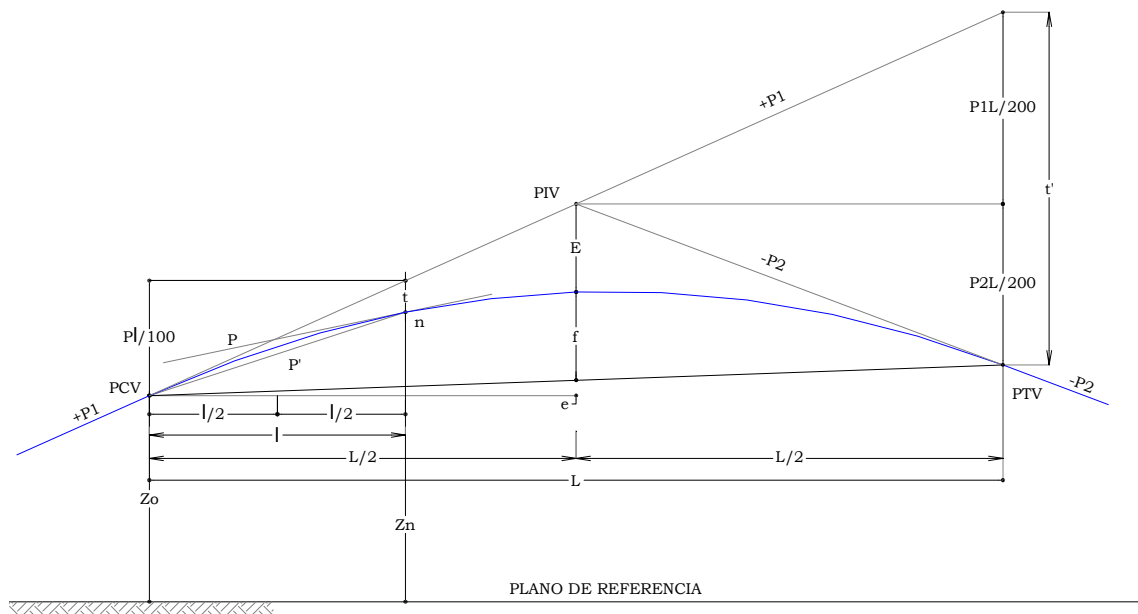
Existen cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas verticales:

a. Criterios de comodidad. Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo. Generalmente queda englobado siempre por el criterio de seguridad.

b. Criterios de apariencia. Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa (curvas en columpio), para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

c. Criterios de drenaje. Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. Para advertir al diseñador la necesidad de modificar las pendientes longitudinales de las cunetas.

d. Criterio de seguridad. Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de adelantamiento.



PIV	Punto de intersección de las tangentes
PCV	Punto en donde comienza la curva vertical
PTV	Punto en donde termina la curva vertical
n	Punto cualquiera sobre la curva
P1	Pendiente de la tangente de entra en por ciento
P2	Pendiente de la tangente de salida en por ciento
p	Pendiente de un punto cualquiera de la curva en por ciento
p'	Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en por ciento
A	Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y la de salida
L	Longitud de la curva
E	Externa
f	Flecha
	Longitud de la curva a un punto cualquiera
t	Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera
K	Variación de la longitud por unidad de pendiente, $K= L/A$
Zo	Elevación del PCV
Zn	Elevación de un punto cualquiera

Figura III.5.2.2. Elementos de las curvas verticales.

### III.5.3. Combinación del alineamiento horizontal y vertical

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales al estándar de proyecto, las condiciones del tránsito y a las características del terreno. La coordinación apropiada de estos elementos sólo se obtendrá con un buen estudio de ingeniería; para lo cual se recomiendan los siguientes criterios básicos.

- ◆ La curvatura horizontal y la pendiente longitudinal del proyecto deben mantener un balance apropiado, sin sacrificar las condiciones de una en busca de mejores características de la otra.
- ◆ De una curva vertical que coincida con una curva horizontal generalmente resulta una carretera agradable, siempre y cuando la curva horizontal no sea de radio mínimo o próximo al mínimo, coincidiendo con una curva vertical de longitud mínima, pues esta circunstancia presenta inconvenientes, especialmente cuando se transita de noche. En efecto, las luces de los vehículos se pierden en el espacio, generando deficiencias en la visibilidad de los conductores. *Manual de Proyecto Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Colombia*

La Figura III.5.3.1 muestra casos de coincidencia de curvas horizontales con verticales. En este ejemplo, la curva horizontal debe ser mayor o por lo menos igual a la curva vertical. Además, las condiciones de drenaje, ópticas y dinámicas de conducción son muy favorables. No obstante, esta situación se considera crítica cuando las curvaturas horizontal y vertical son mínimas para la velocidad especificada en el tramo. La coordinación ideal entre alineamientos crea un efecto de curvas en S, en la cual las condiciones dinámicas de conducción, ópticas y de drenaje presentan ventajas. El ejemplo muestra buenas condiciones en las cuales la rampa de sobreelevación se levanta en los sitios de menor dificultad.

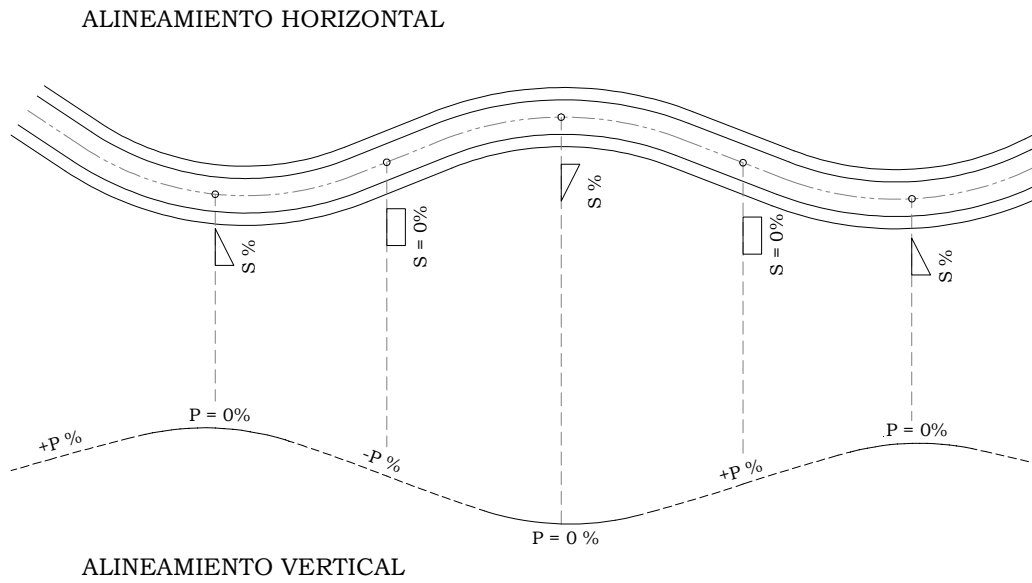


Figura III.5.3.1. Coordinación de alineamientos.

El punto donde se inicia una curva horizontal no debe coincidir o estar demasiado cerca de la parte más baja o más alta de la curva vertical en columpio o en cresta, respectivamente. Esta condición es peligrosa, especialmente para valores mínimos de curvatura horizontal y vertical, puesto que el conductor tendrá dificultad para apreciar el cambio del alineamiento horizontal, especialmente de noche, debido a las deficientes condiciones ópticas. La Figura III.5.3.2 muestra este tipo de coordinación para el caso de una curva vertical en columpio. En este caso, las deficiencias de tipo óptico se manifiestan mediante el efecto separador, producido por la mala coordinación, como se aprecia en la perspectiva inferior.

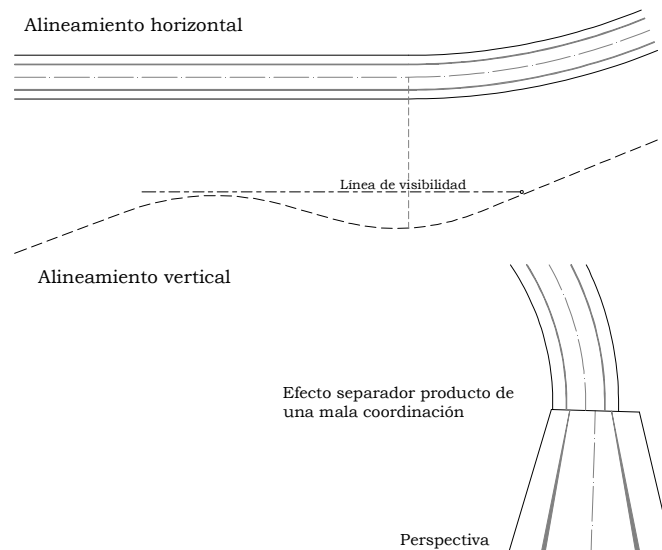
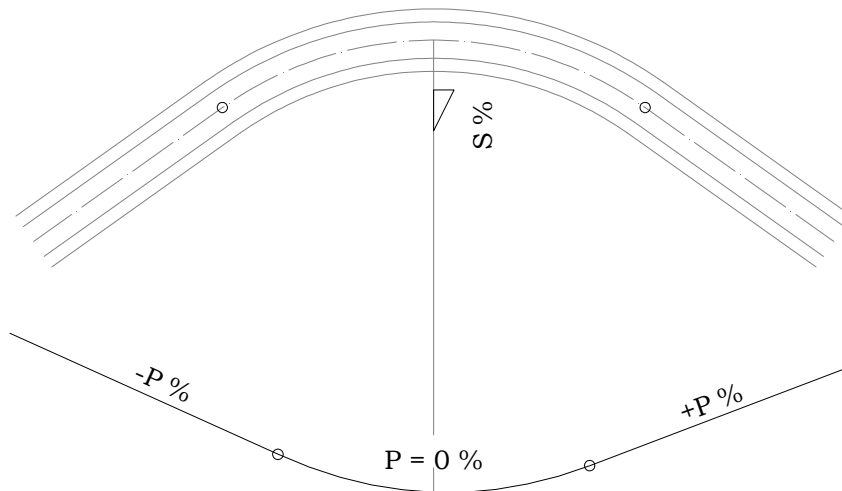


Figura III.5.3.2. Mala coordinación de alineamientos

El peligro desaparece si la curva horizontal contiene totalmente a la vertical, en la Figura III.5.3.3 se aprecia esta coordinación la cual tiene especiales ventajas, que transmiten comodidad y seguridad al usuario.

Alineamiento horizontal



Alineamiento vertical

Figura III.5.3.3. Combinación satisfactoria de alineamientos.

La correcta combinación entre los elementos que conforman el alineamiento horizontal y vertical debe dar por resultado una carretera de operación segura y confortable, integración en su entorno y con características de drenaje adecuadas; logrando así un diseño equilibrado que es aquel en el cual ambos alineamientos están estrechamente vinculados.

### III.6. Tipo de terreno

La configuración topográfica por la que atraviesa una carretera es un factor que puede influir significativamente en las características geométricas de ésta. La normativa mexicana considera tres tipos de terreno: *plano, lomerío y montañoso*. Cabe mencionar que normativas más avanzadas lo clasifican en términos de las pendientes y las posibilidades de los vehículos pesados de circular por ellas.

Tabla III.6.1. Tipo de terreno

TERRENO	CARACTERÍSTICAS
PLANO	Es cualquier combinación de alineamientos vertical y horizontal, que permite a los vehículos pesados mantener la misma velocidad de los ligeros. Las pendientes están limitadas a 1 o 2%.
LOMERÍO	Es cualquier combinación de alineamientos vertical y horizontal que hacen que los vehículos pesados reduzcan su velocidad substancialmente por debajo de los ligeros, sin llegar a la máxima velocidad que pueden alcanzar en pendientes sostenidas.
MONTAÑOSO	Es cualquier combinación de alineamientos vertical y horizontal que hacen que los vehículos pesados operen a la máxima velocidad que pueden alcanzar en pendientes sostenidas.
Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT México 1991	

Estos tres tipos de terreno representan combinaciones de características geométricas en grado variable, que se refieren principalmente a las pendientes y a la sección transversal.

### **III.7. Velocidad**

Es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo del tránsito. Su importancia como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los demás elementos de proyecto.

#### **III.7.1. Velocidad de operación**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular en un tramo de un camino, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso, la velocidad de proyecto del tramo.

#### **III.7.2. Velocidad de proyecto**

La normativa mexicana más reciente define velocidad de proyecto como la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo carretero y que se utiliza para su diseño geométrico. La velocidad de proyecto es la mínima velocidad a lo largo de un tramo para la que quedarán preparados los segmentos diseñados con los estándares más restrictivos permitidos para esa velocidad (radio mínimo de curvatura, pendiente máxima, etc.).

En otras palabras, la velocidad de proyecto es una elección, la cual deberá ser congruente con el tipo de carretera, y sirve para determinar los diferentes elementos de diseño geométrico. Este concepto se establece a partir de dos principios básicos: 1) que todas las curvas de un tramo se proyecten para la misma velocidad; y 2) que la velocidad de proyecto refleje la velocidad a la que un porcentaje elevado de los conductores desea circular. El concepto de velocidad de proyecto se creó, por tanto, con el propósito de asegurar la homogeneidad o consistencia del trazo.

La normativa en México permite rangos de velocidad de proyecto muy amplios para cada tipo de carretera; esto es:

- De 60 a 110 km/h para caminos tipo A
- De 50 a 110 km/h para caminos tipo B
- De 40 a 100 km/h para caminos tipo C
- De 30 a 70 km/h para caminos tipo D y E

### III.8. Distancias de visibilidad

Es la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

#### III.8.1. De parada

La distancia de visibilidad de parada, es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a, o cerca de la *velocidad de proyecto*, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. Está formada por la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el objeto hasta que coloca su pie en el pedal del freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos, denominadas *distancia de reacción* y *distancia de frenado* respectivamente. Lo cual, expresado en forma de ecuación sería:

$$Dp = d + d'$$

Dado que:

$$d = K V t$$

$$d' = \frac{V^2}{254(f + p)}$$

Sustituyendo, la expresión queda:

$$Dp = K V t + \frac{V^2}{254(f + p)}$$

Donde:

- Dp = Distancia de visibilidad de parada (m)
- d = Distancia de reacción (m)
- d' = Distancia de frenado (m)
- t = Tiempo de reacción (s)
- V = Velocidad del vehículo (km/h)
- K = Factor de conversión de km/h a m/s, igual a 0.278
- f = Coeficiente de fricción longitudinal
- p = Pendiente de la carretera

En la deducción de la expresión anterior, se ha considerado que la velocidad del vehículo es constante durante el tiempo de reacción. Además se ha supuesto que el vehículo se detiene por la sola aplicación de los frenos, despreciando la inercia de las partes móviles, las resistencias internas, la resistencia al rodamiento, la resistencia del aire y la variación en la eficiencia de los frenos.



### III.8.2. De rebase

La distancia de visibilidad de rebase, es la distancia en un tramo de carretera suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra. Esta distancia se aplica a carreteras y vialidades de dos carriles, en carreteras de cuatro o más carriles, la maniobra de rebase se efectúa en carriles con la misma dirección de tránsito, por lo que no hay peligro de interferir con el tránsito de sentido opuesto.

De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, la distancia de visibilidad de rebase mínima es:

$$D_R = 4.5 \times V$$

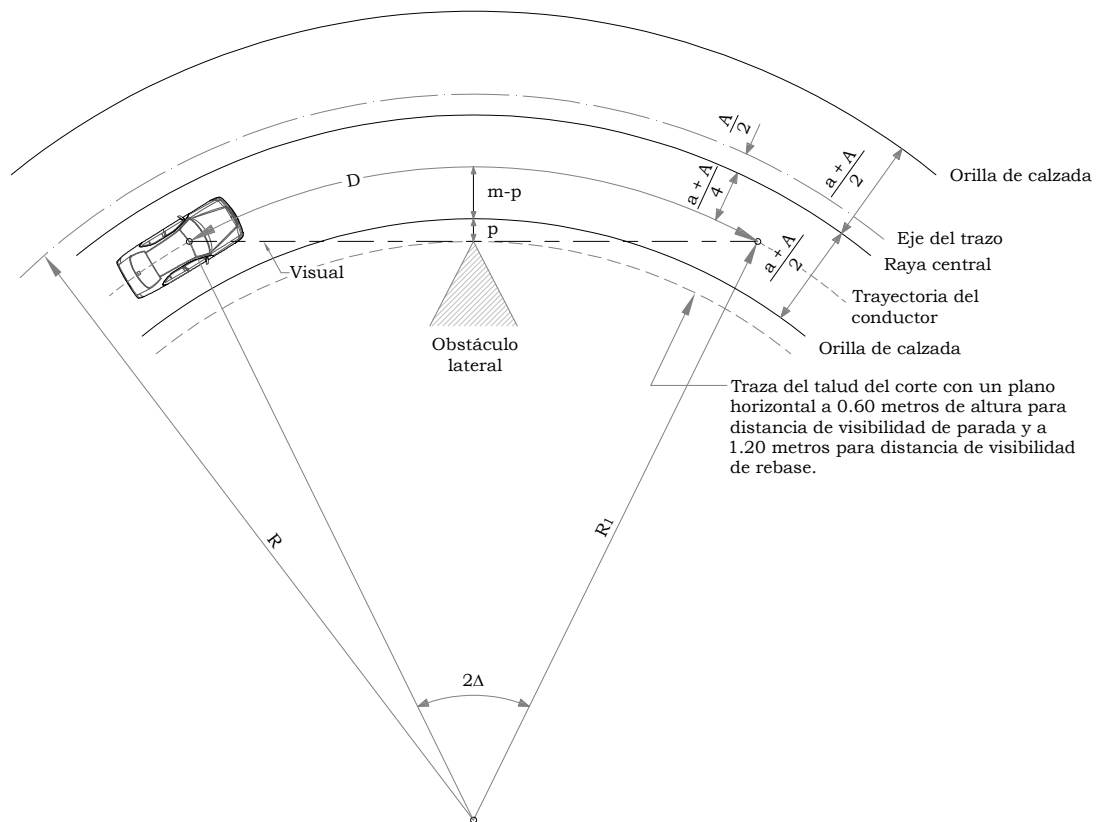
Donde:

DR = Distancia mínima de visibilidad de rebase (m)  
 V = Velocidad de proyecto (km/h)

La distancia de visibilidad es un elemento que debe tenerse presente desde las etapas preliminares del proyecto. Puesto que la distancia de visibilidad en el camino cambiará rápidamente en tramos cortos, se debe medir la distancia de visibilidad en los alineamientos horizontal y vertical, anotando la menor. Como ya se mencionó, en caminos de dos carriles deben medirse las distancias de visibilidad de parada y rebase; en caminos de carriles múltiples, únicamente la de parada.

### III.8.3. En curvas horizontales

La distancia de visibilidad horizontal puede verse restringida en el interior de las curvas horizontales por objetos tales como pilas de puentes, edificios, barreras de concreto o metálicas, cortes, etc. Por tal razón, debe verificarse que se cuente con una distancia libre de obstáculos mínima "m" del eje del carril interior a obstáculos en el interior de curvas horizontales, para dar la distancia de visibilidad de parada o de rebase, según se desee satisfacer una u otra en la curva.



- $a$  = Ancho de calzada en tangente (m)
- $A$  = Ampliación de la calzada en curva (m)
- $R_1$  = Radio de la trayectoria del conductor (m)
- $m$  = Distancia del obstáculo al eje de la trayectoria del conductor (m)
- $p$  = Distancia del obstáculo a la orilla de la calzada (m)
- $D$  = Distancia de visibilidad de parada o de rebase (m)

Figura III.8.3.1. Distancia a obstáculos laterales en curvas horizontales. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT México 1991

### III.8.4. En curvas verticales

Para medir la distancia de visibilidad se considera la altura de los ojos del conductor sobre el pavimento, de 1.14 m. Para medir la distancia de visibilidad de parada, la altura del objeto que debe ver el conductor, es de 0.15 m. para medir la de visibilidad de rebase, se fijó una altura de objeto de 1.37 m, con la cual se cubre la altura de la mayoría de los automóviles.

Durante la noche, la distancia de visibilidad queda condicionada por la zona iluminada por los faros del vehículo. Para fines de proyecto de curvas verticales en columpio, se considera que los faros del vehículo están a 0.61 m sobre el pavimento y los rayos luminosos del cono proyectado forman un ángulo de  $1^\circ$ , con la prolongación del eje longitudinal del vehículo.

Los registros de distancias de visibilidad son muy útiles para calcular la capacidad y/o nivel de servicio, facilitan la verificación y revisión del proyecto y sirven de guía para señalar las zonas en donde debe prohibirse rebasar. En el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT, se detalla la metodología para medir la distancia de visibilidad del alineamiento vertical.

Un camino debe tener en toda su longitud una distancia de visibilidad por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada; en consecuencia los diferentes elementos geométricos del camino deben proyectarse de manera que cumplan con los requisitos de visibilidad. Una aplicación directa de la distancia de visibilidad a proyectos de carreteras, es la determinación de la longitud de las curvas verticales o la distancia a obstáculos laterales en curvas horizontales, de manera que un conductor que circule a velocidad de proyecto, tenga una distancia de visibilidad de parada o de rebase acorde a esa velocidad.

### III.8.5. En intersecciones

La distancia de visibilidad en intersecciones, es el factor que debe usarse para controlar la visibilidad en los enlaces o intersecciones. En los enlaces de doble sentido de circulación no debe usarse la distancia de visibilidad de rebase, pues esta maniobra no debe permitirse debido a la poca longitud de que generalmente constan. Es indispensable que en cualquier intersección de caminos se proporcione la visibilidad necesaria para que los vehículos puedan hacer alto total, antes de alcanzar un obstáculo que aparezca inesperadamente en su trayectoria.

En la Tabla III.8.5.1 se muestran las longitudes mínimas de visibilidad de parada en los enlaces para diversas velocidades de proyecto.

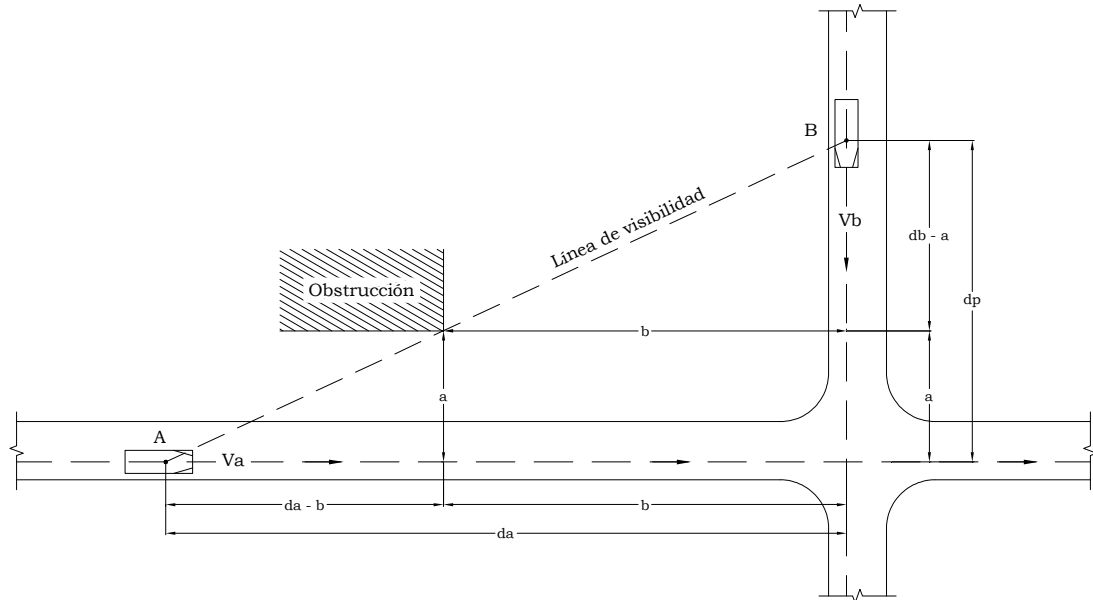
Tabla III.8.5.1. Distancia mínima de visibilidad de parada en los enlaces.

<b>Velocidad de proyecto (km/h)</b>	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
<b>Distancia mínima de visibilidad de parada (m)</b>	25	35	50	65	80	95	110	140	165	200

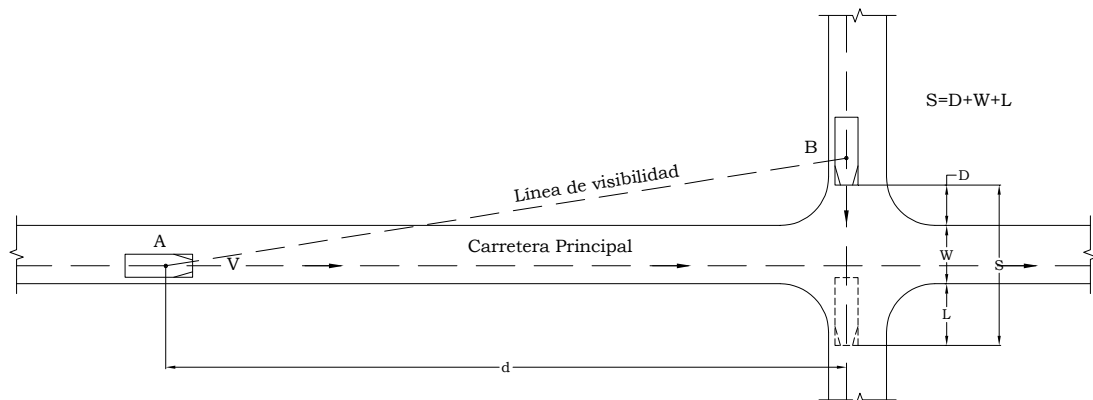
El conductor de un vehículo que se acerca a una intersección a nivel, debe tener una visual libre de obstrucciones, de toda la intersección y de un tramo del camino transversal, de longitud suficiente que le permita reaccionar y efectuar las maniobras necesarias para evitar colisiones. La distancia mínima de visibilidad, indispensable para la seguridad bajo ciertas condiciones físicas y determinado comportamiento del conductor, se halla relacionada directamente con la velocidad de los vehículos y con las distancias recorridas durante el tiempo de reacción del conductor y el correspondiente de frenado. Cuando el tránsito en la intersección está controlado por algún dispositivo, se puede restringir la visibilidad de la zona de cruce.

En las intersecciones debe existir una visibilidad continua a lo largo de los caminos que se cruzan, para permitir a los conductores que se aproximan simultáneamente, verse entre sí con la anticipación necesaria. En la Figura

III.8.5.1 se consideran tres casos generales, en los cuales se suponen las maniobras de los conductores sobre las ramas.



SIN DISPOSITIVOS DE CONTROL EN LA INTERSECCIÓN  
CASOS I Y II



CON SEÑAL DE ALTO EN EL CAMINO SECUNDARIO  
CASOS III

Figura III.8.5.1. Distancia de visibilidad en las intersecciones, triángulo mínimo de visibilidad.

### III.9. Intersecciones

De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT, se denomina intersecciones al área donde dos o más vías terrestres se unen o se cruzan. Se consideran dos tipos principales de intersecciones los *entronques* y los *pasos*.

En el área de la intersección, un conductor puede cambiar de la ruta sobre la cual ha venido manejando, a otra de diferente trayectoria o cruzar la corriente de tránsito entre él y su destino, de acuerdo a los diagramas mostrados en la Figura III.9.1. En cualquier caso que exista divergencia, convergencia o cruce, existe un conflicto entre los usuarios que intervienen en las maniobras. Esto puede incluir a los usuarios cuyas trayectorias se unen, cruzan o separan, o puede abarcar a los vehículos que se aproximan al área de conflicto; dicha área abarca la zona de influencia en la cual los usuarios que se aproximan pueden causar trastornos a los demás conductores, debido a las maniobras realizadas en la intersección.

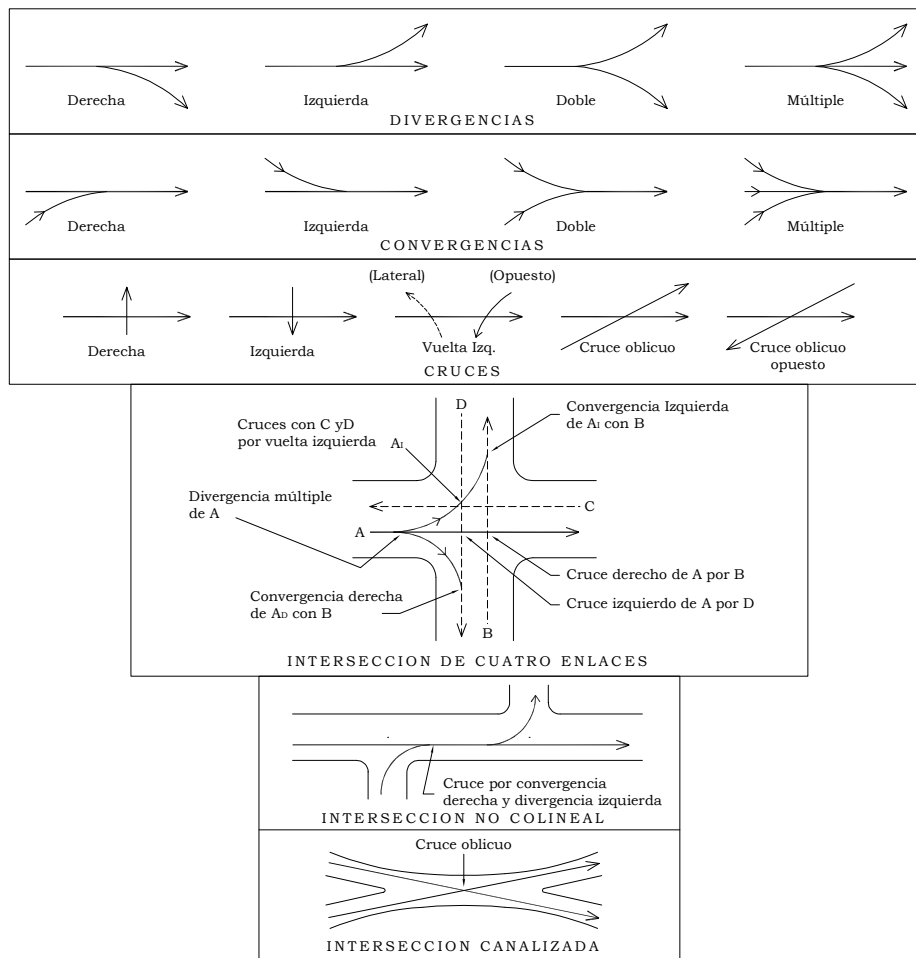


Figura III.9.1. Maniobras de los vehículos en las intersecciones.

### III.9.1. Entronques

Se denomina así a la zona donde dos o más caminos se cruzan o unen, permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito, existiendo dos grupos con sus principales configuraciones, los entronques a nivel y los entronques a desnivel, designándolos por el número de ramas y por la forma que adoptan, respectivamente.

#### III.9.1.1. A nivel.

Un entronque a nivel es la suma de elementos geométricos que permiten al conductor efectuar oportunamente las maniobras necesarias para la incorporación o cruce de las corrientes de tránsito. Los tipos generales de entronques a nivel se ilustran en la siguiente figura.

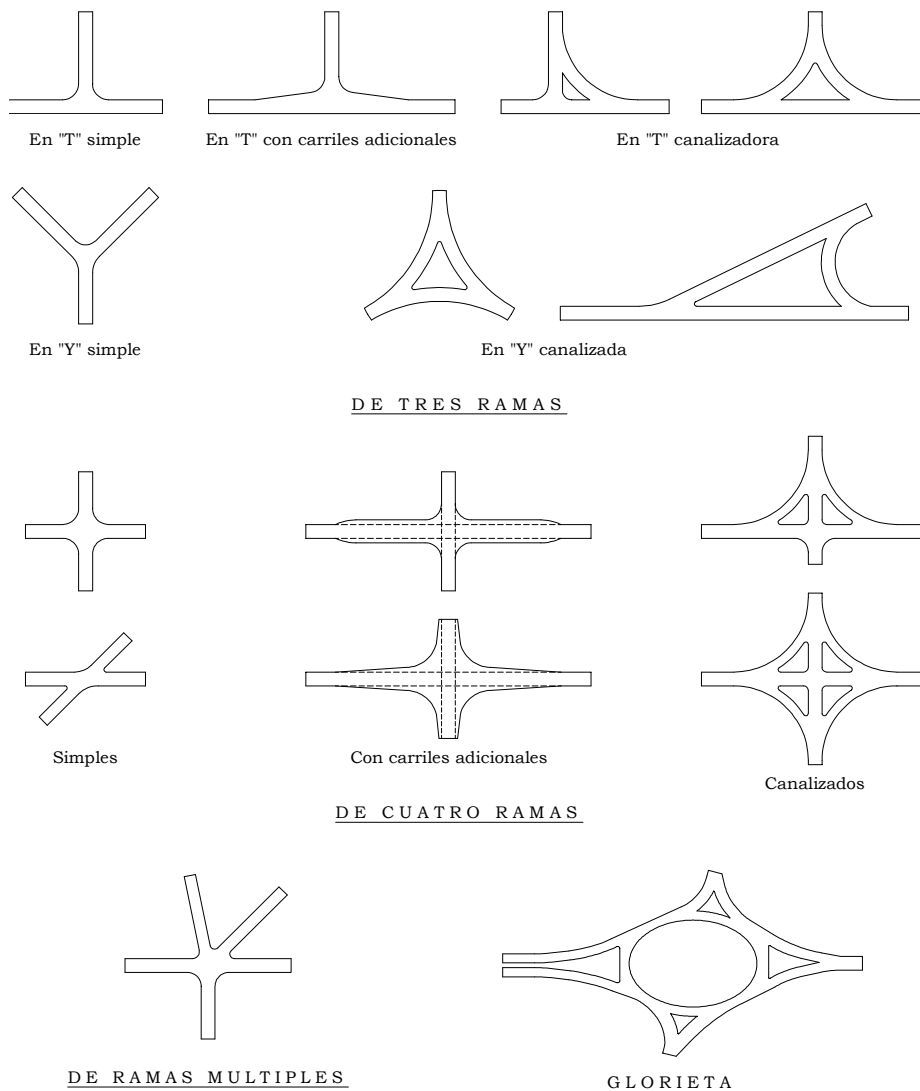


Figura III.9.1.1.1. Tipos generales de entronques a nivel.

Las principales formas de los entronques a nivel son: *de tres ramas, de cuatro ramas, de ramas múltiples y de tipo glorieta*. Los principales factores que definen el tipo de entronque y su tamaño son los volúmenes de tránsito actuales y futuros de los caminos que se intersectan, su índole y composición y la velocidad de proyecto. Así mismo las condiciones locales y el costo del derecho de vía influyen al seleccionar el tipo de entronque. El diseño de los entronques debe considerar la apariencia a la vista del conductor; debe también considerarse la combinación entre los alineamientos horizontal y vertical.

### **III.9.1.2. A desnivel**

Los entronques a desnivel son necesarios en las intersecciones en donde un entronque a nivel no tiene la capacidad suficiente para alojar los movimientos de la intersección. En ocasiones estos entronques son empleados por razones de seguridad y en otras llegan a ser más económicos debido a la topografía. El tipo adecuado de entronque a desnivel, así como su diseño, depende de factores tales como los volúmenes horarios de proyecto, el carácter y la composición del tránsito y la velocidad de proyecto.

El tipo de entronque a desnivel está determinado principalmente por el número de ramas de la intersección, por los volúmenes probables del tránsito directo y del que dé vuelta, por la topografía y por las estructuras existentes. En la Figura III.9.1.2.1 se aprecian los tipos generales, designándolos más por la forma que adoptan que por el número de ramas. Así pues, el diseño A es un entronque de tres ramas, adaptable a intersecciones en T, por la forma que se presenta, suele llamársele *Trompeta*. El diseño B es adaptable a una intersección en Y se le llama *Direccional*, debido a que su forma permite que los tránsitos principales efectúen sus movimientos en forma directa. El diseño C se denomina Trébol Parcial, aquel que le falta algún enlace. El diseño D llamado *Trébol*, está constituido por enlaces de un solo sentido de circulación, no son posibles las vueltas directas a la izquierda. El diseño E muestra al entronque denominado *Diamante*, tiene cuatro rampas de un solo sentido de circulación, es adecuado en intersecciones de un camino principal y de uno secundario, cuando el derecho de vía está restringido; las rampas generales están alargadas en el sentido del camino principal los extremos de las rampas en el camino secundario forman un entronque a nivel en Y o T. El entronque del diseño F llamado *Direccional*, este tipo de entronque generalmente permite movimientos directos. Por último, el diseño G ilustra una glorieta a desnivel, es la más adecuada para intersecciones de ramas múltiples.

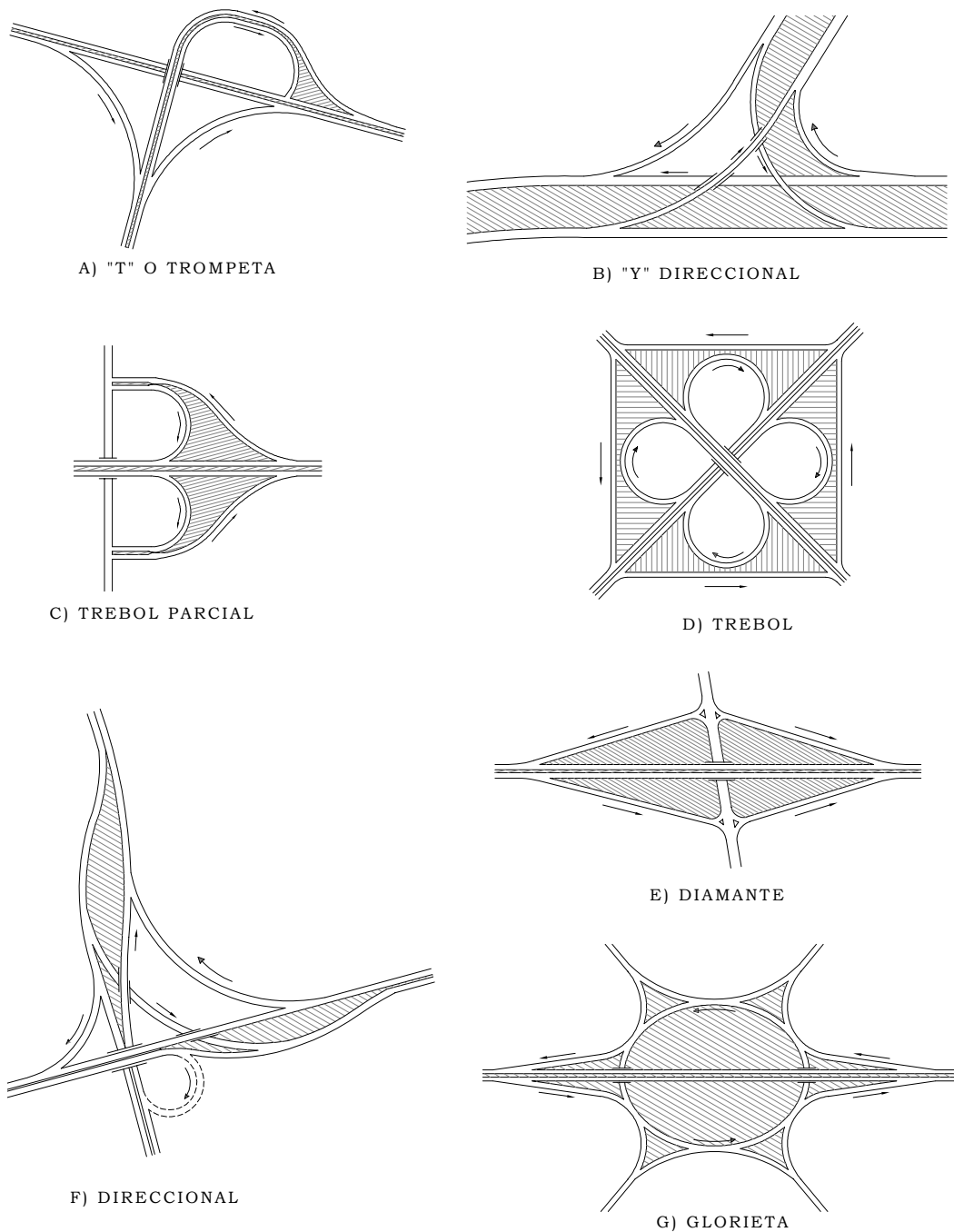


Figura III.9.1.2.1. Tipos generales de entronques a desnivel.

Un entronque a desnivel debe tener el mismo grado de eficiencia que los caminos que forman la intersección; por lo tanto las especificaciones relativas a la velocidad de proyecto, alineamientos y sección transversal en el área del entronque, deben ser congruentes con las especificaciones de los caminos.



Los entronques presentan áreas de conflicto y constituyen, por ende, peligros potenciales. El alineamiento y las condiciones del cruce deben, por tanto, permitir al conductor discernir con claridad sobre las maniobras necesarias para pasar por un entronque con plena seguridad, ocasionando la mínima interferencia. Para ello el alineamiento horizontal deberá ser lo más recto y el vertical con las mínimas pendientes posibles. De la misma manera, la distancia de visibilidad deberá ser igual o mayor al mínimo asignado para condiciones específicas de entronques de acuerdo a lo indicado en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT. De otra manera, resulta difícil para el conductor prever los actos de los otros conductores, o percibir los mensajes de los dispositivos de control y manejar al mismo tiempo su propio vehículo.

### **III.9.2. Pasos**

En las carreteras y vialidades urbanas existe la necesidad de permitir el cruzamiento de personas, de animales y de los diferentes medios de transporte. El proyecto y la ubicación de los pasos requiere de un estudio que considere las características particulares de cada caso con el objeto de definir el tipo de obra conveniente a fin de controlar el cruzamiento de manera que se obtengan condiciones de seguridad tanto para el usuario del camino como para el que cruza, evitándose con esto los cruzamientos anárquicos; dentro del tipo de pasos que se suelen considerar para estos fines están los pasos para peatones, ganado, vehículos y ferrocarriles, los cuales pueden ser a nivel o desnivel.

#### **III.9.2.1. A nivel**

Es el cruzamiento a una misma elevación de un camino con personas, animales u otra vía terrestre.

**Pasos para peatones.** El diseño más frecuente de estos pasos consiste en fajas de seguridad marcadas en el pavimento por medio de rayas blancas y continuas; estos pasos se ubicaran en todas las intersecciones donde puede presentarse confusión entre el movimiento de los vehículos y el de los peatones, así como en algunos otros lugares en donde el movimiento de estos últimos sea considerable.

**Pasos para ganado.** En algunas ocasiones el camino atraviesa por zonas ganaderas, en donde existe el riesgo de que los animales crucen el camino de forma anárquica, lo cual se evita colocando cercas en el límite del derecho de vía permitiendo el paso por puntos específicos mediante puertas.

**Pasos para maquinaria agrícola.** Estos pasos deben permitirse donde existe la visibilidad suficiente para que un vehículo transitando por la carretera a la velocidad de proyecto, pueda ver con anticipación necesaria al vehículo agrícola que cruza, de manera que disponga del tiempo suficiente para frenar antes de llegar a él.

**Pasos para ferrocarril.** Un cruce a nivel de un camino con un ferrocarril incluye aspectos del alineamiento horizontal y vertical, la sección transversal y la distancia de visibilidad de parada. Las características de estos elementos pueden

variar de acuerdo con el tipo de dispositivos para el control del tránsito que se utilizan, los cuales pueden ser señales únicamente, señales y semáforos o señales y barreras automáticas. La condición de un cruce a nivel de ferrocarril es similar a la de caminos que se interceptan, siendo necesario proporcionar un triángulo de visibilidad libre de obstáculos.

### III.9.2.2. A desnivel

Es el cruzamiento a diferente elevación de un camino con personas, animales y otra vía terrestre (ferrocarril, metro, metrobus, ciclovía). El cruzamiento a diferente elevación tiene por objeto permitir el tránsito simultáneo lo cual se logra por medio de estructuras; pudiendo ser de dos tipos:

**Pasos superiores (P.S).** Aquellos en los que el camino pasa arriba de otra vía de comunicación terrestre; constituye el tipo de cruce a desnivel más adecuado para caminos, ya que no se ve la subestructura, el espacio libre vertical no está limitado y el espacio libre lateral está supeditado a la ubicación de las guarniciones y parapetos. La sección normal del camino incluyendo los acotamientos, debe conservarse en todas las estructuras para pasos superiores. El espacio vertical mínimo para un paso superior es de 4.50 m.



Figura III.9.2.2.1. Ejemplo de Paso Superior

**Pasos inferiores (P.I).** Aquellos en que el camino pasa debajo de otra vía de comunicación terrestre. Puede ser más ventajoso en donde el camino principal puede construirse apegándose al terreno natural sin cambios bruscos de pendiente. La altura libre vertical de todas las estructuras para pasos inferiores debe ser por lo menos de 4.50 m en todo el ancho de los carriles de tránsito incluyendo los acotamientos. La distancia entre la orilla de la calzada y la

guarnición de la banqueta debe ser de 1.80 m como mínimo, para caminos de alta velocidad y de 0.60 m para caminos de menor importancia.



Figura III.9.2.2.2. Ejemplo de Paso Inferior

En los casos donde la topografía no incide en cruce de caminos a desnivel, debe considerarse en el análisis el tipo de estructura a escoger; generalmente el camino principal es más ancho que el secundario, un paso superior requerirá una o varias estructuras con anchos mayores y claros menores que como paso inferior.

La estructura de separación de niveles debe adaptarse a los alineamientos horizontal y vertical, así como a la sección transversal de las vías que se cruzan, puesto que la estructura debe adaptarse al camino y no el camino a la estructura.

Los espacios libres laterales de los pasos inferiores son por lo general aplicables también a los pasos superiores. Aunque la sensación de estrechamiento es más pronunciada en los pasos inferiores que en los superiores, en ambos casos los conductores se comportan de forma semejante.

### III.10. Consideraciones de seguridad para el proyecto geométrico.

Si bien los reportes que genera la Policía Federal, indican que las causas de los accidentes en las carreteras federales, solo el 4% se debe a las condiciones del camino; cabe analizar las principales aspectos del diseño de carreteras que juegan un papel importante en la seguridad vial, puesto que esta es una de las principales premisas en la concepción de estas vías de comunicación.

#### Sección Transversal.

De los elementos que conforman la sección transversal destacan el número de carriles, el ancho de carriles, los acotamientos principalmente.

Los anchos de carril de 3.4 a 3.7 m a la vez que generan las menores frecuencias de accidentes en carreteras, y también representan el balance más apropiado entre seguridad y eficiencia del flujo vehicular. Se ha demostrado que anchos de carril menores de 3 metros contribuyen a generar accidentes multi-vehiculares. De acuerdo con estudios realizados en los Estados Unidos de América, se ha demostrado las ventajas en seguridad derivadas de la ampliación de carriles. Por ejemplo, la ampliación de carril de 2.7 a 3.4 m y de 3 a 3.7 m en carreteras estadounidenses, generaron reducciones en la incidencia de accidentes con heridos graves de 22%. Los mismos estudios reportan resultados acerca de la cantidad de ampliación, a diferencia del ancho final de carril, fue el factor primordial que afectó la disminución de la frecuencia de los accidentes relacionados con el ancho de carril (tales como los choques frontales o las salidas del camino). Las reducciones porcentuales obtenidas fueron:

Tabla III.10.1. Reducciones de la frecuencia de los accidentes

AMPLIACIÓN DE CARRIL (m)	REDUCCIÓN DE ACCIDENTES (%)
0.3	12
0.6	23
0.9	32
1.2	40
Publicación técnica No. 217 Algunas Consideraciones de Seguridad para el Proyecto Geométrico de Carreteras IMT	

Existe un límite en cuanto a la ampliación de carriles se refiere, si bien no es una cantidad estipulada, si lo es la sensación causada por la carretera a los usuarios. Así mismo, se ha comprobado el poco beneficio, si no es que ninguno, si se incrementa el ancho de carril más allá de 3.7 m, excepto en el caso de que por elevados volúmenes de camiones de carga, carriles de 4.0 m pudiesen ser apropiados. De hecho, anchos de carril mayores que los anteriores pueden ser contraproducentes, dado que estimulan la realización de maniobras inseguras, tales como rebasar a lo largo de la línea central ante tráfico vehicular frontal. Cabe recordar que la actual clasificación de las carreteras estipula un ancho de carril de 3.50 m para caminos tipo A, apenas 0.20 m menor que el máximo recomendado de 3.70 m; en cambio en caminos tipo C y D se tienen carriles con un ancho de 3.00 m. Esta situación cobrara importancia a medida que el TDPA

se incremente en dichos caminos y en los tipo A, a medida que el flujo de tractocamiones se intensifique, ya que si bien la norma NOM-012-SCT-2-2008 regula el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte, algunos vehículos rebasan los parámetros y circulan por estas vialidades sin la señalización adecuada y aun en horas de de alta intensidad, incrementando la posibilidad de accidentes. No obstante, no es recomendable proporcionar un ancho de circulación tan amplio que permita tres carriles, pero que sólo se señalicen dos. Esto invita a los conductores a realizar maniobras inesperadas e inseguras como rebasar de cara al tránsito vehicular frontal.

El aspecto más importante de los acotamientos parece ser si se encuentran revestidos o no. Sin embargo, hay alguna evidencia de que la incidencia de accidentes se reduce en la medida en que el ancho de acotamiento aumenta hasta alrededor de 3 m. Por ejemplo, un reporte realizado por el Transportation Research Board de los Estados Unidos de América (Publicación técnica No. 217 IMT) indica algunos resultados que muestran un 21% de disminución en accidentes totales cuando una carretera sin acotamientos es provista de ellos, con ancho entre 0.9 y 2.7 m. Asimismo, recomienda que para carreteras sin acotamiento, el ancho óptimo de acotamiento a proporcionar es 1.5 m. La actual normativa en México contempla para carreteras de altas especificaciones (Tipo A) un ancho de acotamiento exterior de 2.5 m y 3.0 m en las carreteras de dos y cuatro carriles respectivamente, valores adecuados y concordantes con las recomendaciones internacionales de referencia.

#### **Alineamiento horizontal.**

Es evidente que la curvatura de los caminos está relacionada con los accidentes, en todos los tipos de carreteras; al entrar en una curva, la fuerza centrífuga es equilibrada por la resultante del peso del vehículo y la fuerza de rozamiento lateral entre llantas y pavimento. La salida de un vehículo obedece a uno o a la combinación de los siguientes conceptos: velocidad excesiva para las condiciones imperantes, sobreelevación inadecuada o pavimento derrapante (características superficiales de la calzada). De forma general se establece que las curvas cerradas de menor grado y aisladas, son las más peligrosas. Entre las medidas aplicables para incrementar la seguridad en caminos existentes, están las rectificaciones, las sobreelevaciones y la distancia de visibilidad adecuada, un buen señalamiento preventivo y restrictivo, marcas y símbolos en el pavimento y dispositivos de seguridad eficaces y oportunos.

#### **Alineamiento vertical**

Las curvas verticales en columpio rara vez son un problema (excepto cuando se encuentran en la vecindad de una curva horizontal), en tanto que en el caso de las curvas verticales en cresta los problemas tienen que ver con la distancia de visibilidad. Las pendientes pronunciadas están generalmente asociadas con mayor frecuencia a los accidentes. Estudios sugieren que la frecuencia y la severidad de los accidentes aumentan con la pendiente, tanto en el sentido ascendente como en el descendente. Asimismo, se ha encontrado que el sentido descendente es más problemático, debido principalmente a los accidentes de camiones de carga.

Más importante que el alineamiento vertical o el horizontal considerados individualmente, es la forma en que ambos se combinan a lo largo de un tramo carretero. Los alineamientos vertical y horizontal no deben ser considerados independientemente entre sí, o independientemente de los estándares de proyecto aplicables al resto de la carretera.

La consistencia a lo largo de una carretera es particularmente importante. Es decir, el efecto de una característica del proyecto geométrico depende de su contexto. Por ejemplo, una curva cerrada aislada en una carretera constituida básicamente de tangentes largas y curvas de gran radio, tendría una alta probabilidad de generar accidentes, pero la misma curva en una carretera de menor estándar geométrico podría no generar problemas. Por la misma razón, la primera curva en una serie de curvas podría tener más accidentes que curvas similares e incluso más severas ubicadas en contextos más sencillos. A continuación se enlistan algunas recomendaciones a considerar durante la proyección de caminos en aras de incrementar la seguridad de los usuarios.

- Evitar una geometría irregular en un sólo trayecto, con curvas horizontales aisladas que restrinjan repentinamente la velocidad de operación.
- Concebir terceros carriles de ascenso, para permitir el rebase de vehículos pesados.
- Diseño adecuado o emplazamiento de intersecciones a desnivel.
- Evitar la presencia de curvas verticales sucesivas con largas restricciones de rebase.
- Proporcionar rampas de emergencia para detener vehículos fuera de control, en carreteras con fuertes y prolongadas pendientes.
- Correspondencia entre la geometría del camino, y la estructura de pavimento y superficie de rodamiento proporcionadas.
- Proporcionar una zona despejada definida como el área adyacente a los caminos, la cual se mantenga libre de peligros laterales.
- Un buen proyecto de estabilidad de taludes y una aplicación adecuada de las medidas derivadas del mismo, minimizan el problema de la ocurrencia de “caídos”.
- Darle una adecuada disposición a los muros de brocal en obras menores de drenaje

Estas recomendaciones deben ser consistentes con el diseño geométrico, velocidad de operación, composición vehicular y nivel de tránsito.

De tal forma que la seguridad de la carretera recae primordialmente en el estándar de proyecto, en las consideraciones geométricas adoptadas durante su diseño y en la debida interrelación entre los aspectos de sus componentes horizontal y vertical; apoyándose desde luego en elementos de señalización y dispositivos que restringen, previenen, informan e incluso resguardan al usuario durante su trayecto; sin embargo, mientras el sistema de transporte carretero siga dependiendo del hombre para su funcionamiento, la principal causa de accidentes será atribuible a la conducta del automovilista.

## **IV. DISPOSITIVOS PARA EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, VERTICAL Y DE SEGURIDAD EN CARRETERAS.**

Debido a la necesidad de ofrecer mayor seguridad e información a los usuarios de las carreteras del país, generada por el incremento y movilidad del parque vehicular, el flujo de personas y productos de consumo, así como el crecimiento y modernización de la infraestructura vial. Dependencias gubernamentales, en conjunto con asociaciones civiles, universidades y estudiosos de la materia se han dado a la tarea de instituir un conjunto de dispositivos uniforme para controlar el tránsito en las calles y carreteras de México, desarrollando así la clasificación oficial vigente.

### **IV.1. Definición**

El señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes; tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, así como otros elementos, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas; denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía; prevenir sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza; regular el tránsito señalando la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen su uso; guiar oportunamente a los usuarios a lo largo de sus itinerarios, indicando los nombres y ubicaciones de las poblaciones, los lugares de interés y las distancias en kilómetros, e informando sobre la existencia de servicios o de lugares de interés turístico o recreativo, transmitiéndoles indicaciones relacionadas con su seguridad y con la protección de las vías de comunicación, para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos (automotores y bicicletas) y peatones, por lo que, con el propósito de facilitar a los usuarios la comprensión de esas indicaciones, el sistema debe ser claro, preciso y uniforme en todo el territorio nacional, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

Los dispositivos de seguridad son los elementos que se colocan dentro de una carretera o vialidad urbana en general, que tienen por objeto incrementar la seguridad de conductores y peatones, evitando en la medida de lo posible que los vehículos salgan de la carretera, invadan el carril contrario, etc.

Los dispositivos para el señalamiento y de seguridad de tránsito advierten a los usuarios de los caminos de las reglas de operación guiándolos hacia una operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos que componen el tránsito. Los cinco requerimientos básicos que debe cumplir un dispositivo de control de tránsito para ser efectivo son:

- Llenar una necesidad.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje simple y claro.
- Ser respetado por los usuarios de los caminos.
- Dar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada.

Para cumplir las condiciones anteriores un dispositivo de control de tránsito deberá cubrir requisitos de: diseño; ubicación y operación; mantenimiento; y uniformidad.

La ubicación de un dispositivo debe ser dentro del campo visual del usuario para lograr una mejor comprensión. El dispositivo debe estar apropiadamente colocado con respecto a la localización, objetivo o situación para la que se aplica. La ubicación y legibilidad debe ser tal que den el tiempo suficiente para la respuesta del usuario de día o de noche. Deben colocarse de manera uniforme y consistente. Deberán revisarse periódicamente para determinar si cumplen con las condiciones de tránsito actuales.

## IV.2. Señalamiento horizontal

Es el conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas y dispositivos.

### IV.2.1. Marcas y dispositivos en el pavimento

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. De acuerdo con la normativa vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, dichas marcas se clasifican de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla IV.2.1.1. Clasificación de las marcas y dispositivos para el señalamiento horizontal (NOM-034-SCT2-2011).

<b>Clasificación</b>	<b>Nombre</b>
<b>M-1</b>	<b>Raya separadora de sentidos de circulación</b>
M-1.1	Raya continua sencilla (Arroyo vial hasta 6.5 m y ciclovías)
M-1.2	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial hasta 6.5 m y ciclovías)
M-1.3	Raya continua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.4	Raya continua-discontinua (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.5	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.6	Raya continua doble
<b>M-2</b>	<b>Raya separadora de carriles</b>
M-2.1	Raya separadora de carriles, continua sencilla
M-2.2	Raya separadora de carriles, continua doble
M-2.3	Raya separadora de carriles, discontinua
<b>M-3</b>	<b>Raya en la orilla del arroyo vial</b>
M-3.1	Raya en la orilla derecha, continua
M-3.2	Raya en la orilla derecha, discontinua
M-3.3	Raya en la orilla izquierda
<b>M-4</b>	<b>Raya guía en zonas de transición</b>
<b>M-5</b>	<b>Rayas canalizadoras</b>



Clasificación	Nombre
<b>M-6</b>	<b>Raya de alto</b>
<b>M-7</b>	<b>Rayas para cruce de peatones o de ciclistas</b>
M-7.1	Raya para cruce de peatones en vías primarias
M-7.2	Raya para cruce de peatones en vías secundarias y ciclovías
<b>M-8</b>	<b>Marcas para cruce de ferrocarril</b>
<b>M-9</b>	<b>Rayas con espaciamiento logarítmico</b>
<b>M-10</b>	<b>Marcas para estacionamiento</b>
<b>M-11</b>	<b>Rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles</b>
M-11.1	Flechas, letras y números
M-11.2	Para delimitar un carril en contrasentido
M-11.3	Para delimitar un carril exclusivo
M-11.4	Para establecer lugares de parada
<b>M-12</b>	<b>Marcas en guarniciones</b>
M-12.1	Para prohibición del estacionamiento
M-12.2	Para delinear guarniciones
<b>M-13</b>	<b>Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura</b>
M-13.1	Marcas en estructuras
M-13.2	Marcas en otros objetos
<b>M-14</b>	<b>Rayas para frenado de emergencia</b>
<b>M-15</b>	<b>Marca para identificar ciclovía</b>
<b>M-16</b>	<b>Marcas temporales</b>
<b>DH-1</b>	<b>Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento</b>
<b>DH-2</b>	<b>Botones reflejantes sobre estructuras</b>
<b>DH-3</b>	<b>Botones</b>
<b>RV</b>	<b>Reductores de velocidad.</b>

#### IV.2.1.1.1. Rayas

Elementos que se pintan sobre el pavimento para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Siendo pinturas a base de agua o termoplásticas, de color reflejante blanco, amarillo, rojo o verde, según su función, con excepción de las temporales (M-16), y cuando el color del pavimento no proporcione el suficiente contraste con las marcas, se recomienda delinearlas en todo su contorno con franjas negras de 5 cm de ancho. Los colores estarán dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas, además deberán cumplir con los coeficientes mínimos de reflexión indicados en la Tabla IV.2.1.1.1.

Tabla IV.2.1.1.1. Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilicen en las marcas para señalamiento horizontal, y coeficientes mínimos de reflexión (NOM-034-SCT2-201).

Color	Punto No.	Coordenadas		Coeficiente de reflexión mínimo (mcd/lx) / m <sup>2</sup>					
		x	y	Pinturas base solvente y base de agua			Pintura termoplástica		
				inicial	A 180 días	Vida de proyecto	Inicial	A 180 días	Vida de proyecto
Blanco	1	0.303	0.287	250	150	100	300	250	150
	2	0.368	0.353						
	3	0.340	0.380						
	4	0.274	0.316						
Amarillo	1	0.498	0.412	200	150	50	250	175	100
	2	0.557	0.442						
	3	0.479	0.520						
	4	0.438	0.472						

Rojo	1	0.613	0.297	35	24	11	51	39	23
	2	0.708	0.292						
	3	0.636	0.364						
	4	0.558	0.352						
Verde	1	0.164	0.537	24	16	8	37	28	17
	2	0.239	0.501						
	3	0.223	0.454						
	4	0.145	0.488						

**Raya separadora de sentidos de circulación. M-1.**

Se utilizan para separar los sentidos de circulación vehicular en calles carreteras y autopistas, situándose generalmente al centro de la calzada tanto en tangentes como en curvas, debe ser **amarilla reflejante** y se complementa con botones reflejantes, atendiendo a lo indicado en el Apéndice A. “*Instructivo para el trazo en campo de la raya separadora de sentidos de circulación en curvas*” de la norma NOM-034-SCT2-201. Según el ancho del arroyo vial, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Para carreteras y vialidades urbanas con ancho de arroyo vial de hasta 6.5 metros y ciclovías: La raya separadora de sentidos de circulación debe ser de 10 centímetros de ancho. Según su función es:

**Raya continua sencilla M-1.1:** Se emplea en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase, o en los tramos donde por cualquier razón se prohíba el rebase. En la aproximación a las intersecciones que tengan raya de alto, su longitud respecto a dicha raya, se debe determinar en función de la velocidad de proyecto en el caso de carreteras y vialidades urbanas nuevas, o de operación en las existentes, según se indica en la Tabla IV.2.1.1.2 y debe ser de 30 m en las ciclovías. Cuando la intersección sea con una vía férrea, en carreteras y vialidades urbanas, su longitud nunca debe ser menor que la distancia definida desde 35 m antes del inicio de las marcas para cruce de ferrocarril (M-8), hasta la raya de alto (Figura IV.2.1.1.10).

**Raya discontinua sencilla M-1.2:** Se emplea en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase, consiste en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m. En vialidades urbanas cuya velocidad permitida en el Reglamento de Tránsito, sea hasta de 60 km/h, los segmentos pueden ser de 2.5 m separados entre sí 5 m y en ciclovías los segmentos deben ser de 1 m separados 2 m (Figura IV.2.1.1.1).

Tabla IV.2.1.1.2. Longitud de la raya separadora de sentidos de circulación continúa en la aproximación a una intersección. (NOM-034-SCT2-2011).

Velocidad de proyecto o de operación (km/h)	Longitud de la Raya (m)
≤30	30
40	45
50	65
60	85
70	110

Velocidad de proyecto o de operación (km/h)	Longitud de la Raya (m)
80	140
90	170
100	205
110	245
120	285

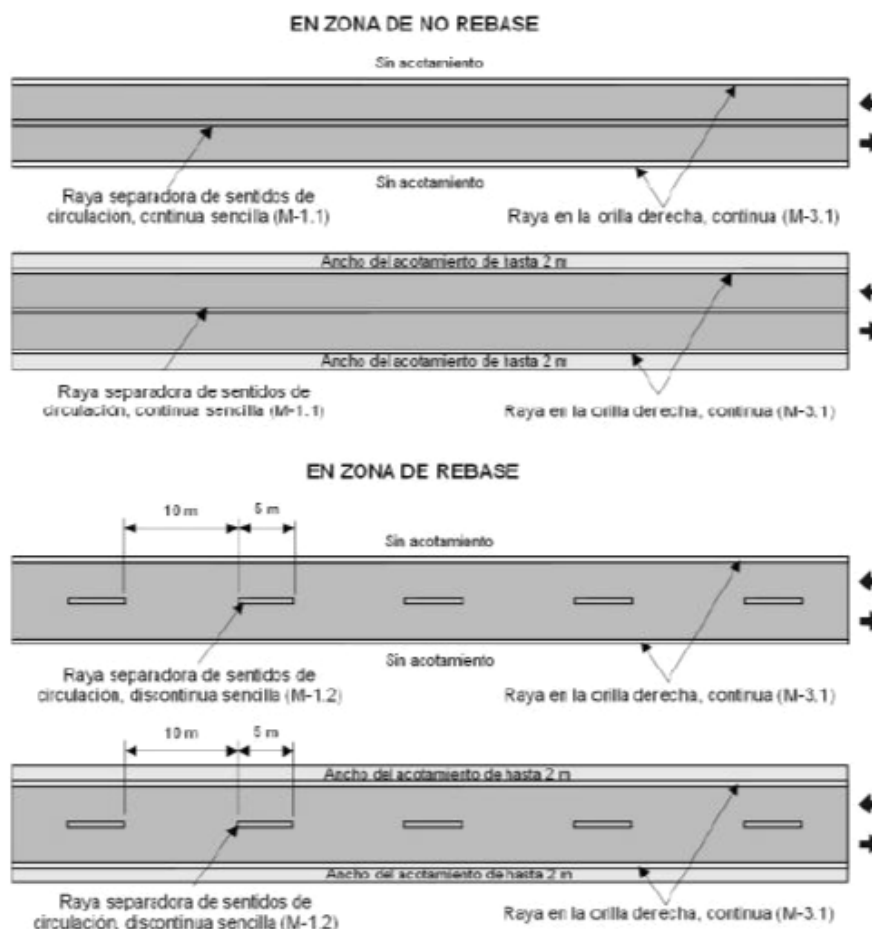


Figura IV.2.1.1.1. Marcas en el pavimento en carreteras con ancho de arroyo vial de hasta 6.5 m (Empleo de rayas M-1.1, M-1.2 y M-1.3)

**Raya continua sencilla (M-1.3):** Se emplea como se muestra en la Figura IV.2.1.1.1, en aquellos tramos donde, para ambos sentidos de circulación, la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase, en los tramos donde por cualquier razón se prohíba el rebase. En la aproximación a las intersecciones que tengan raya de alto (Figura IV.2.1.1.5), su longitud respecto a dicha raya se debe determinar en función de la velocidad de proyecto en el caso de carreteras y vialidades urbanas nuevas, o de operación en las existentes, según se indica en la Tabla IV.2.1.1.2. Cuando la intersección sea con una vía férrea, su longitud nunca debe ser menor que la distancia definida desde 35 m antes del inicio de las marcas para cruce de ferrocarril (M-8), hasta la raya de alto

(Figura IV.2.1.1.10). En todos los casos, el ancho de las rayas debe ser el indicado en la Tabla IV.2.1.1.3, según el tipo de vialidad y la separación entre ellas debe ser igual a su ancho.

Tabla IV.2.1.1.3. Ancho de la raya (NOM-034-SCT2-2011).

Tipo de vialidad	Ancho de la raya <sup>1</sup> (cm)
Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	15
Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional.	10
Vialidades urbanas	
<sup>1</sup> En tramos donde existan problemas de visibilidad por condiciones climáticas adversas u otros factores que puedan poner en riesgo al usuario, se pueden utilizar rayas hasta del doble del ancho indicado.	

**Raya continua-discontinua (M-1.4):** Se emplea como se muestra en la Figura IV.2.1.1.2, en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad disponible permite la maniobra de rebase únicamente desde uno de los carriles, la raya del lado de ese carril debe ser discontinua en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m, sin embargo, en vialidades urbanas cuya velocidad permitida en el Reglamento de Tránsito, sea hasta de 60 km/h, los segmentos pueden ser de 2.5 m separados entre sí 5 m; del lado donde no se permite efectuar la maniobra de rebase la raya debe ser continua. En todos los casos, el ancho de las rayas debe ser el indicado en la Tabla IV.2.1.1.3, según el tipo de vialidad y la separación entre ellas debe ser igual a su ancho.

**Raya discontinua sencilla (M-1.5):** Se emplea como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.1 y IV.2.1.1.2, en aquellos tramos donde, para ambos sentidos de circulación, la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase y consiste en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m. En vialidades urbanas cuya velocidad permitida en el Reglamento de Tránsito, sea hasta de 60 km/h, los segmentos pueden ser de 2.5 m separados entre sí 5 m.

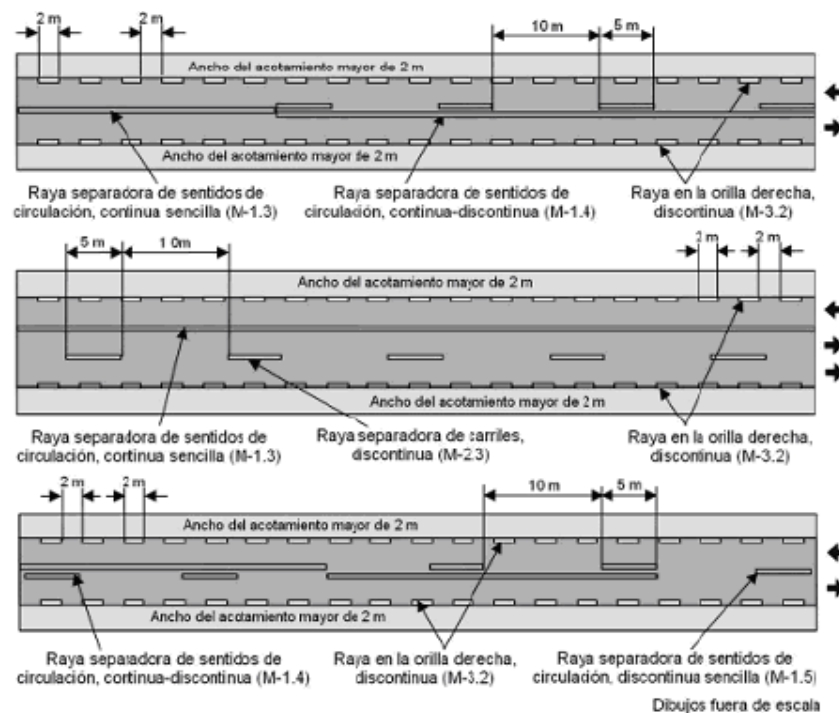


Figura IV.2.1.1.2. Marcas en el pavimento en carreteras con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m (Empleo de rayas M-1.4 y M-1.5)

**Raya continua doble (M-1.6):** Se emplea para delimitar carriles en contrasentido, normalmente exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos automotores o para ciclovías compartidas y debe ser marcada en toda la longitud del carril, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.3 o de ciclovías. El ancho de las rayas debe ser el indicado en la Tabla IV.2.1.1.3, según el tipo de vialidad y siempre de 10 cm para ciclovías y se deben complementar con delimitadores, ubicados en el centro del espacio entre ellas. La separación entre rayas debe ser igual a su ancho o, en el caso de que los delimitadores no quepan entre ellas, su separación se debe incrementar lo suficiente para alojarlos completamente.

También se debe utilizar en carreteras y vialidades urbanas con dos o más carriles por lo menos en uno de los sentidos, cuando la separación entre los dos carriles de sentidos opuestos sea de 50 a 150 cm, haciendo en este caso las veces de faja separadora, en cuyo caso, cada raya se pinta o coloca al lado izquierdo de esos carriles, en el sentido del tránsito y, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.4, se pintan franjas diagonales amarillo reflejante, a 45 grados de izquierda a derecha en el sentido del tránsito y de 20 cm de ancho, separadas entre sí el doble de la distancia existente entre las rayas continuas, medida sobre estas últimas.

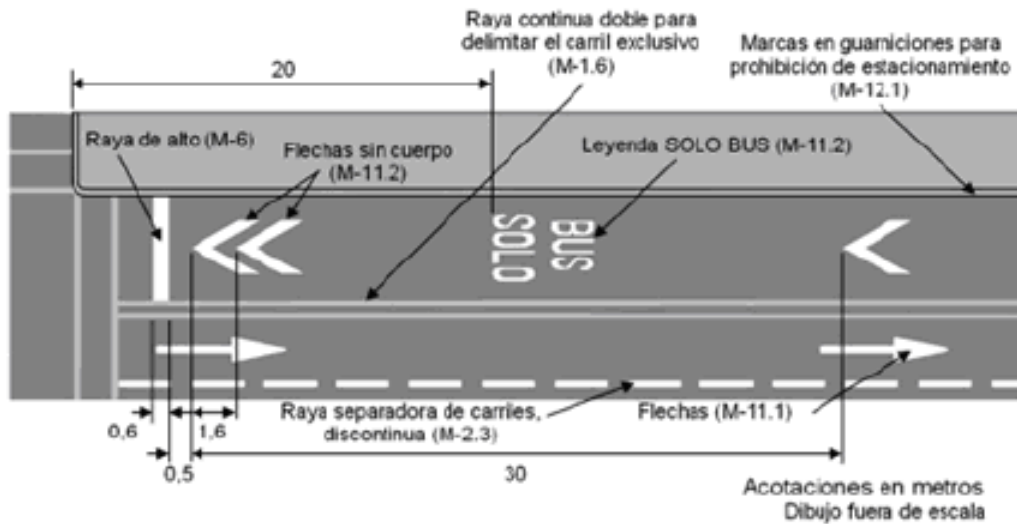


Figura IV.2.1.1.3. Marcas para delimitar un carril en contrasentido.

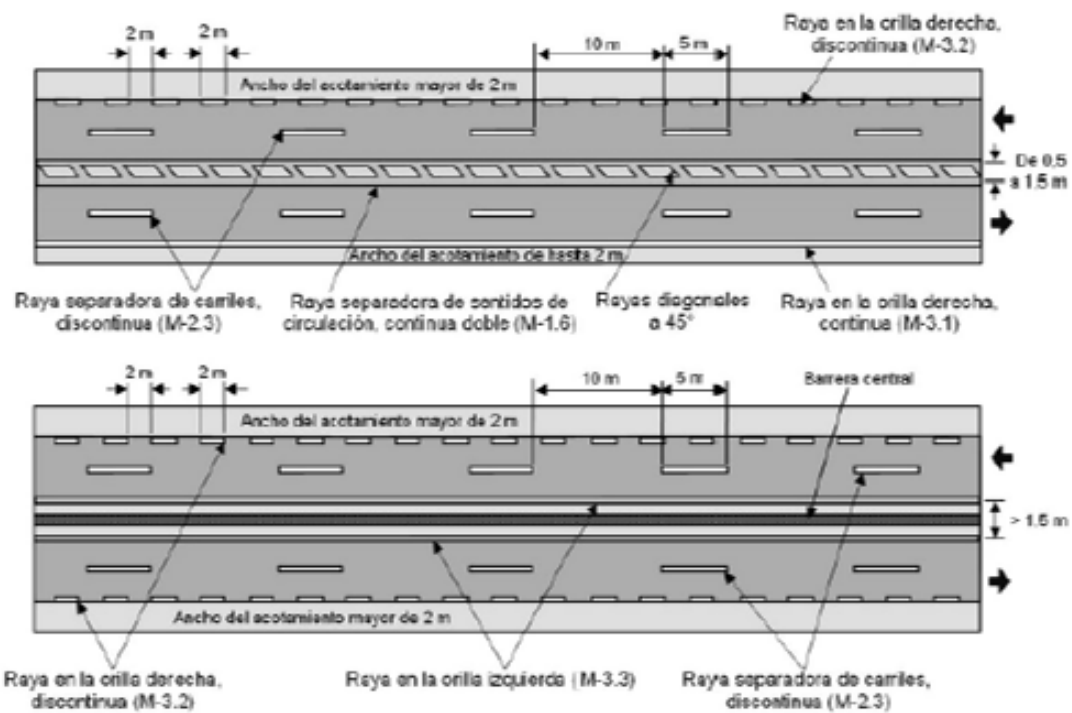


Figura IV.2.1.1.4. Marcas en el pavimento en vialidades urbanas y carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación.

**Raya separadora de carriles M-2.**

Se utiliza para delimitar los carriles del mismo sentido de circulación en carreteras y vialidades urbanas de dos o más carriles por sentido, así como para delimitar carriles especiales para vueltas, carriles exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos automotores y ciclovías compartidas. Debe ser **blanca reflejante**, del ancho que se indica en la Tabla IV.2.1.1.3, en función del tipo de vialidad de que se trate y siempre de 10 cm para ciclovías. Puede ser continua o discontinua según se permita cruzarla o no. Esta raya se debe complementar con botones reflejantes.

**Raya separadora de carriles, continua sencilla M-2.1:** Debe ser continua sencilla en la aproximación de las intersecciones que tengan raya de alto o cuando delimite carriles especiales para vueltas, como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.5 y IV.2.1.1.6, respectivamente. En el primer caso, la longitud de esta raya respecto a la raya de alto, debe ser, en metros, numéricamente igual, a la mitad de la velocidad de operación expresada en km/h en carreteras y siempre de 30 m en vialidades urbanas. Cuando delimita carriles especiales para vuelta, debe ser marcada en toda la longitud del carril.

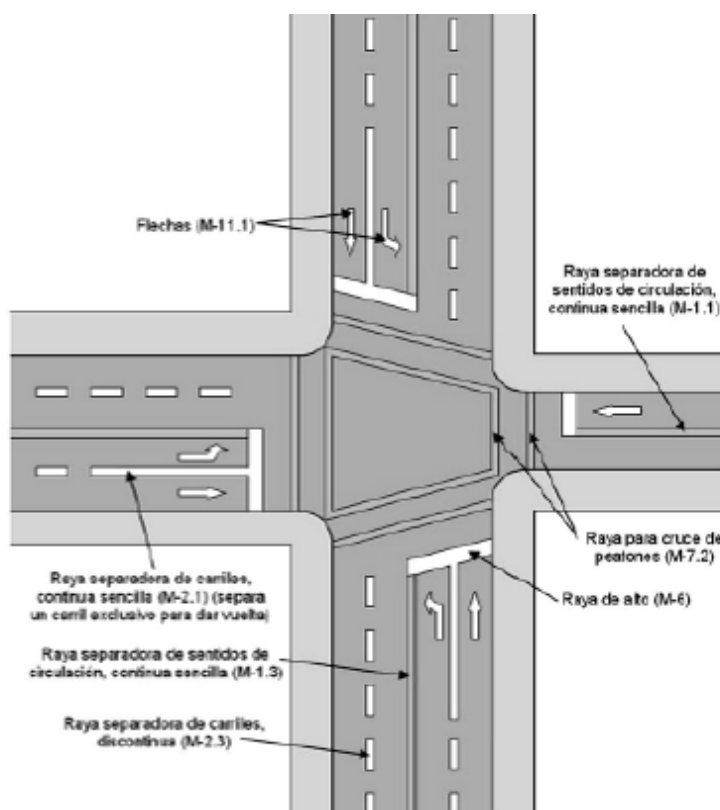


Figura IV.2.1.1.5. Diversos tipos de rayas y marcas en el pavimento en aproximaciones de intersección.

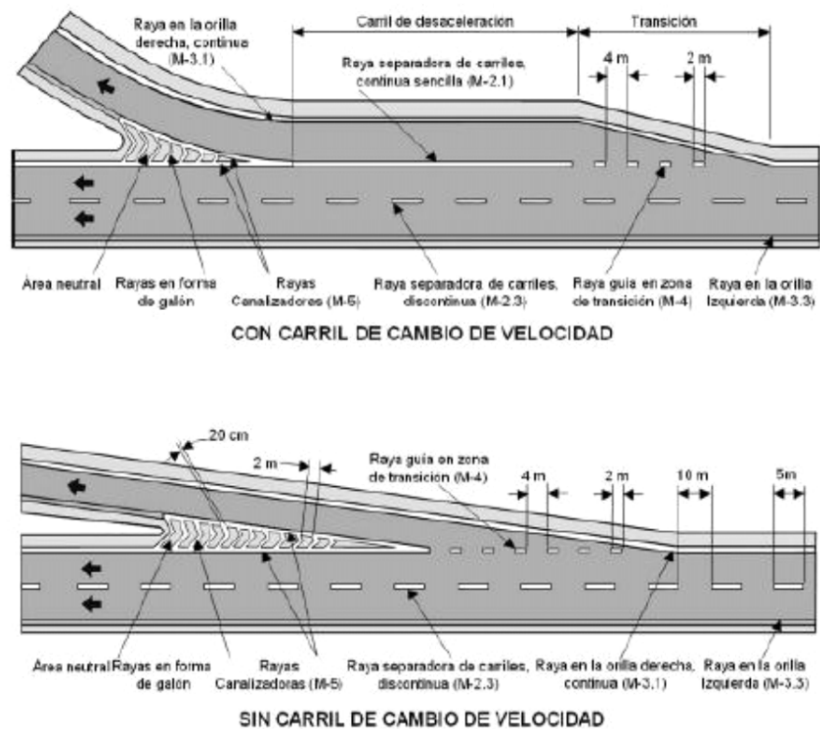


Figura IV.2.1.1.6. Rayas separadoras de carriles, rayas guía en zona de transición, rayas canalizadoras y rayas en la orilla del arroyo vial.

**Raya separadora de carriles, continua doble M-2.2:** Debe ser continua doble cuando delimita carriles exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos automotores o ciclovías compartidas y debe ser marcada en toda la longitud del carril, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.7 o de ciclovías. La separación entre rayas debe ser igual a su ancho y se debe complementar con botones reflejantes, ubicados en el centro del espacio entre ellas.

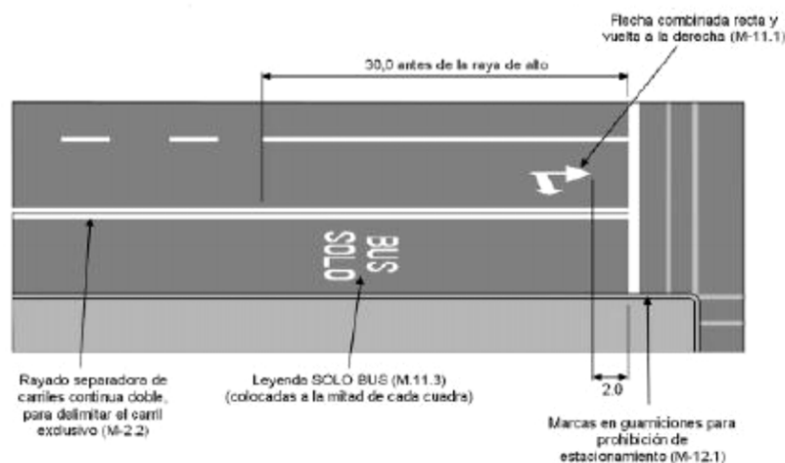


Figura IV.2.1.1.7. Marcas para delimitar un carril exclusivo

**Raya separadora de carriles, discontinua M-2.3:** Cuando se permita cruzar la raya separadora de carriles, ésta debe ser discontinua y colocarse en segmentos



de 5 m separados entre sí 10 m. En vialidades urbanas cuya velocidad permitida en el Reglamento de Tránsito, sea hasta de 60 km/h, los segmentos pueden ser de 2.5 m separados entre sí 5 m.

**Raya en la orilla del arroyo vial M-3.**

Se utiliza en carreteras, vialidades urbanas y ciclovías, cuando no existan banquetas o guarniciones, para indicar las orillas del arroyo vial y delimitar, en su caso, los acotamientos, así como para delimitar ciclovías.

La raya en la orilla derecha del arroyo vial, con respecto al sentido de circulación, debe ser de color blanco reflejante, con el ancho que se indica en la Tabla IV.2.1.1.3, en función del tipo de vialidad de que se trate y complementada con botones reflejantes. Para delimitar ciclovías su ancho debe ser de 10 cm y también puede ser complementada con dichos botones reflejantes.

**Raya en la orilla derecha, continua M-3.1:** Esta raya debe ser continua cuando el acotamiento tenga un ancho de hasta 2 m o en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad en la operación del tránsito conviene restringir el estacionamiento sobre el acotamiento, en cuyo caso, la extensión de la raya debe ser igual a la de la zona de restricción más la longitud que en función de la velocidad de operación se indica en la Tabla IV.2.1.1.2, tanto antes como después de dicha zona. Esta raya debe ser marcada en toda la longitud de las ciclovías, sin embargo, en los tramos donde se permita el acceso de los vehículos de tracción humana, se debe sustituir con una raya en la orilla derecha, discontinua (M-3.2).

**Raya en la orilla derecha, discontinua M-3.2:** Esta raya debe ser discontinua cuando el ancho del acotamiento sea mayor de 2 m, conformada por segmentos de 2 m de longitud separados 2 m entre sí y para ciclovías deben ser de 1 m separados 2 m.

**Raya en la orilla izquierda M-3.3:** La raya en la orilla izquierda del arroyo vial, con respecto al sentido de circulación, se debe utilizar en carreteras y vialidades urbanas con faja separadora central mayor de 150 cm, con camellón, de cuerpos separados o de un solo sentido de circulación, así como en rampas de salida, como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.4 y 8. Esta raya debe ser continua, con el ancho que se indica en la Tabla IV.2.1.1.3, en función del tipo de vialidad de que se trate, amarilla reflejante y complementada con botones reflejantes.

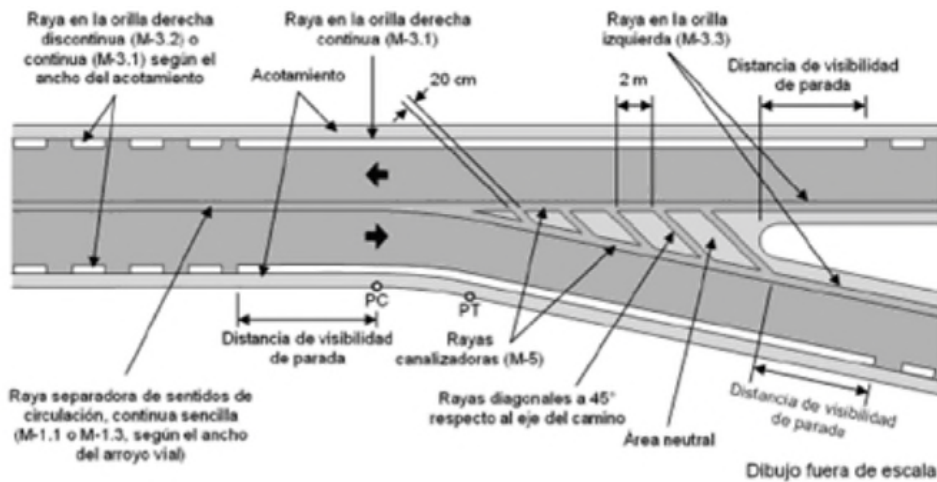


Figura IV.2.1.1.8. Rayas canalizadoras.

#### **Raya guía en zonas de transición M-4.**

Se utiliza para delimitar la zona de transición entre los carriles de tránsito directo y el de cambio de velocidad en las entradas y salidas, o para ligar los extremos de los enlaces. Debe ser discontinua, blanca reflejante y con el ancho que se indica en la Tabla IV.2.1.1.3, y conformada por segmentos de 2 m de longitud separados 4 m entre sí, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.6.

#### **Rayas canalizadoras M-5.**

Se utilizan en carreteras, vialidades urbanas y ciclovías para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito en las entradas, salidas y bifurcaciones, o para separar apropiadamente los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a las isletas o fajas separadoras, como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.6 y 8. Estas rayas se complementan con botones reflejantes.

Las rayas que limitan la zona neutral, deben ser continuas, blanco reflejante cuando separan flujos en un solo sentido como se muestra en la Figura IV.2.1.1.6 y amarillo reflejante cuando separan flujos en diferentes sentidos de circulación como se ilustran en la Figura IV.2.1.1.8. Estas rayas deben tener el ancho que se indica en la Tabla IV.2.1.1.3, en función del tipo de vialidad de que se trate y de 10 cm para ciclovías.

La zona neutral se debe marcar mediante rayas diagonales de 20 cm de ancho para carreteras y vialidades urbanas, y de 10 cm de ancho para ciclovías, con una inclinación de 45°, trazadas de izquierda a derecha en el sentido del tránsito; de manera que, cuando la zona neutral se ubica entre los dos sentidos del tránsito, las diagonales tendrán una sola inclinación y cuando se localiza entre trayectorias de un solo sentido tendrán dos inclinaciones, formándose una marca a manera de “galón”. Las rayas diagonales de una sola inclinación deben ser amarillo reflejante y las rayas a manera de galón, con dos inclinaciones, blanco reflejante, y en ambos casos, deben estar separadas entre sí 2 m, medidos sobre las rayas que limitan la zona neutral en carreteras y vialidades urbanas, y 50 cm en ciclovías.

La longitud mínima de la zona neutral en la aproximación a los extremos de isletas o fajas separadoras centrales, debe ser de 50 m cuando se trate de carreteras y vialidades urbanas y de 10 m en el caso de ciclovías. En las isletas canalizadoras para los casos de entradas, salidas y bifurcaciones, dicha longitud debe quedar definida por las trayectorias de los carriles que divergen o convergen.

**Raya de alto M-6.**

Se utiliza en carreteras, vialidades urbanas y ciclovías para indicar el sitio donde deben detenerse los vehículos, de acuerdo con una señal de alto o semáforo. Debe ser continua sencilla, blanca reflejante y trazarse cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido, como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.3 y IV.2.1.1.5. Cuando la raya de alto se utilice junto con una señal de alto, esta última se debe colocar alineada con la raya.

En el caso de un cruce a nivel con otra vialidad o ciclovía como los mostrados en la Figura IV.2.1.1.9, la raya de alto debe ser de 40 cm de ancho para carreteras con un carril por sentido de circulación, vías secundarias y ciclovías, y de 60 cm para carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación y vías primarias, paralela a las rayas de cruce de peatones o de ciclistas (M-7) y a una distancia de 1.20 m antes de las mismas. En caso de no existir rayas para cruce de peatones o de ciclistas, la de alto se debe ubicar en el lugar preciso en el que deban detenerse los vehículos, a no menos de 1.20 m ni a más de 9 m o hasta de 5 m cuando se trate de ciclovías, de la orilla más próxima de la vía de circulación que cruza y paralela a esta última.

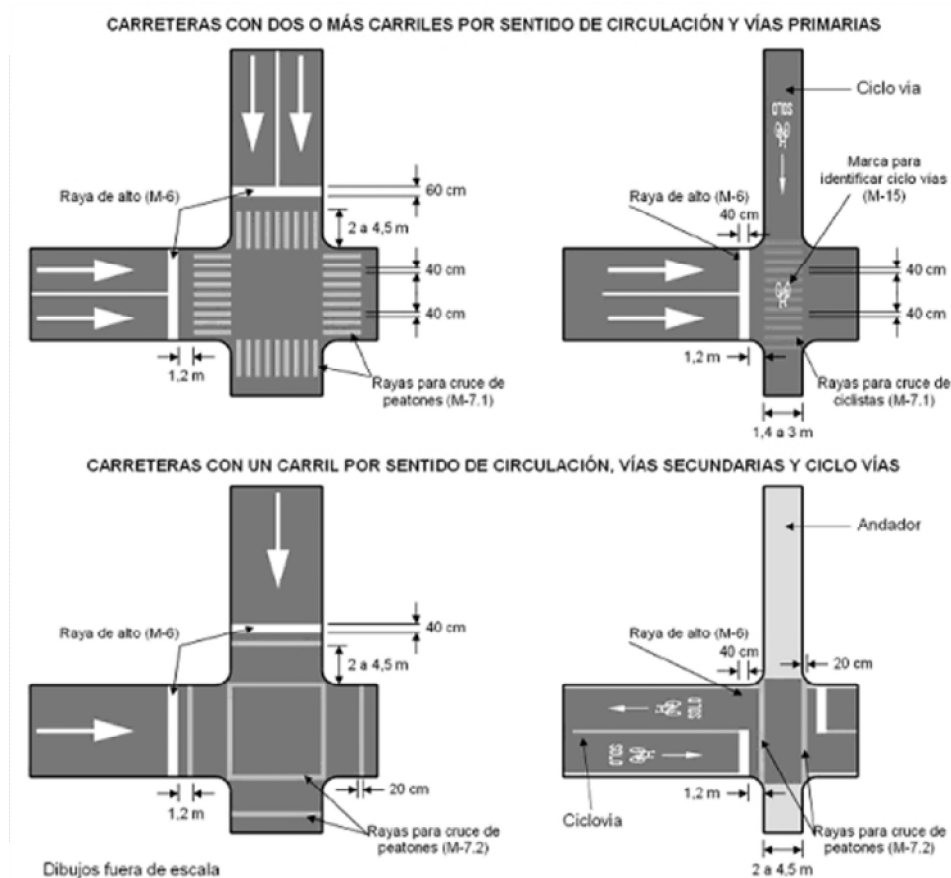


Figura IV.2.1.1.9. Rayas para cruce de peatones y de ciclistas

En el caso de un cruce a nivel con una vía férrea, la raya de alto debe ser siempre de 60 cm de ancho, perpendicular al eje de la carretera o vialidad y a una distancia mínima de 5 m respecto al riel más próximo de la vía, medida perpendicularmente al mismo, como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.10 y IV.2.1.1.11, o a 2.5 m antes del semáforo o la barrera, en caso de que exista de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana *NOM-050-SCT2-2010, Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas*. Esta raya de alto debe estar antecedida por la leyenda “ALTO” marcada en el pavimento y cada letra de la leyenda debe tener la forma y dimensiones que se indican en las Figuras 4.12-A a 4.12-E del inciso M-14 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.

**Rayas para cruce de peatones o de ciclistas M-7.**

Se utilizan para delimitar las áreas de cruce de peatones o de ciclistas. Deben ser continuas de color amarillo reflejante para peatones o verde reflejante para ciclistas, y trazarse en todo el ancho de la vialidad.

**Rayas para cruce de peatones en vías primarias y para cruce de ciclistas**

**M-7.1:** En carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación y vías primarias o en intersecciones con ciclovías, las rayas para cruce de peatones o de ciclistas, deben ser una sucesión de rayas de 40 cm de ancho paralelas a la

trayectoria de los vehículos y separadas entre sí 40 cm, con una longitud igual al ancho de las banquetas entre las que, generalmente, se encuentran situadas, o igual al ancho de la ciclovía, pero en ningún caso deben ser mayores de 4.5 m ni menores de 2 m para el cruce de peatones, o mayores de 3 m ni menores de 1.4 m para el cruce de ciclistas. Para el caso de cruces de ciclistas, sobre estas rayas conviene colocar una marca para identificar ciclovías M-15, como la que se muestra en la Figura IV.2.1.1.9.

**Rayas para cruce de peatones en vías secundarias y ciclovías M-7.2:** En vías secundarias y ciclovías, las rayas para el cruce de peatones deben ser dos rayas paralelas a la trayectoria de los peatones como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.5 y IV.2.1.1.9, de 20 cm de ancho, trazadas a una separación que se determina por el ancho de las banquetas que, generalmente, las ligan, pero en ningún caso dicha separación debe ser menor de 2 m ni mayor de 4.5 m.

#### **Marcas para cruce de ferrocarril M-8.**

Son rayas, símbolos y letras que se usan para advertir la proximidad de un cruce a nivel con una vía férrea. Deben ser blanco reflejante y consisten en una “X” con las letras “F” y “C”, una a cada lado de la misma, complementadas con rayas perpendiculares a la trayectoria de los vehículos. El símbolo “FXC” se coloca en cada carril antes del cruce y las rayas perpendiculares cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido, en la forma y con las dimensiones que se indican en la Figura IV.2.1.1.10.

Para controlar la velocidad de los vehículos y hacer que se detengan antes del cruce con la vía férrea, las marcas para cruce de ferrocarril (M-8) se deben complementar colocando antes una zona de vibradores como se muestra en las Figuras IV.2.1.1.10 y 11, atendiendo a lo indicado en Botones (DH-3) y antes de la raya de alto M-6, con un reductor de velocidad (RV), como se ilustra en la Figura IV.2.1.1.11, así como con las señales horizontales y verticales que se requieran para integrar un *sistema de control de velocidad*, de acuerdo con las necesidades específicas del cruce, para lo que se debe hacer un proyecto con base en un estudio de ingeniería de tránsito para cada cruce, considerando lo contenido en el Apéndice B y con los semáforos y barreras que se requieran de acuerdo con lo establecido en la *Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2010, Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas*.

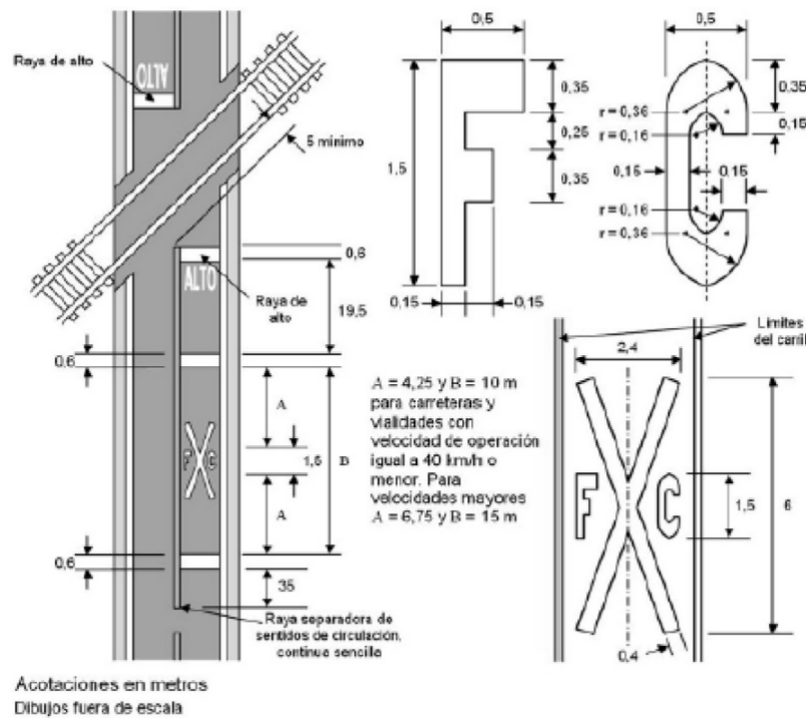


Figura IV.2.1.1.10. Marcas para cruce de ferrocarril

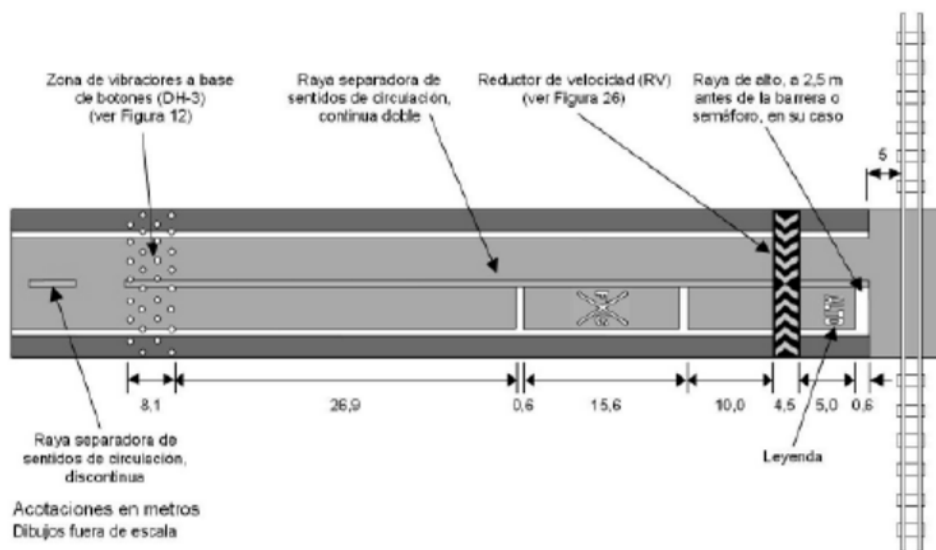


Figura IV.2.1.1.11. Ubicación de vibradores y reductor de velocidad para cruces de ferrocarril a nivel.

### Rayas con espaciamiento logarítmico (M-9)

Se utilizan en carreteras y vialidades urbanas, generalmente en los pasos a nivel de peatones, cruces a nivel con vías férreas, en zonas escolares o cualquier otro sitio donde se requiera disminuir la velocidad de los vehículos, produciéndole al conductor la ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera. Deben ser blanco reflejante, de 60 cm de ancho y colocarse en forma transversal al eje de la

carretera en el sentido de circulación como se muestra en la Figura IV.2.1.1.12. Estas rayas deben ser complementadas con los botones (DH-3). La longitud total de la zona por marcar, el número de rayas y su separación, se deben determinar conforme con lo señalado en la Tabla IV.2.1.1.4, en función de la diferencia entre la velocidad requerida para la restricción y la velocidad de proyecto en el caso de una carretera nueva, o de operación en una vialidad en uso.

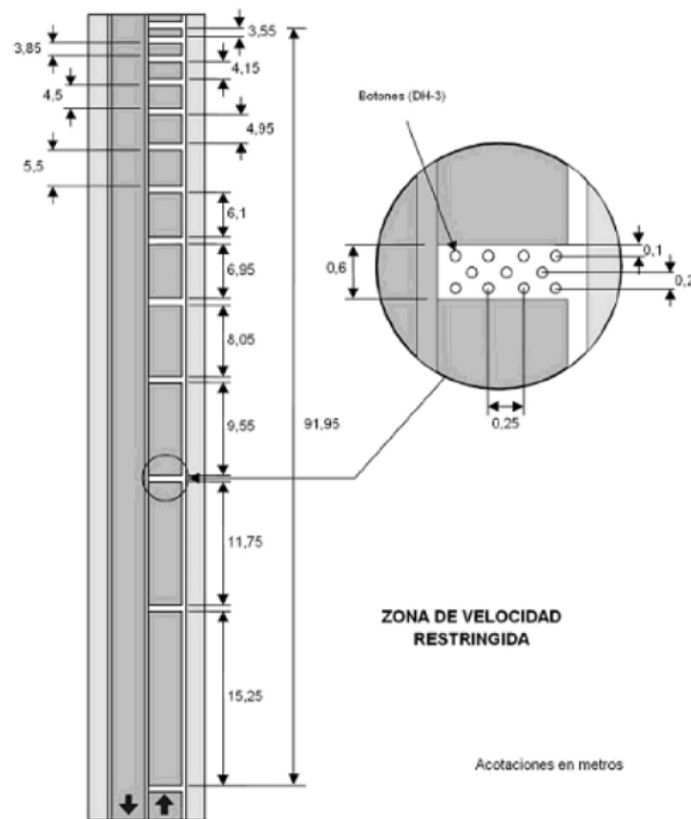


Figura IV.2.1.1.12. Rayas con espaciamiento logarítmico para velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h

Tabla IV.2.1.1.4. Separación entre rayas con espaciamento logarítmico

Diferencia de velocidades (km/h) / Número de líneas requeridas							
	20/13	30/20	40/26	50/32	60/38	70/44	80/51
Separación entre rayas (m)	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25	15.25
	11.75	12.55	13.10	13.50	13.70	13.90	14.05
	9.55	10.70	11.50	12.05	12.50	12.80	13.05
	8.05	9.30	10.25	10.90	11.45	11.85	12.15
	6.95	8.25	9.25	10.00	10.60	11.05	11.40
	6.10	7.40	8.40	9.20	9.80	10.30	10.70
	5.50	6.70	7.70	8.50	9.15	9.70	10.10
	4.95	6.10	7.15	7.95	8.60	9.15	9.60
	4.50	5.65	6.60	7.40	8.10	8.65	9.10
	4.15	5.25	6.20	7.00	7.65	8.20	8.65
	3.85	4.85	5.80	6.60	7.25	7.80	8.25
	3.55	4.55	5.45	6.25	6.90	7.45	7.90
		4.30	5.15	5.90	6.55	7.10	7.55
		4.05	4.90	5.60	6.25	6.80	7.25
		3.85	4.65	5.35	6.00	6.55	7.00
		3.65	4.45	5.10	5.75	6.30	6.75
		3.45	4.25	4.90	5.50	6.05	6.50
		3.30	4.05	4.70	5.30	5.80	6.25
		3.15	3.90	4.50	5.10	5.60	6.05
			3.75	4.35	4.90	5.40	5.85
			3.60	4.20	4.75	5.25	5.65
			3.45	4.05	4.60	5.10	5.50
			3.30	3.90	4.45	4.95	5.35
			3.20	3.75	4.30	4.80	5.20
			3.10	3.65	4.20	4.65	5.05
				3.55	4.10	4.50	4.90
				3.45	4.00	4.35	4.75
				3.35	3.90	4.25	4.65
				3.25	3.80	4.15	4.55
				3.15	3.70	4.05	4.45
				3.10	3.60	3.95	4.35
					3.50	3.85	4.25
					3.40	3.75	4.15
				3.30	3.65	4.05	
				3.20	3.55	3.95	
				3.10	3.45	3.85	
				3.05	3.35	3.75	
					3.30	3.65	
					3.25	3.55	
					3.20	3.45	
					3.15	3.40	
					3.10	3.35	
					3.05	3.30	
						3.25	
						3.20	
						3.15	
						3.10	
						3.05	
						3.00	
						2.95	
$\Sigma_1$	<b>84.15</b>	<b>122.30</b>	<b>158.40</b>	<b>194.40</b>	<b>231.25</b>	<b>266.35</b>	<b>304.20</b>
$\Sigma_2$	<b>91.95</b>	<b>134.30</b>	<b>174.00</b>	<b>213.60</b>	<b>254.05</b>	<b>292.75</b>	<b>334.80</b>
$\Sigma_1$ = Longitud de espaciamento $\Sigma_2$ = Longitud total (espaciamento + anchura de la raya)							



**IV.2.1.2. Marcas**

**Marcas para estacionamiento M-10.**

Se emplean en zonas de estacionamiento para lograr su uso eficiente y ordenado, y evitar que se invadan los cruces de peatones y los pasos de personas con discapacidad, las paradas de autobuses, las zonas para maniobras comerciales, las esquinas y sus proximidades, limitando los espacios de estacionamiento para cada vehículo. Deben ser de color blanco reflejante, con un ancho de 10 cm. Como se muestra en las Figuras IV.2.1.2.1 y IV.2.1.2.2, los espacios de estacionamiento se deben delimitar en su contorno con rayas o mediante marcas en forma de “T” y el ancho de cada espacio debe ser de 2.5 a 3 m, con longitud de 6.5 a 8 m, según se indique en el proyecto. Los tamaños y la disposición de los espacios de estacionamiento, se deben determinar con base en las características geométricas de las vialidades, el volumen de tránsito y el tamaño de los vehículos. Al centro de los espacios de estacionamiento que se destinen a vehículos que transporten a personas con discapacidad, se coloca el símbolo correspondiente, cuando estos espacios sean en batería, deben ser de 5 m de largo por 3.8 m de ancho y, en su lado izquierdo, normales a la línea que limita el espacio, se colocan rayas de 90 cm de largo y 30 cm de ancho, separadas entre sí 20 cm.

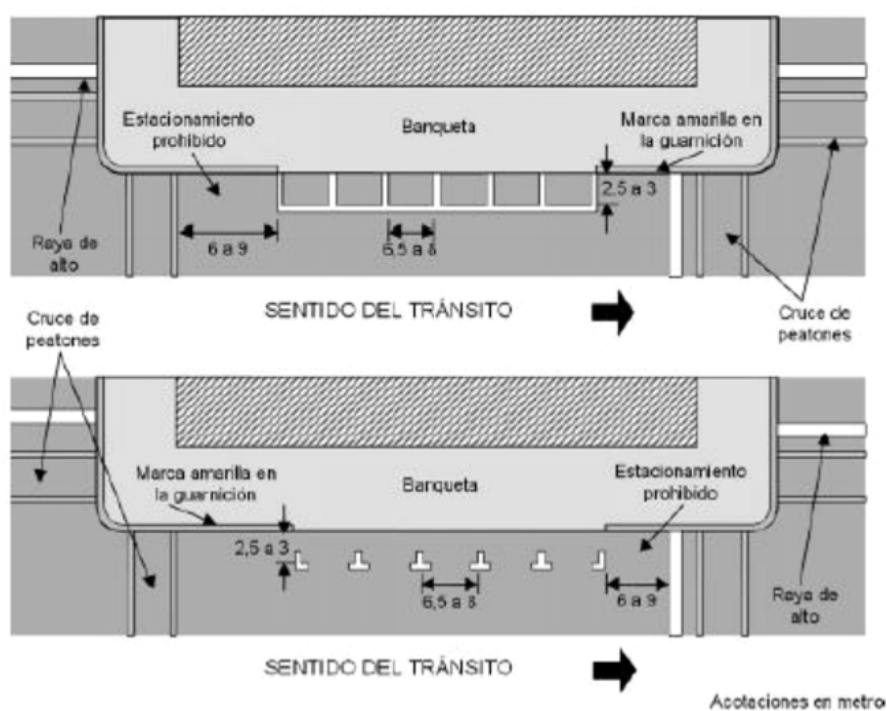


Figura IV.2.1.2.1. Marcas para estacionamiento

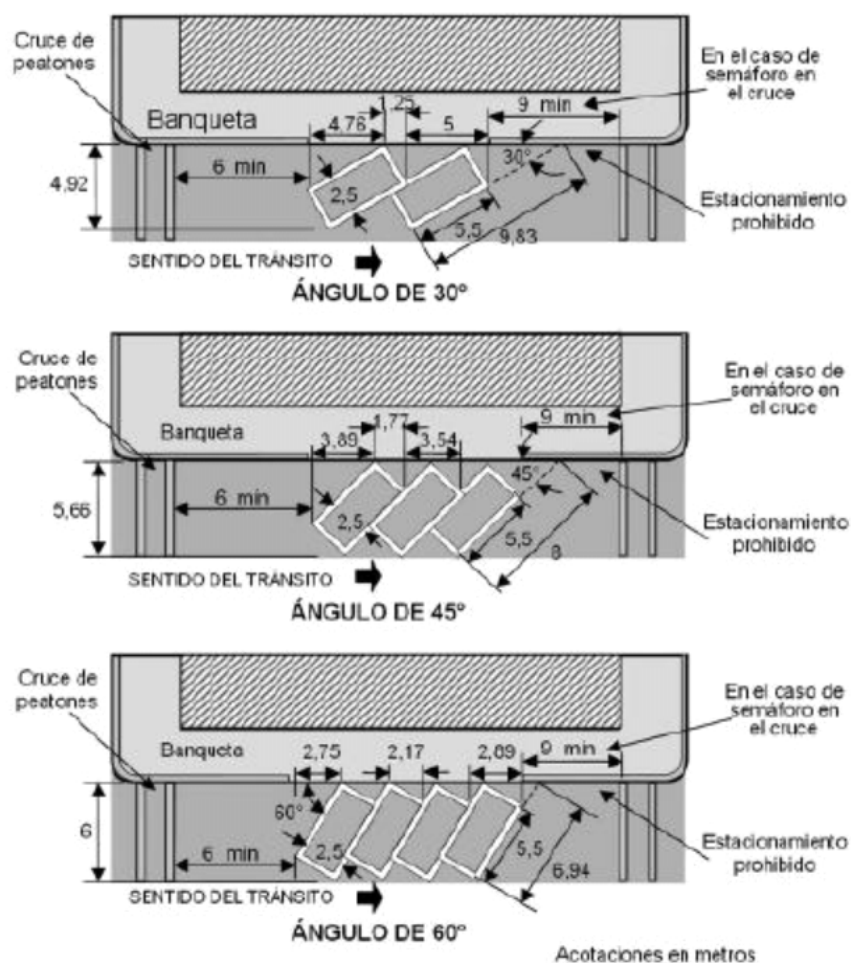
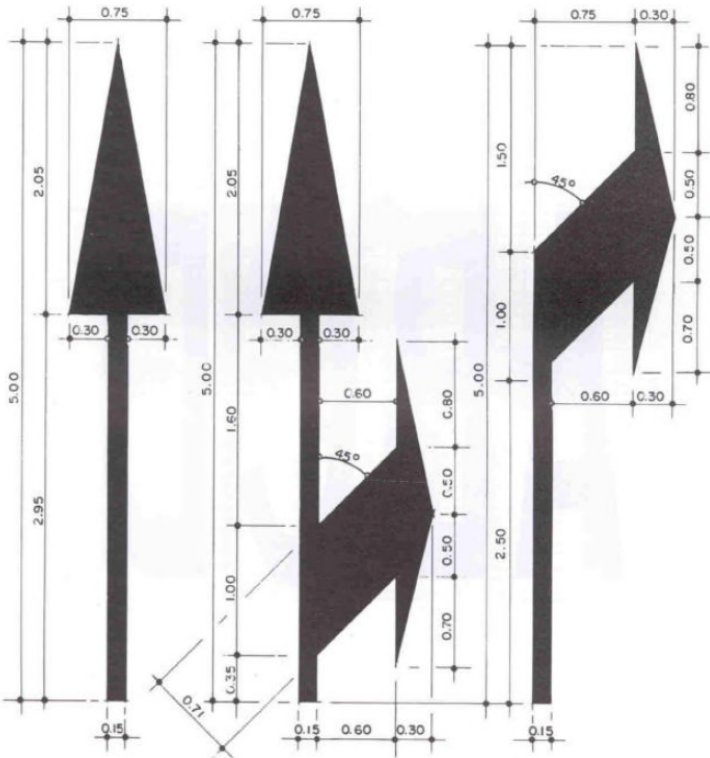


Figura IV.2.1.2.2. Marcas para estacionamiento en batería

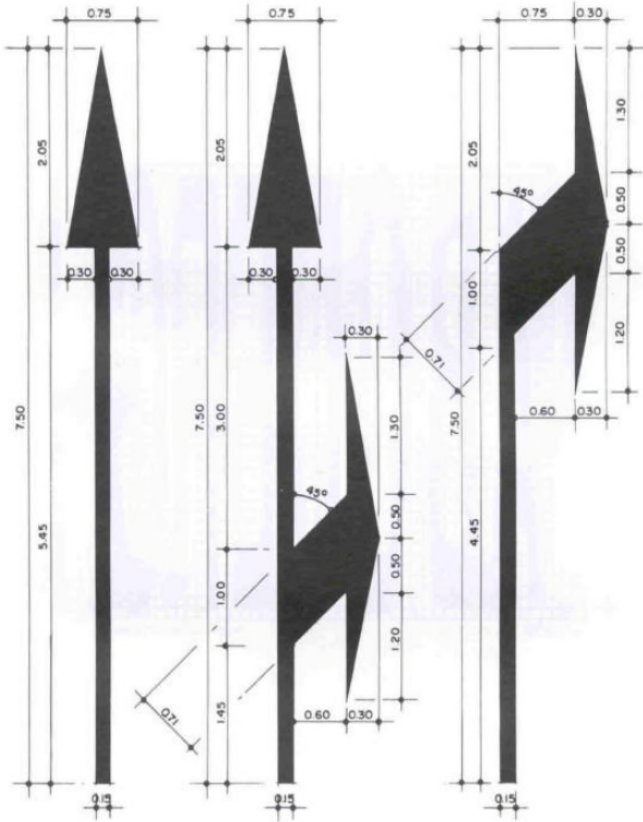
**Rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles (M-11).**

Generalmente son rayas, flechas, leyendas y números colocados sobre el pavimento de carreteras y vialidades urbanas para regular el uso de carriles y complementar o confirmar los mensajes del señalamiento vertical.

**Flechas, letras y números (M-11.1):** En las intersecciones se usan para indicar los diversos movimientos que se permiten desde ciertos carriles. Son de color blanco reflejante y deben repetirse a suficiente distancia antes de la intersección, con el propósito de que los conductores escojan anticipadamente el carril apropiado. Los símbolos deben ser alargados en la dirección del tránsito, con objeto de que el conductor los perciba bien proporcionados. La forma y tamaño de las flechas, dependiendo de la velocidad de operación, debe ser la que se muestra en la Figura IV.2.1.2.3, mientras que la de las letras y números se detalla en las Figuras 4.12-A a 4-12- I y 4.14-A a la 4.14-D del inciso M-14 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.



Para velocidades hasta de 60 km/h



Para velocidades mayores de 60 km/h (Acot. m)

Figura IV.2.1.2.3. Flechas de dirección para carriles

**Para delimitar un carril en contrasentido (M-11.2):** Consisten en flechas sin cuerpo y leyendas, que se utilizan para advertir a los usuarios sobre la existencia de un carril por el que circulan vehículos en sentido contrario al predominante de una vialidad urbana. Las flechas sin cuerpo deben ser de 2 m de ancho y 2.53 m de largo, compuestas con rayas de 40 cm de ancho formando un ángulo de 60°, como se muestra en la Figura IV.2.1.2.4. Cuando exista una intersección, se colocan dos flechas sin cuerpo contiguas, antes de la raya de alto (M-6) del carril en contrasentido, precedidas por flechas sin cuerpo a cada 30 m, como se indica en la Figura IV.2.1.1.3.

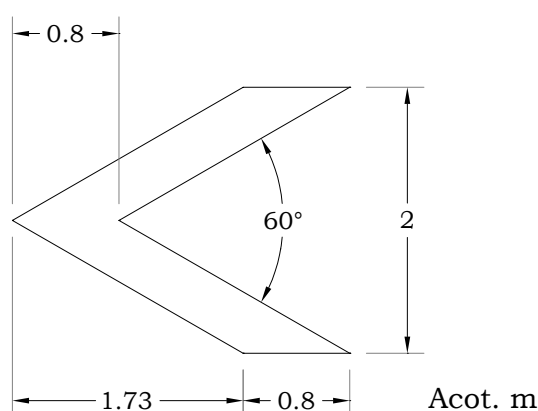


Figura IV.2.1.2.4. Flechas sin cuerpo

**Para delimitar un carril exclusivo (M-11.3):** Son leyendas con el mensaje SOLO BUS, que se utilizan para advertir a los usuarios sobre la existencia de un carril exclusivo para vehículos de transporte público de pasajeros, que circulan en el sentido predominante de una vialidad urbana. Ese carril, que corresponde al de la extrema derecha de la vialidad en el sentido predominante de circulación, debe estar delimitado en el lado izquierdo, por una raya separadora de carriles continua doble (M-2.2) y por la guarnición del lado derecho, pintada en toda su longitud de amarillo (M-12.1), para prohibir el estacionamiento de vehículos dentro del carril.

Tanto las flechas sin cuerpo como las leyendas, deben ser de color blanco reflejante, y ubicarse de forma que su eje longitudinal coincida con el del carril en contrasentido.

**Para establecer lugares de parada M-11.4:** Son marcas que se utilizan para establecer los lugares de parada de los vehículos de transporte público de pasajeros, que se colocan en carriles en contrasentido y carriles exclusivos, así como en zonas de transferencia ubicadas en andenes y bahías, formando una "L" invertida cuyo lado mayor es una raya de 20 cm de ancho por 20 m de largo y su lado menor es de 50 cm de ancho con una longitud que depende del ancho del carril, considerando que debe estar separada 20 cm de la guarnición y de la raya que limita el carril, pero en ningún caso debe ser mayor que 3.75 m. Estas marcas, que deben ser blanco reflejante, se colocan de manera que el lado mayor sea paralelo y opuesto a la guarnición y el lado menor coincida con el sitio donde deban parar los vehículos, como se muestra en la Figura IV.2.1.2.5. Cuando

existan cobertizos en los lugares de parada, éstos deben quedar comprendidos dentro del lado mayor de la “L” invertida.

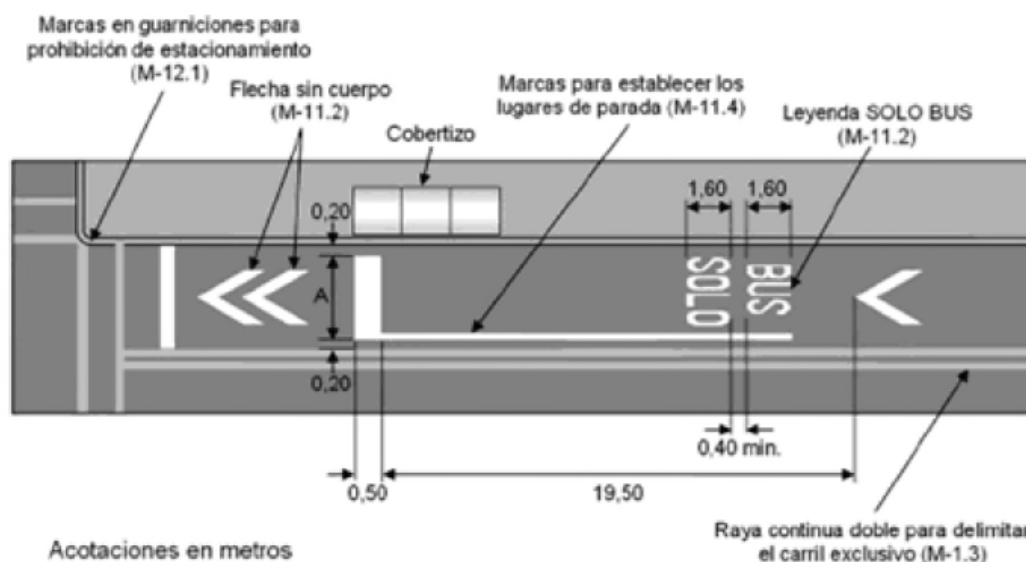


Figura IV.2.1.2.5. Marcas para establecer lugares de parada en un carril en contrasentido

### **Marcas en guarniciones M-12.**

Se usan para delinear las banquetas y guarniciones, así como para indicar las restricciones de estacionamiento, cubriendo tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición. Los colores de estas marcas deben ser los que se indican y estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1.

**Para prohibición del estacionamiento M-12.1:** Para restringir el estacionamiento en paradas de autobuses, zonas de cruce de peatones, entradas a instalaciones de alta concurrencia peatonal, carriles en contrasentido y carriles exclusivos o donde existen señales restrictivas SR-22 “NO ESTACIONARSE”, las guarniciones se deben pintar de amarillo.

**Para delinear guarniciones M-12.2:** En caso de que se requiera delinear las guarniciones para su mejor visibilidad, éstas se deben pintar de blanco.

### **Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura M-13.**

Se utilizan para indicar a los conductores la presencia de estructuras u objetos adyacentes al arroyo vial, siempre que estén ubicados a una distancia hasta de 3 m de la orilla del carril, o más, si a juicio del proyectista pudieran constituir un riesgo para los usuarios.

**Marcas en estructuras M-13.1:** Las estructuras que se marcan son parapetos, aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales, muros de contención y postes cuyo ancho sea mayor de 30 cm. Dichas estructuras se deben pintar en su cara

normal al sentido del tránsito como se muestra en la Figura IV.2.1.2.6, hasta una altura de 3 m, mediante franjas de 30 cm de ancho inclinadas a 45°, alternando los colores negro y blanco que esté dentro de las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1. En el caso de que la altura libre de la estructura (gálibo) sea menor o igual a 4.5 m, se debe marcar de la misma manera pero en todo su contorno, como se muestra en la misma Figura IV.2.1.2.6. Cuando la estructura por marcar se encuentre del lado derecho del carril, las franjas deben bajar de izquierda a derecha y de derecha a izquierda en el caso contrario, pudiéndose complementar con botones reflejantes, conforme a lo indicado en DH-2.

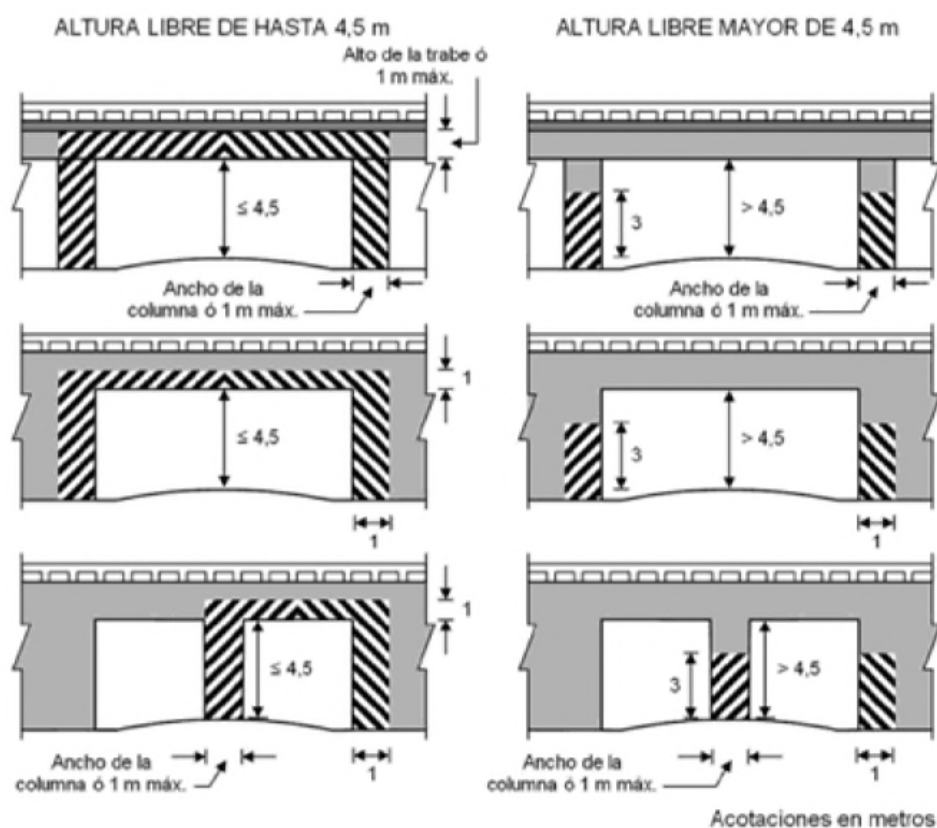


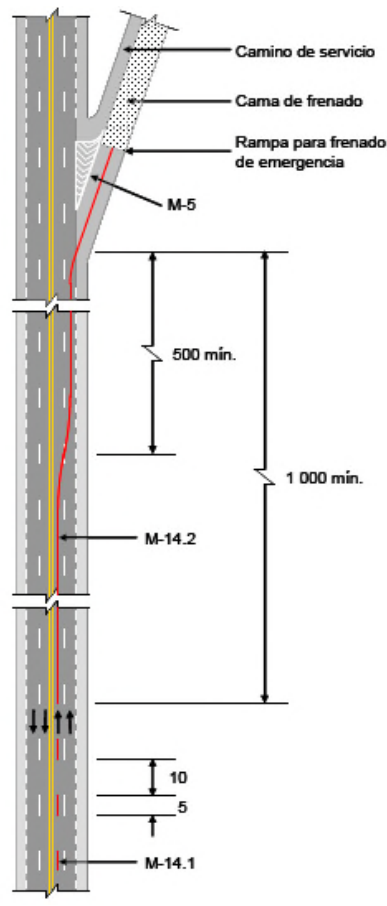
Figura IV.2.1.2.6. Marcas en estructuras

**Marcas en otros objetos M-13.2:** Los objetos diferentes a las estructuras mencionadas en el inciso anterior, como pueden ser árboles o piedras de gran tamaño, que pudieran constituir un riesgo a la seguridad de los usuarios, se deben pintar hasta una altura de 1.5 metros, de blanco que esté dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1.

**Raya para frenado de emergencia M-14.**

Se pinta o coloca sobre el pavimento de las carreteras, para indicar la proximidad de una rampa de emergencia para frenado y guiar hasta su entrada a los vehículos fuera de control. Su posición, forma y color, deben cumplir con lo

establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2009, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.



Acto. m

Figura IV.2.1.2.7. Señalamiento horizontal de rampas de emergencia para frenado.

**Raya de emergencia para frenado discontinua M-14.1.** Se utiliza para guiar a los vehículos que pudieran estar fuera de control, desde el sitio donde inicia la pendiente descendente continua y prolongada para la que se diseña la rampa, hasta 1,000 m antes de su entrada, lugar donde los conductores han de tomar la decisión de entrar a ella. Se sitúa al centro del carril descendente de la carretera o si ésta es de dos o más carriles por sentido de circulación, al centro del carril de alta velocidad y consiste en raya de 15 cm de ancho en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m, como se muestra en la Figura IV.2.1.2.7.

**Raya de emergencia para frenado continúa M-14.2.** Raya de 15 cm de ancho que se utiliza para guiar en forma continua a los vehículos que estén fuera de control, desde el sitio donde concluya la raya de emergencia para frenado discontinua, a que se refiere M-14.1, hasta el lugar donde inicie la cama de frenado de la rampa. Se sitúan al centro del carril descendente de la carretera o si ésta es de dos o más carriles por sentido de circulación, al centro del carril de alta velocidad y, si la rampa se ubica a la derecha del camino, en una tangente

ubicada a no menos de 500 m antes de la entrada a la rampa, esta raya continua se debe pasar suavemente del carril de alta velocidad al de baja, como se muestra en la Figura IV.2.1.2.7.

Las rayas M-14.1 y M-14.2, y en su caso los botones con que se complementen, deben ser color rojo reflejante que esté dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1.

### **Marca para identificar ciclovías M-15.**

Es una marca de color blanco reflejante que se coloca sobre el pavimento representando una bicicleta para establecer e identificar ciclovías, que se destinan a la circulación de vehículos de tracción humana como bicicletas y triciclos, entre otros, dirigiéndolos y encausándolos convenientemente para reducir el riesgo de accidentes con vehículos automotores o peatones.

### **Marcas temporales M-16.**

Comprenden cualquier tipo de marcas ocasionales que se colocan sobre el pavimento de una vialidad urbana, para señalar rutas de desfiles, circuitos para competencias deportivas, trazos de obras e instalaciones de mercados sobre ruedas, entre otros, según las especificaciones y necesidades de los organizadores de los eventos. En estos casos, las marcas temporales pueden ser de cualquier color, excepto blanco, amarillo y rojo, con objeto de distinguirlas de las marcas en el pavimento, y deben formarse con pinturas solubles en agua, cal o polvos de color, o cintas adhesivas, para que puedan ser borradas o despegadas cuando finalice el evento y evitar confusiones a los usuarios de la vialidad. Estas marcas pueden complementarse con señales verticales, preventivas, restrictivas e informativas, así como con dispositivos de protección en zonas de obras y dispositivos de seguridad, según el tipo de evento y su duración.

### **IV.2.1.3. Botones reflejantes y delimitadores**

Son dispositivos que tienen un elemento reflejante en una o en ambas caras, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Los lados de las caras reflejantes tendrán las dimensiones adecuadas para que su reflexión cumpla con los coeficientes de intensidad luminosa inicial mínimos que se muestran en la Tabla IV.2.1.3.1, según su color.

Tabla IV.2.1.3.1. Coeficientes de intensidad luminosa inicial mínimos para botones reflejantes.

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada horizontal (°)	Coeficiente de intensidad luminosa mcd/lx (cd/ftc)		
		Blanco	Amarillo	Rojo
0.2	0	279 (3)	167 (1.80)	70 (0.75)
0.2	20	112 (1.2)	67 (0.72)	28 (0.30)

mcd/lx = milicandelas / lux

cd/ftc = candelas / pie candela



Según su utilización, los reflejantes pueden ser blancos, amarillos o rojos, que estén dentro de las áreas correspondientes definidas por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1. Cuando las condiciones meteorológicas dominantes en un tramo de la carretera o vialidad urbana lo ameriten, para mejorar la visibilidad de los botones reflejantes y delimitadores, a criterio del proyectista, su luminosidad puede ser proporcionada por elementos reflejantes o por elementos emisores de luz propia, siempre y cuando los colores de los haces luminosos estén dentro de las áreas cromáticas mencionadas y que su utilización haya sido aprobada por la Autoridad responsable, previo acuerdo con la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

Los botones reflejantes y delimitadores se deben colocar adheridos al pavimento, sin perno, mediante un adhesivo que garantice su permanencia por lo menos seis meses y de acuerdo con lo indicado en las Tablas IV.2.1.3.2 y IV.2.1.3.3, siempre en las carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación. También en las rayas separadoras de carriles, de sentidos de circulación y para delimitar carriles en contrasentido o de uso exclusivo en vías primarias y carreteras de un carril por sentido de circulación con o sin carril adicional. En todos los demás casos, el uso de los botones reflejantes se limita únicamente a intersecciones a nivel y entronques, desde 100 metros antes hasta 100 metros después; a zonas de alta precipitación pluvial, niebla o tolvánicas; a tramos que presentan un riesgo potencial para el usuario; a tramos donde el ancho del arroyo vial se reduzca o a cualquier otro sitio donde un estudio de ingeniería de tránsito lo justifique.

El uso de estos elementos con reflejante rojo, se permite como complemento de raya para frenado de emergencia M-14 y en zonas donde pueda existir una alta incidencia de accidentes, como curvas cerradas, aproximaciones a entronques peligrosos o a zonas urbanas, siempre y cuando exista un estudio de ingeniería de tránsito que lo justifique y sea aprobado por la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana.

### **Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento DH-1**

Son los dispositivos que se colocan sobre el pavimento, cuya clasificación se muestra en la Tabla IV.2.1.3.2, deben ser de sección trapecial en ambos sentidos, de base cuadrada o rectangular; el ángulo entre su base y las caras reflejantes será de 45° o menor; tendrán una superficie de contacto del orden de 100 cm<sup>2</sup>, deben tener textura lisa, sin protuberancias en las aristas y no deben sobresalir más de 2 cm del nivel del pavimento. El color del cuerpo de los botones reflejantes colocados sobre el pavimento debe ser igual al del reflejante que se coloque en el sentido de aproximación al tránsito. Los delimitadores que se instalan para separar los carriles en contrasentido o de uso exclusivo, pueden ser de forma distinta y dimensiones mayores, según se indique en el proyecto, pero no deben sobresalir del pavimento más de 5 cm salvo que se requiera evitar el paso de los vehículos al carril confinado.

En función del tipo de raya que complementan, el color de las caras reflejantes debe ser el que se indica en la Tabla IV.2.1.3.2, donde también se señala la ubicación de los botones reflejantes y delimitadores, así como la orientación del reflejante.

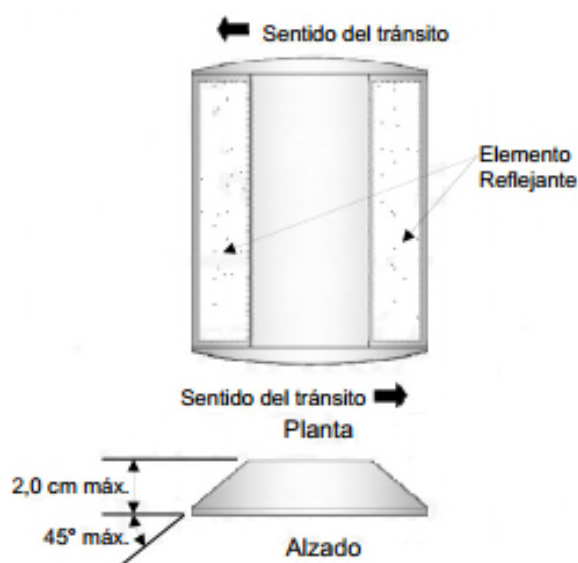


Figura IV.2.1.3.1. Botón reflejante

Tabla IV.2.1.3.2. Clasificación de los botones reflejantes o delimitadores sobre el pavimento.

Tipo de Marca	Rayas		Botón reflejante o delimitador <sup>(1) (2)</sup>		Color y orientación del reflejante
	Clasif.	Nombre	Clasif.	Ubicación	
Raya separadora de sentidos de circulación M-1	M-1.1	Continua sencilla	DH-1.1	Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre la raya o en tres bolillo a partir del inicio de la zona marcada.	Amarillo en dos caras
	M-1.2	Discontinua sencilla <sup>(4)</sup>	DH-1.2	Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados.	
	M-1.3	Continua sencilla	DH-1.3	Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre la raya o en tres bolillo a partir del inicio de la zona marcada.	
	M-1.4	Continua-discontinua <sup>(4)</sup>	DH-1.4	Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados, en medio de las dos rayas.	
	M-1.5	Discontinua sencilla	DH-1.5	Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados.	
	M-1.6	Continua doble	DH-1.6a	Delimitador a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, en medio de las dos rayas, de carriles exclusivos y ciclovías, en contrasentido en carreteras y vialidades urbanas.	
	DH-1.6b		Botón reflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre cada raya, cuando la separación entre rayas sea mayor de 50 cm. <sup>(3)</sup>		
Raya separadora de carriles M-2	M-2.1	Continua sencilla	DH-1.7	Botón reflejante a cada 30 m sobre la raya a partir del inicio de la zona marcada.	Blanco en la cara al tránsito
	M-2.2	Continua doble	DH-1.8	Delimitador a cada 30 m en medio de las dos rayas, de carriles exclusivos y ciclovías, en contrasentido en carreteras y vialidades urbanas.	
	M-2.3	Discontinua <sup>(4)</sup>	DH-1.9	Botón reflejante a cada 30 m al centro del espacio entre segmentos marcados.	
Raya en la orilla del arroyo vial M-3	M-3.1	Derecha continua	DH-1.10	Botón reflejante a cada 30 m sobre la raya, en carreteras de dos carriles, uno por sentido.	Blanco en dos caras
			DH-1.11	Botón reflejante a cada 30 m sobre la raya, en carreteras con faja separadora central.	Blanco en la cara al tránsito
	M-3.2	Derecha discontinua	DH-1.12	Botón reflejante a cada 32 m al centro del espacio entre segmentos marcados, en carreteras de dos carriles, uno por sentido.	Blanco en dos caras
			DH-1.13	Botón reflejante a cada 32 m al centro del espacio entre segmentos marcados, en carreteras con faja separadora central.	Blanco en la cara al tránsito
	M-3.3	Izquierda	DH-1.14	Botón reflejante a cada 30 m sobre la raya en carreteras y vialidades urbanas con faja separadora central.	Amarillo en la cara al tránsito

Tipo de Marca	Rayas		Botón reflejante o delimitador <sup>(1) (2)</sup>		Color y orientación del reflejante
	Clasif.	Nombre	Clasif.	Ubicación	
Rayas canalizadoras M-5	M-5	-	DH-1.15	Botón reflejante para flujos en un solo sentido, a cada 2 m sobre la raya que delimita la zona neutral.	Blanco en la cara al tránsito
			DH-1.16	Botón reflejante para flujos en ambos sentidos, a cada 2 m sobre la raya que delimita la zona neutral.	Amarillo en dos caras
<p>(1) Cuando exista un estudio de Ingeniería de Tránsito que justifique el uso de botones reflejantes o delimitadores con reflejante rojo y así lo apruebe la Autoridad responsable de la vialidad, estos se deben colocar tal y como lo establezca dicho estudio.</p> <p>(2) Siempre que sea posible, los botones reflejantes o delimitadores en M-1 y M-3 deben colocarse alternados longitudinalmente con respecto a los de M-2.</p> <p>(3) Los botones reflejantes pueden colocarse en posición tresbolillo, del lado exterior o interior de la marca siempre y cuando no se disminuya el ancho de carril efectivo a menos de 3 m.</p> <p>(4) Aunque la longitud de las rayas se modifique, siempre se debe conservar la relación 1:2 de raya a espacio, por lo que la ubicación longitudinal de los botones reflejantes debe alterarse en la misma proporción en que se afecte dicha longitud, de tal manera que estos siempre queden colocados al centro del espacio entre segmentos marcados.</p>					

### Botones reflejantes sobre estructuras DH-2.

Los botones reflejantes que se adhieren a parapetos, aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales, muros de contención y postes cuyo ancho sea mayor de 30 cm y a las barreras de protección, cuya clasificación se muestra en la Tabla IV.2.1.3.3, deben ser laminares, de forma cuadrada, rectangular, triangular o trapecial, según se indique en el proyecto, de acuerdo con la configuración y tipo de estructura a la que se fijen y contar con los elementos de sujeción adecuados para su fijación. Su tamaño debe ser tal que al quedar colocados no interfieran con la circulación. La ubicación de estos botones reflejantes, así como el color y posición del reflejante, deben ser los que se indican en la misma tabla. El color del cuerpo de los botones reflejantes colocados sobre estructuras, debe ser gris mate.

Tabla IV.2.1.3.3. Clasificación de los botones reflejantes sobre estructuras adyacentes a la superficie de rodadura.

Tipo de estructura	Botones reflejantes		Color y orientación del reflejante
	Clasif.	Ubicación	
Barrera separadora de sentido de circulación (barrera central) de concreto o metálica en la faja separadora central.	DH-2.1	A cada 30 m alternadas, siempre que sea posible, con las que se instalan sobre la raya de orilla (M-3)	Amarillo en la cara al tránsito.
Barrera de orilla de corona (defensa) de concreto o metálica en la orilla izquierda con relación al sentido de circulación, de las carreteras o vialidades urbanas de dos o más carriles de circulación por sentido.	DH-2.2	A cada 30 m como máximo, dependiendo de las características geométricas de la carretera y de las condiciones operacionales del tránsito, pero nunca menos de tres botones reflejantes en cada estructura.	
Barrera de orilla de corona (defensa) de concreto o metálica en la orilla derecha con relación al sentido de circulación de las carreteras o vialidades urbanas	DH-2.3	A cada 30 m como máximo, dependiendo de las características geométricas de la carretera y de las condiciones operacionales del tránsito, pero nunca menos de tres botones reflejantes en cada estructura.	Blanco en la cara al tránsito.
Estructuras diversas como pilas, estribos, parapetos, túneles, etc.	DH-2.4	Se deben delinear longitudinalmente con el criterio indicado para las barreras de orilla de corona; en el frente de la estructura se debe delinear el perímetro de esta (Figura IV.2.1.2.6).	

### **Botones (DH-3)**

Son dispositivos que se utilizan como complemento de las rayas con espaciamiento logarítmico M-9 y como vibradores para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con una vía férrea, en caminos secundarios antes de un entronque con otro de mayor importancia o en algún otro sitio donde se considere conveniente. Deben ser de color blanco que esté dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1, o bien, cuando sean metálicos, pueden ser de color aluminio; deben ser de forma circular, con un diámetro del orden de 10 cm, una superficie de contacto no mayor de 100 cm<sup>2</sup> y no sobresalir del pavimento más de 2 cm. Se deben colocar adheridos al pavimento, sin perno, mediante un adhesivo que garantice su permanencia por lo menos seis meses, dispuestos en tresbolillo en todo el ancho del arroyo vial, incluyendo en su caso los acotamientos, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.11 cuando se usan como vibradores y complementan las rayas con espaciamiento logarítmico o como se señala en la Figura IV.2.1.1.12.

### **IV.2.1.4. Reductores de velocidad RV**

Son dispositivos que se construyen sobresaliendo del pavimento en todo el ancho del arroyo vial, incluyendo en su caso los acotamientos, sólo en casos excepcionales en los que se requiera obligar al conductor a reducir la velocidad del vehículo para que se detenga inmediatamente antes del inicio de un área de conflicto, como un cruce de peatones, una zona urbana, una intersección a nivel con otra carretera o vialidad más importante y las estaciones de cuerpos de emergencia, como bomberos y ambulancias, entre otros. Los reductores de velocidad (RV) se deben colocar siempre en los cruces a nivel con vías férreas, a 5 m antes de las rayas de alto, como se muestra en la Figura IV.2.1.1.11. Se construyen con mezcla asfáltica en caliente o en frío, o concreto hidráulico simple, con superficies planas, sobresaliendo de la superficie de rodadura 5 cm como máximo, con la forma y dimensiones que se muestran en la Figura IV.2.1.4.1. Cuando existan guarniciones o banquetas, se debe dejar un espacio de 20 cm entre éstas y el reductor de velocidad, o se colocarán ductos con la capacidad adecuada para permitir el drenaje superficial del pavimento. Se deben pintar con franjas diagonales, alternadas de color negro y amarillo reflejante que esté dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1, de 60 cm de ancho, inclinadas a 45° hacia ambos lados respecto al eje del camino, abarcando todo el ancho del reductor, para que sea visible en cualquier sentido del tránsito vehicular.

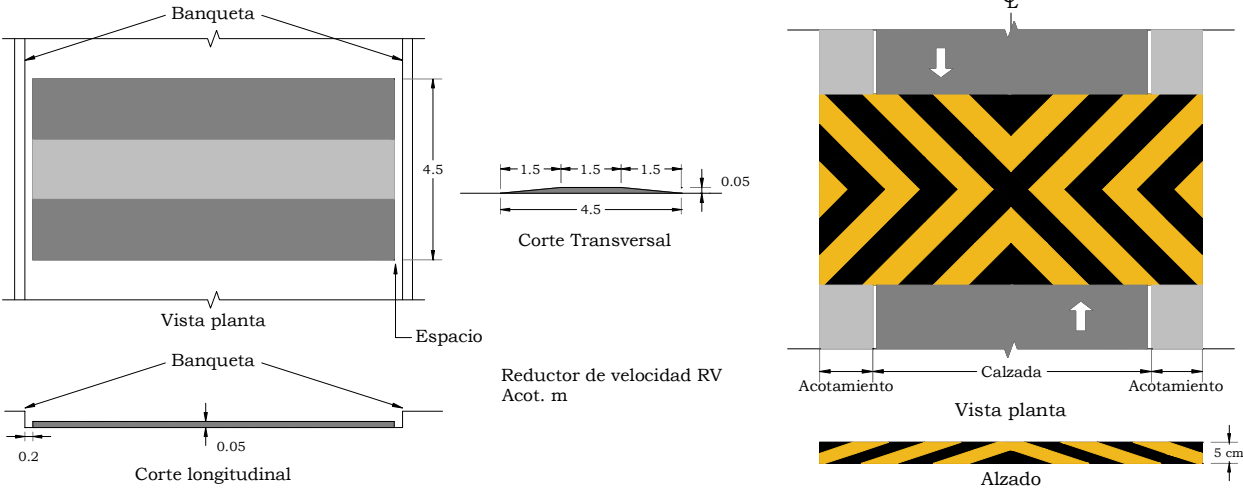


Figura IV.2.1.4.1. Reductor de velocidad

### IV.3. SEÑALAMIENTO VERTICAL

Es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su propósito, las señales se clasifican en:

- Preventivas (SP): Cuando tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.
- Restrictivas (SR): Cuando tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad.
- Informativas (SII, SID, SIR y SIG): Cuando tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar.
- Turísticas y de servicios (SIT y SIS): Cuando tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo.
- Diversas (OD-4, OD-5, OD-6, OD-8, OD-12): Cuando tienen por objeto encauzar y prevenir a los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas, pudiendo ser dispositivos diversos que tienen por propósito indicar la existencia de objetos dentro del derecho de vía y bifurcaciones en la carretera o vialidad urbana, delinear sus características geométricas, así como advertir sobre la existencia de curvas cerradas, entre otras funciones.

Las señales verticales, según su función, se clasifican como se indica en la Tabla IV.3.1.

Tabla. IV.3.1. Clasificación funcional del señalamiento vertical  
(NOM-034-SCT2-2011)

<b>Clasificación</b>	<b>Tipos de Señales</b>
<b>SP</b>	<b>Señales Preventivas</b>
<b>SR</b>	<b>Señales Restrictivas</b>
<b>SI</b>	<b>Señales Informativas</b>
SII	Señales informativas de identificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• De nomenclatura</li> <li>• De ruta</li> <li>• De distancia en kilómetros</li> </ul>
SID	Señales informativas de destino <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previas</li> <li>• Diagramáticas</li> <li>• Decisivas</li> <li>• Confirmativas</li> </ul>
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general

<b>Clasificación</b>	<b>Tipos de Señales</b>
<b>STS</b>	<b>Señales turísticas y de servicio</b>
SIT	Señales turísticas
SIS	Señales de servicios
<b>OD</b>	<b>Señales Diversas</b>
OD-5	Indicadores de obstáculos
OD-6	Indicadores de alineamiento
OD-8	Reglas y tubos guía para vados
OD-12	Indicadores de curva peligrosa
OD-13	Señales de mensaje cambiable.

Cabe notar que la clasificación funcional del señalamiento vertical que establece la norma NOM-034-SCT2-2011 incluye parte de lo que el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT establece como Obras y Dispositivos Diversos OD. Sin embargo, en el presente trabajo las señales diversas OD a que se refiere la Tabla IV.3.1 junto con otras se enmarcan en el subcapítulo *IV.3.5. Obras y dispositivos diversos*, siguiendo la clasificación de dicho Manual.

Según su estructura de soporte, las señales verticales se clasifican en:

- **Señales bajas**
  - En un poste
  - En dos postes
  
- **Señales elevadas**
  - Bandera
  - Bandera doble
  - Puente

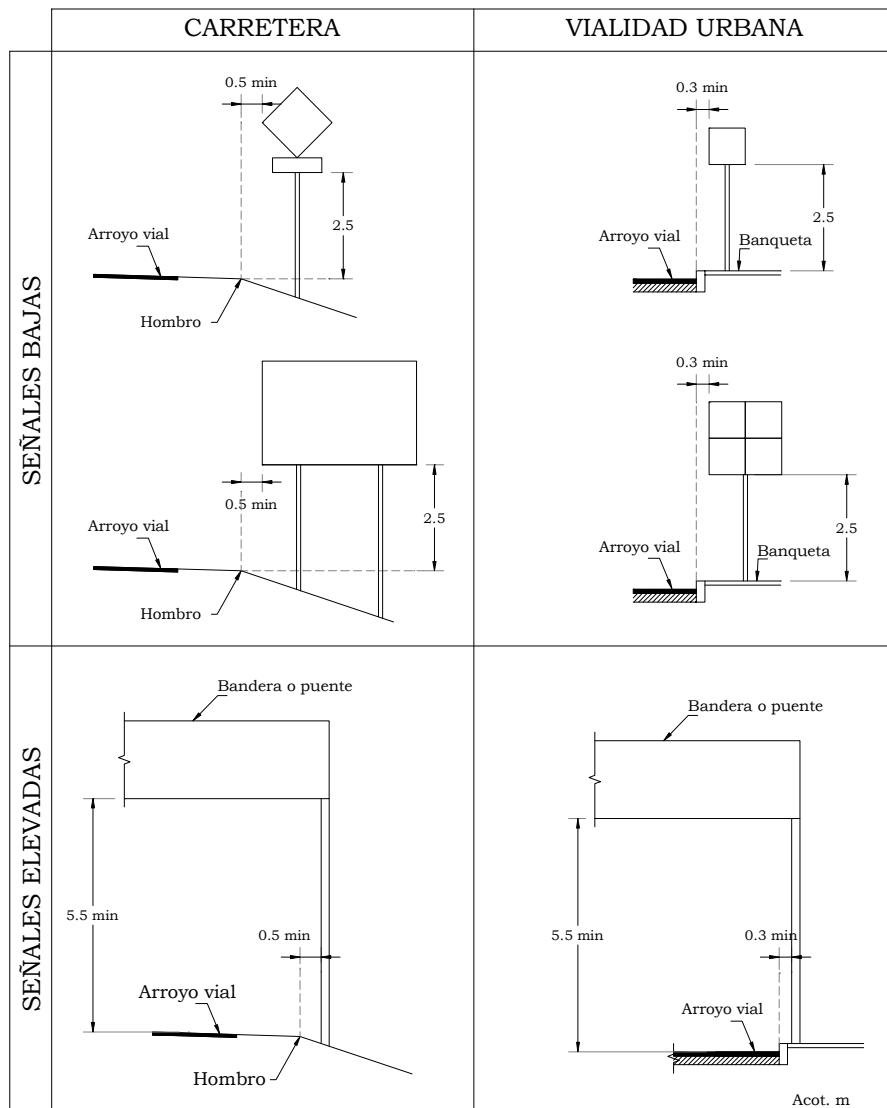


Figura IV.3.1. Clasificación y ubicación lateral de las señales verticales

**Señales bajas.** Aquellas que tienen una altura máxima libre de 2.5 m entre el nivel de la banqueta u hombro de la carretera o vialidad urbana y la parte inferior de la señal incluyendo el tablero adicional. Se colocan a un lado del arroyo vial, afuera del acotamiento de la carretera o sobre la banqueta de la vialidad urbana, montadas en uno o dos postes según su ubicación y tamaño.

En carreteras, se colocan de modo que la proyección vertical de su orilla interior quede a una distancia de 50 cm del hombro más próximo a ella, pero no a más de 150 cm. Cuando la señal se coloque en sección en corte, el poste de la señal se colocara en el talud, a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.



En vialidades urbanas, la distancia mínima entre la proyección vertical de la orilla interior de la señal y la orilla interna de la guarnición más próxima a ella, será de 30 cm, colocándola en un solo poste.

En carreteras o vialidades urbanas con dos o más carriles por sentido de circulación, que sean de cuerpos separados o cuenten con camellón, se ubicaran paralelamente en ambos lados del arroyo vial.

Las caras de los tableros de las señales bajas estarán en posición vertical y normales al eje longitudinal de la carretera o vialidad urbana, salvo la señal SIG-11 y SII-6, cuyas caras estarán al eje longitudinal de la vialidad urbana a la que correspondan; así como los indicadores de curva peligrosa (OD-12) cuyas caras estarán normales a la línea de aproximación del tránsito; y las señales diagramáticas, que con el propósito de mejorar su visibilidad nocturna, la cara del tablero se coloca con una inclinación de 2° y normal al eje longitudinal de la vialidad.

La estructura de soporte para las señales bajas se compone de uno o dos postes, dependiendo de su tipo, ubicación y del tamaño de la señal o número y tamaño de las señales que se integren en un conjunto modular de acuerdo a lo indicado en la Tabla IV.3.2 para carreteras y en la Tabla IV.3.3 para vialidades urbanas.

Tabla IV.3.2. Secciones estructurales para el soporte de tableros para señales bajas en carreteras.

Tipo de señal	Lado mayor del tablero o ancho del conjunto cm	Estructura de soporte		
		Número de postes	Sección del poste mm	Sección del marco mm
SP	hasta 86	1	L 64 x 4	-
SR	más de 86	2		
STS señal con 1 ó 2 (V) tableros	hasta 90	1	L 64 x 4	-
	más de 90	2		
STS señal con 2 (H) ó 4 tableros	hasta 90	1	L 64 x 4	L 51 x 5
	más de 90	2		
STS señal con 3 ó 6 tableros	hasta 215	2	L 64 x 4	
	más de 215		L 89 x 6	
SID SIR SIG	hasta 239	2	L 89 x 6	-
	más de 300*		L 89 x 6	solera de 25 x 3
SII OD	hasta 60	1	L 51 x 5	-
	más de 60		L 64 x 4	

L Ángulo de lados iguales  
V Disposición vertical de los tableros  
H Disposición horizontal de los tableros  
\* Las estructuras de soporte para las señales diagramáticas mayores están sujetas a un diseño especial.

Tabla IV.3.3. Secciones estructurales para el soporte de tableros para señales bajas en vialidades urbanas.

Tipo de señal	Lado mayor del tablero o ancho del conjunto cm	Estructura de soporte		
		Número de postes	Sección del poste mm	Sección del marco mm
SP SR	Todas	1	□ 51 x 4	-
STS señal con 1 ó 2 (V) tableros	Hasta 90	1	□ 51 x 4	-
	Más de 90			
STS señal con 2 (H) ó 4 tableros	Hasta 125	1	□ 51 x 4	□ 51 x 4 cerrado
	Más de 125		□ 76 x 4.8	
STS señal con 3 ó 6 tableros	Todas	1	□ 76 x 4.8	
SID SIR SIG	Hasta 300	1	□ 76 x 4.8	□ 51 x 4 abierto
SII OD	Todas	1	□ 51 x 4	-
□ Perfil tubular de lados iguales V Disposición vertical de los tableros H Disposición horizontal de los tableros				



Señales bajas de un poste.



Señales bajas de dos postes

Figura IV.3.2. Ejemplos de señales verticales bajas

**Señales elevadas.** Aquellas que tienen una altura libre de 5.5 m o mayor, entre la parte inferior del tablero y el punto más alto de la superficie del arroyo vial. De acuerdo con su ubicación y estructura de soporte, las señales elevadas son tipo:

*Bandera.* Cuando las señales se ubican en una orilla del arroyo vial y se integran por un tablero colocado a un solo lado del poste que las sostiene (SID-13).



Figura IV.3.2. Ejemplos de señal elevada (bandera)

*Bandera doble.* Cuando las señales se integran con dos tableros, uno a cada lado del poste que los sostiene, colocado entre los dos cuerpos del arroyo vial en una bifurcación o una salida, por lo que solo pueden ser señales decisivas informativas de destino (SID-14).



Figura IV.3.3. Ejemplos de señal elevada (bandera doble)

*Puente.* Cuando las señales se integran por uno o más tableros ubicados sobre el arroyo vial y colocados en una estructura apoyada en ambos lados del mismo (SID-15).



Figura IV.3.4. Ejemplos de señal elevada (puente)

Estas señales se colocan longitudinalmente según su función. Lateralmente se ubican de acuerdo a lo indicado en la Figura IV.3.1. Los postes de estas señales se colocaran a un lado del arroyo vial. En carreteras serán colocadas de modo que la orilla interior de sus postes quede a una distancia no menor de 50 cm ni mayor de 150 cm del hombro más próximo a ella. En vialidades urbanas, la distancia mínima entre la orilla interior del poste y la orilla interna de la guarnición más próxima al poste es de 30 cm. En las señales elevadas ubicadas en las isletas de canalización de los entronques, se evitara que sus postes invadan la corona de los enlaces.

En todos los casos estas señales se colocaran de tal manera que la parte inferior de los tableros quede a una altura mínima de 5.5 m respecto de la parte más alta del arroyo vial. Los postes de soporte siempre estarán en posición vertical y, con el propósito de mejorar la visibilidad nocturna de la señal, las caras de sus tableros se colocaran con un ángulo de inclinación hacia el frente de 5° y normales al eje longitudinal de la carretera o vialidad urbana.

Las estructuras de soporte para las señales elevadas dependen de su tipo, tamaño, ubicación y características del terreno para su cimentación, así como de las presiones y succiones debidas al viento a que están sujetas, por lo que en cada caso se elaborara un proyecto particular el cual incluye un estudio geotécnico del suelo de cimentación con el objeto de determinar la capacidad de carga del suelo, prevenir posibles asentamientos y deformaciones diferenciales, elegir el tipo de cimentación más favorable y recomendar el proceso de construcción más conveniente. Así como un diseño de la estructura de soporte de la señal el cual considere el peso propio y el peso propio más la carga de viento como combinaciones de carga.

#### **IV.3.1. Señales Preventivas (SP).**









Las señales preventivas forman parte de las señales bajas y están conformadas por 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 y su

naturaleza. Los usos de los diversos señalamientos preventivos así como las recomendaciones para su uso se listan en la siguiente tabla:

Tabla IV.3.1.1. Señalamiento vertical preventivo

CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SP-6		CURVA	Se utilizará para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea menor de 900.
SP-7		CODO	Se utilizará para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por deflexión sea igual o mayor a 900.
SP-8		CURVA INVERSA	Se utilizará para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección Contraria, y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión de cada una de ellas sea menor de 900.
SP-9		CODO INVERSO	Se utilizará para indicar la presencia de dos curvas consecutivas de dirección contraria, y cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea en cualquiera de las curvas igual o mayor a 900.
SP-10		CAMINO SINUSO	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.
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°. 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.
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.
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°.
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 que se tenga que hacer ALTO o CEDER EL PASO, con una línea 50% más angosta.
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		INCORPORACION DEL TRANSITO	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 simbolo mostrará si la confluencia es por el lado derecho o por el izquierdo.
SP-18		DOBLE CIRCULACION	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.

CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
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 por la izquierda.
SP-20		ESTRECHAMIENTO SIMETRICO	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 ASIMETRICO	Se utilizará para indicar una reducción asimétrica de la anchura del camino, ya sea disminuyendo el número de carriles o simplemente las dimensiones de la sección transversal.
SP-22		PUENTE MOVIL	Se usará para indicar la proximidad de un puente cuyo sistema de piso pueda 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 metros.
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.
SP-31		ALTO PROXIMO	Se utilizará para indicar la proximidad de una señal de alto, cuando ésta última no sea visible a una distancia suficiente para que el conductor pueda parar en el lugar mismo de la restricción.
SP-32		PEATONES	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.

CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
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 AGRICOLA	Se utilizará para indicar la proximidad de un tramo frecuentado por maquinaria agrícola o bien de un cruce destinado para la misma.
SP-37		SEMAFORO	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.
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 usará para indicar la proximidad de un tramo en el que existe grava suelta sobre la superficie de rodamiento.
SP-41		REDUCTOR DE VELOCIDAD	Se usará para indicar la proximidad de un dispositivo instalado sobre la superficie de rodamiento para controlar la velocidad de los vehículos.

*Forma de los tableros.* Con excepción de la señal “ESCOLARES” (SP-33), los tableros de las señales preventivas deben ser cuadrados, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con una diagonal en posición vertical y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm.

El tablero de la señal “ESCOLARES” (SP-33) debe ser pentagonal, con su lado mayor en posición horizontal, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, la esquina superior y las inferiores redondeadas y las esquinas intermedias sin redondear. El radio para redondear la esquina superior y las inferiores del pentágono, debe ser de 4 cm. El filete debe ser de 1 cm de ancho y debe contar con un radio interior para su curvatura de 2 cm para la esquina superior y las inferiores del pentágono.



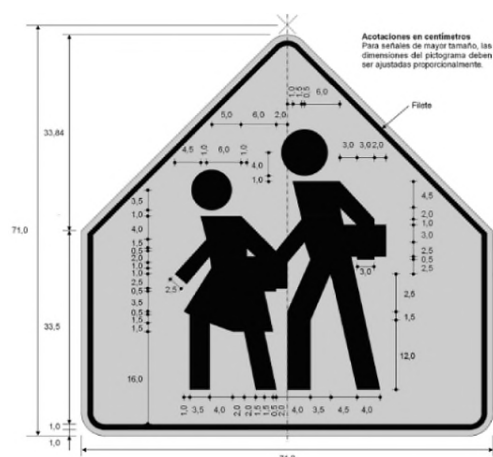


Figura IV.3.1.1. Señal preventiva SP-33 “Escolares” de 71 x 71 cm.

En el caso de que se utilicen señales preventivas con más de 117 × 117 cm, en lugar de la ceja perimetral doblada deberán contar con marcos o largueros que rigidicen sus tableros.

*Tableros adicionales.* Las señales preventivas que requieran información complementaria, además del símbolo, deben tener abajo un tablero adicional de forma rectangular, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. Los radios de las esquinas y filetes deben ser iguales a los del tablero principal. El tablero adicional puede tener, entre otras, la leyenda “PRINCIPIA”, o la distancia a la que se presenta la situación que se señala.

El tamaño de los tableros de las señales preventivas se debe determinar cómo se indica a continuación:

Tabla IV.3.1.2. Dimensiones del tablero de las señales preventivas

Dimensiones de la señal (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61	No deben usarse	Únicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias.
71 x 71	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Vialidades secundarias
86 x 86	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
117 x 117	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	Vías de circulación continua
Escolares 71 de ancho x 71 de alto	-	En todos los casos
Escolares 86 de ancho x 86 de alto	En todos los casos	-

Los tableros adicionales que pueden complementar las señales preventivas deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla IV.3.1.3.

Tabla IV.3.1.3. Dimensiones del tablero adicional de las señales preventivas

Dimensiones de la señal	Dimensiones del tablero adicional (cm)	
	1 renglón	2 renglones
61 x 61 <sup>1</sup>	25 x 85	40 x 85
71 x 71	30 x 100	50 x 100
71 x 71 <sup>2</sup>	25 x 71	40 x 71
86 x 86	35 x 122	61 x 122
86 x 86 <sup>2</sup>	35 x 86	61 x 86
117 x 117	35 x 152	61 x 152
150 x 150	35 x 212	61 x 212

<sup>1</sup> Únicamente cuando existan limitaciones de espacio para la colocación de las señales en vías secundarias.  
<sup>2</sup> Cuando se trate de señales preventivas SP-33 "Escolares".

*Ubicación.* Longitudinalmente, las señales preventivas se deben colocar antes de la zona de riesgo que se señala, a una distancia determinada en función de la velocidad, conforme con lo indicado en la Tabla IV.3.1.4. Esta distancia puede variar a juicio del proyectista en situaciones especiales para lograr las mejores condiciones de visibilidad.

Tabla IV.3.1.4. Ubicación longitudinal de las señales preventivas.

Vel <sup>1</sup> (km/h)	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Dist. (m)	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

<sup>1</sup> En carreteras nuevas se utilizará la velocidad de proyecto; cuando estén en operación, se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo. En vialidades urbanas se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

*Color.* Todos los colores que se utilicen en las señales preventivas, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. El color del fondo de las señales preventivas debe ser amarillo reflejante, con excepción de la señal "ESCOLARES" (SP-33), el cual debe ser verde limón fluorescente. El color para los símbolos, caracteres y filetes debe ser negro, a excepción del símbolo de "ALTO" en la señal de "ALTO PROXIMO" (SP-31), que debe ser rojo reflejante y el símbolo de la señal "TERMINA PAVIMENTO" (SP-27), que debe ser negro con blanco reflejante. El tablero adicional debe tener fondo amarillo reflejante, con letras y filetes negros, con excepción del tablero adicional para la señal "ESCOLARES" (SP-33), cuyo fondo debe ser verde limón fluorescente.

Tabla IV.3.1.5. Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilicen en señales verticales.

Color	Coordenadas cromáticas			Factor de iluminación para películas reflejantes (Y) %			
				Tipo A <sup>2</sup> (De alta intensidad)		Tipo B (De muy alta intensidad)	
				Para carreteras de dos carriles y vías secundarias		Para carreteras de cuatro o más carriles y vías primarias	
				Punto No.	x	y	mín
Blanco	1	0.300	0.286	27	-	40	-
	2	0.365	0.352				
	3	0.337	0.379				
	4	0.271	0.315				
Amarillo	1	0.497	0.410	15	45	24	45
	2	0.556	0.440				
	3	0.478	0.518				
	4	0.437	0.470				
Rojo	1	0.648	0.350	3	12	3	15
	2	0.735	0.264				
	3	0.629	0.280				
	4	0.565	0.345				
Verde	1	0.026	0.380	3	9	3	12
	2	0.166	0.345				
	3	0.286	0.427				
	4	0.207	0.752				
Azul	1	0.141	0.027	1	10	1	10
	2	0.245	0.202				
	3	0.191	0.247				
	4	0.066	0.208				
Verde limón fluorescente	1	0.387	0.610	-	-	60	-
	2	0.369	0.546				
	3	0.428	0.496				
	4	0.460	0.540				

Para carreteras de dos carriles con accesos controlados se podrán utilizar películas reflejantes Tipo B

Tabla IV.3.1.6. Coeficientes mínimos de reflexión inicial para películas reflejantes

Color	Ángulo de observación <sup>2</sup> (°)	Tipo A <sup>1</sup> (De alta intensidad)		Tipo B (De muy alta intensidad)	
		Para carreteras de dos carriles y vías secundarias		Para carreteras de cuatro o más carriles y vías primarias	
		Ángulo de entrada <sup>3</sup> (°)			
		-4	30	-4	30
Coeficiente de reflexión (cd/lux)/m <sup>2</sup>					
Blanco	0.2	250	150	380	215
	0.5	95	65	240	135
	1	-	-	80	45
Amarillo	0.2	170	100	285	162
	0.5	62	45	180	100
	1	-	-	60	34
Naranja	0.2	100	60	145	82
	0.5	30	25	90	50
	1	-	-	30	17
Rojo	0.2	45	25	76	43
	0.5	15	10	48	27
	1	-	-	16	9
Verde	0.2	45	25	38	22
	0.5	15	10	24	14
	1	-	-	8	4.5
Azul	0.2	20	11	17	10
	0.5	7.5	5	11	6
	1	-	-	3.6	2
Verde limón fluorescente	0.2	290	135	300	170
	0.5	120	55	190	110
	1	-	-	64	36

<sup>1</sup> Para carreteras de dos carriles con accesos controlados se podrán utilizar películas reflejantes tipo B.

<sup>2</sup> Ángulo relativo que existe entre el haz de luz incidente de una fuente luminosa y el haz de luz reflejado al centro del receptor. Mientras menor sea el ángulo de observación, mayor será la intensidad luminosa o reflexión.

<sup>3</sup> Ángulo formado entre un haz de luz incidente y una perpendicular imaginaria a la superficie del elemento reflejante. Mientras menor sea el ángulo de entrada, mayor será la intensidad luminosa o reflexión.

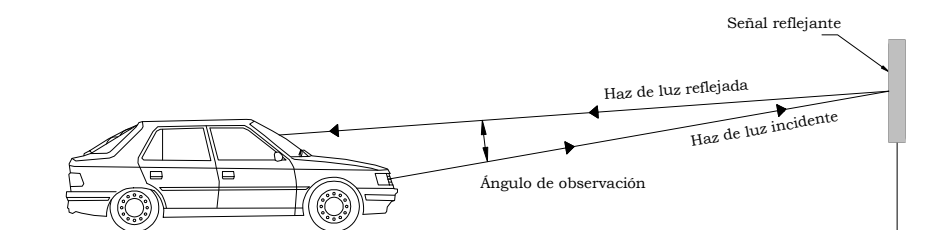


Figura IV.3.1.2. Ángulo de observación

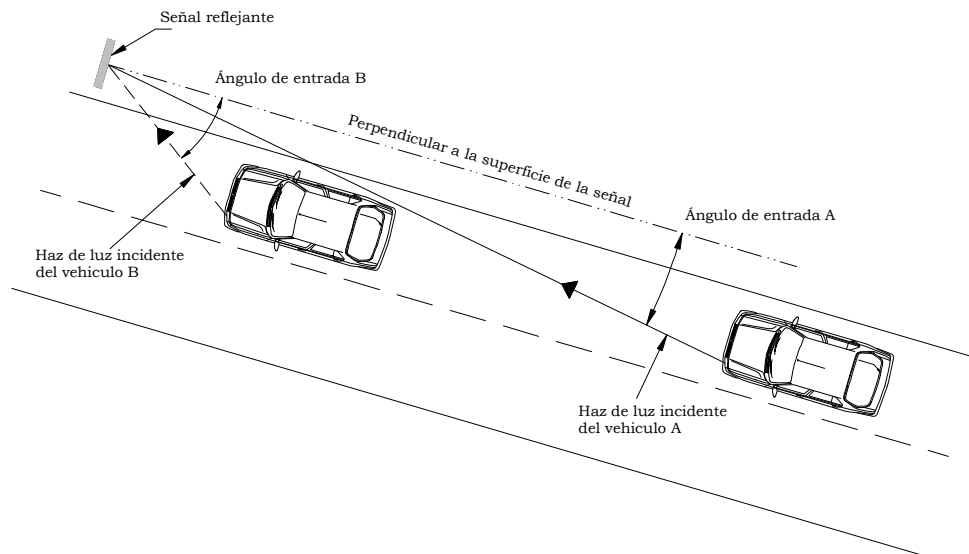


Figura IV.3.1.3. Ángulo de entrada

El principio de la retroreflexión se basa en la capacidad de un objeto o superficie retrorreflektante de devolver la luz incidente procedente de una fuente, como los faros de un vehículo, en la misma dirección de la fuente.

La luminancia de la señal (cuánto brilla) depende de la intensidad de la luz que incide en ella y del material del que está fabricada. La manera en que refleja la luz el material, es muy importante para la conducción nocturna.

Las Películas reflejantes son elementos plásticos flexibles y autoadheribles que tienen la capacidad de reflejar la luz que incide sobre ellos predominantemente en dirección a la fuente luminosa, como se ejemplifica en las Figuras IV.3.1.4 y IV.3.1.5. Son empleadas en las carreteras y vialidades urbanas como parte integral del señalamiento vertical y en algunos elementos del señalamiento horizontal. Según su composición y propiedades ópticas se clasifican en:

*Película Reflejante Tipo A.* Conocida como de Alta Intensidad, es una película reflejante con microesferas de vidrio o con microprismas sintéticos, generalmente se emplea en carreteras de dos carriles y en vías secundarias de zonas urbanas.

*Película Reflejante Tipo B.* Conocida como de Muy Alta Intensidad, es una película reflejante con microprismas sintéticos, generalmente se emplea en carreteras de cuatro o más carriles y en vías primarias de zonas urbanas.

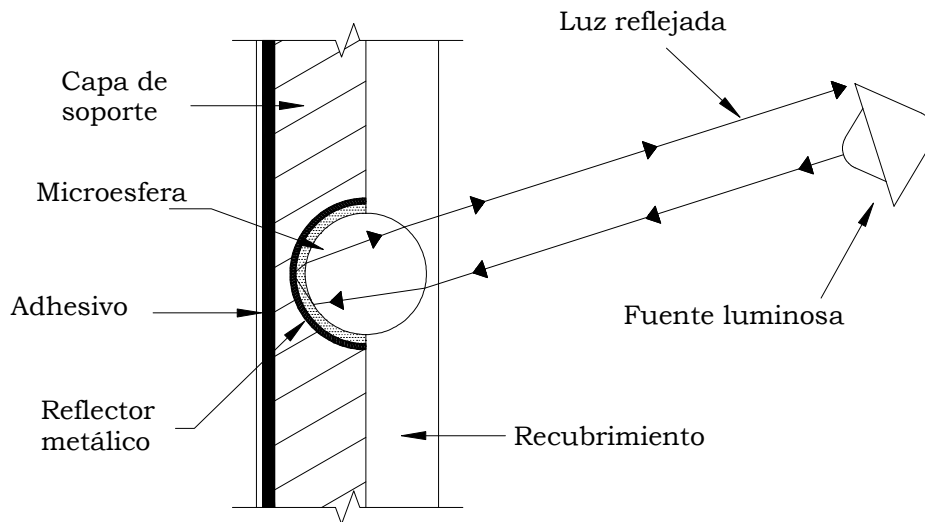


Figura IV.3.1.4. Fenómeno de reflexión en una película reflectante con microesferas.

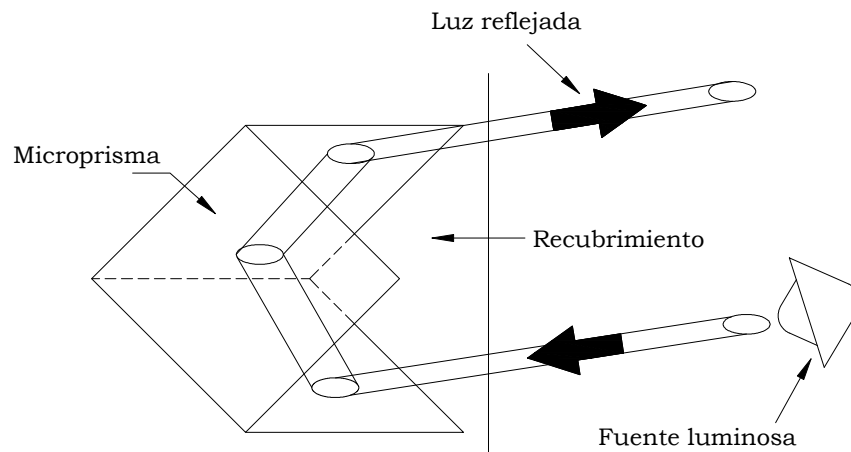


Figura IV.3.1.5. Fenómeno de reflexión en una película reflectante con microprismas.

*Estructura de soporte.* Las señales preventivas se deben fijar en postes y marcos, según su tamaño y ubicación lateral, como se indica en la Figura IV.3.1 para señales bajas y en las Tablas IV.3.2 y IV.3.3.

### IV.3.2. Señales Restrictivas (SR).

Las señales restrictivas generalmente son señales bajas que se fijan en postes y marcos, y en algunos casos pueden ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente, están conformadas por tableros fijados en postes con símbolos y/o leyendas, que tienen por objeto indicar al usuario conductor tanto en zona rural como urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.






Los diversos señalamientos restrictivos así como las recomendaciones para su uso se listan en la siguiente tabla:

Tabla No. IV.3.2.1 Señalamiento vertical restrictivo

CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SR-6		ALTO	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 férrea. 4. En intersecciones urbanas en donde la posibilidad de accidentes haga necesario el uso de esta señal.
SR-7		CEDA EL PASO	Esta señal indica 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.
SR-8		INSPECCION	Se utilizará para indicar a determinados conductores que deberán detenerse en el lugar para revisión por parte de las autoridades correspondientes.
SR-9		VELOCIDAD	Se utilizará para indicar el límite máximo de la velocidad que se fije en el tramo de la carretera o vía urbana.
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.
SR-11		CIRCULACION	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.
SR-11-A		CIRCULACION	Se usará al inicio de una faja separadora central de un camino dividido para indicar la obligación del 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.
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 CIRCULACION	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.

CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
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.
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.
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 superficie de rodamiento.
SR-18		PROHIBIDO REBASAR	Se empleará para indicar los tramos en que no se permite rebasar a otro vehículo.
SR-19		PARADA CONTINUA	Se utilizará en aquellos lugares donde esté prohibido el ascenso y descenso de pasajeros.
SR-20		NO PARAR	Se utilizará en aquellos lugares donde no se permita el estacionamiento ni la detención momentánea de vehículos sobre la superficie de rodamiento.
SR-21		ESTACIONAMIENTO PERMITIDO EN CORTO PERIODO	Se empleará en aquellos sitios donde sea necesario obtener una mayor utilización del espacio para estacionamiento disponible.
SR-22		PROHIBIDO ESTACIONARSE	Se utilizará en aquellos lugares donde este prohibido el estacionamiento de vehículos.
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 permite la vuelta a la izquierda, ya sea por tratarse de una circulación en sentido contrario o, en casos específicos, para no interferir con 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 las que no se permita el tránsito de frente, principalmente por el cambio en el sentido de circulación.
SR-27		PROHIBIDO EL PASO A BICICLETAS	Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dichos vehículos en determinado tramo de la carretera o calle.
SR-28		PROHIBIDO EL PASO A VEHICULOS DE TRACCION ANIMAL	Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dichos vehículos sobre la carretera.
SR-29		PROHIBIDO EL PASO DE MAQUINARIA AGRICOLA	Se usará para indicar que se prohíbe la circulación de dicha maquinaria sobre la carretera.



CLAVE		NOMBRE	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SR-30		PROHIBIDO EL PASO A BICICLETAS	Se usará en aquellos caminos o calles donde se prohíba la circulación de este tipo de vehículos.
SR-31		PROHIBIDO EL PASO A 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 A VEHICULOS PESADOS	Se empleará al principio de rutas en la que no se permita el paso de vehículos pesados.
SR-33		PROHIBIDO EL USO DE SEÑALES ACUSTICAS	Se utilizará para indicar a los usuarios la prohibición de sonar la bocina, excepto para prevenir un accidente.
SR-34		USO OBLIGATORIO DEL CINTURON DE SEGURIDAD	Se instalará a lo largo de los caminos, para indicar la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad.

*Forma de los tableros.* Tableros de las señales. Los tableros de las señales restrictivas deben ser cuadrados, con dos de sus lados en posición horizontal y las esquinas redondeadas, exceptuando los de las señales de “ALTO” (SR6) y “CEDA EL PASO” (SR-7). El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de un 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm. El tablero de la señal de “ALTO” debe ser de forma octagonal, con dos de sus lados en posición horizontal, con las esquinas sin redondear y con un filete de 1 cm de ancho a 1 cm de la orilla del tablero. El tablero de la señal de “CEDA EL PASO” debe ser de forma triangular con los tres lados iguales, con un vértice hacia abajo y las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 5 cm, con un contorno de 6 cm.

*Tableros adicionales.* Las señales restrictivas que requieran información complementaria, deben tener abajo un tablero adicional de forma rectangular, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. Los radios de las esquinas y los filetes deben ser iguales a los del tablero principal. El tablero adicional podrá tener, entre otras, las leyendas “ADUANA” o “SALIDA”.

*Tamaño.* Los tableros de las señales restrictivas, ya sean con ceja perimetral doblada o sin ella, deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla IV.3.2.2. Los tableros adicionales que pueden complementar las señales restrictivas, deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla IV.3.2.3.

Tabla IV.3.2.2. Dimensiones del tablero de las señales restrictivas.

Dimensiones del tablero (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61	No deben usarse	Únicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias
71 x 71	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo hasta de 6.5 m	Vías secundarias
86 x 86	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m <sup>2</sup>	Arterias principales
117 x 117	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación <sup>2</sup>	Vías de circulación continua
Alto 30 por lado	En todos los casos	
Ceda el paso 85 por lado	En todos los casos	
Sentido de circulación 20 x 61 <sup>1</sup>	En zona urbana	
Sentido de circulación 30 x 91	En zona rural	

<sup>1</sup> Esta señal no requiere ceja perimetral doblada.  
<sup>2</sup> Para carreteras de un carril por sentido de circulación y accesos controlados, se podrán utilizar señales de 117 x 117 cm y para carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación, con accesos controlados, se podrán utilizar señales de 150 x 150 cm.

Tabla IV.3.2.3. Dimensiones del tablero adicional de las señales restrictivas

Dimensiones de la señal	Dimensiones del tablero adicional (cm)	
	1 renglón	2 renglones
61 x 61 <sup>1</sup>	25 x 61	40 x 61
71 x 71	30 x 71	50 x 71
86 x 86	35 x 85	61 x 85
117 x 117	35 x 117	61 x 117
150 x 150	35 x 150	61 x 150

<sup>1</sup> Únicamente cuando existan limitaciones de espacio para la colocación de las señales en vías secundarias.

*Ubicación.* Longitudinalmente, las señales restrictivas se deben colocar en el lugar mismo donde existe la prohibición o restricción, eliminando cualquier objeto que pudiera obstruir su visibilidad. Lateralmente se deben colocar como señales bajas, según lo indicado en la Figura IV.3.1, a menos que, previa aprobación de la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana, se coloquen como elevadas en una estructura existente.

*Color.* Todos los colores que se utilicen en las señales restrictivas, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se

utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. A excepción de las señales de “ALTO” (SR-6), “CEDA EL PASO” (SR-7) y “SENTIDO DE CIRCULACION” (SIG-11), el color del fondo de las señales restrictivas debe ser blanco reflejante, los anillos y las franjas diametrales rojo reflejante, y los símbolos, caracteres y filetes negros. El fondo de la señal de “ALTO” debe ser rojo con letras y filete blancos, ambos reflejantes.

El fondo de la señal de “CEDA EL PASO” debe ser blanco reflejante, el contorno rojo reflejante y la leyenda negra. El fondo de la señal de “SENTIDO DE CIRCULACION”, debe ser negro y la flecha blanca reflejante, con la forma y dimensiones que se establecen en el inciso SIG-11 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. El tablero adicional debe tener fondo blanco reflejante, con letras y filete negros. Los colores blanco y rojo deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5.

*Estructura de soporte.* Las señales restrictivas (SR) se deben fijar en postes y marcos, según su tamaño y ubicación lateral, como se indica en la Figura IV.3.1 para señales bajas y en las Tablas IV.3.2 y IV.3.3, a menos que, previa aprobación de la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana, se coloquen como elevadas en una estructura existente.








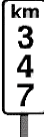
### IV.3.3. Señales Informativas (SI).

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

#### IV.3.3.1. Señales informativas de identificación (SII).

Son señales bajas que pueden ser de Nomenclatura cuando se usan para identificar las vialidades urbanas según su nombre, de Ruta cuando se usan para identificar carreteras según su tipo y número de ruta y de Distancia en kilómetros cuando se usan para ubicar al usuario dentro de la carretera.

Tabla IV.3.3.1.1. Señales informativas de identificación (SII)

CLAVE		TIPO	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SII-6		NOMENCLATURA DE CALLES	Se usarán para identificar las calles según su nombre (nomenclatura). Y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.
SII-7		ESCUDO DE CARRETERA FEDERAL	Se usarán para identificar las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.
SII-8		ESCUDO DE CARRETERA FEDERAL DIRECTA DE CUOTA	Se usarán para identificar las carreteras directas de cuota según su número de ruta y/o kilometraje.
SII-9		ESCUDO DE CARRETERA ESTATAL	Se usarán para identificar las carreteras estatales según su número de ruta y/o kilometraje, indicando la abreviatura del nombre del estado.
SII-10		ESCUDO DE CAMINO RURAL	Se usarán para identificar los caminos rurales según su número de ruta y/o kilometraje.
SII-11		FLECHAS DE FRENTE, HORIZONTAL Y DIAGONAL	Esta señal se usará únicamente en conjunto con los escudos para indicar la dirección en que continua la ruta identificada. Se colocará inmediatamente abajo de las señales de ruta y se utilizará primordialmente en las intersecciones urbanas para guiar a los conductores de las carreteras en su paso por las poblaciones.
SII-12			
SII-13			
SII-14		RUTA	Se usará para identificar las carreteras según su número de ruta y kilometraje.
SII-15		DISTANCIA	Se utilizará para identificar el kilometraje de la carretera.

*Forma de los tableros.* La forma de los tableros, según su uso, debe ser como se indica a continuación:

**Señales de nomenclatura SII-6.** Los tableros de éstas deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición horizontal, sin ceja, con las esquinas redondeadas y tener la leyenda en ambas caras. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm con radio interior para su curvatura de 2 cm. El filete se debe suspender en su parte inferior cuando la señal lleve alguna información complementaria, como colonia, delegación, o código postal. Siempre que la vialidad que identifica la señal de nomenclatura sea de un solo sentido, se debe complementar con una señal restrictiva de "SENTIDO DE CIRCULACION" (SIG-11).

**Señales de ruta SII-7, SII-8, SII-9 y SII-10.** Deben ser rectangulares, sin ceja y con un margen de 1 cm entre el contorno del escudo y la orilla del tablero. El escudo puede ser de tres formas diferentes, según se trate de una carretera federal, estatal o camino rural, como se indica en los incisos SII-7 al SII-10 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Los escudos deben estar complementados con flechas de las formas y dimensiones establecidas en los incisos SII-11 al SII-13 del mismo Manual, que indiquen al usuario la trayectoria que sigue la carretera en su paso por las poblaciones, pintados o colocados sobre un tablero rectangular con su mayor dimensión en posición horizontal, sin ceja y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm.

**Señales de distancia en kilómetros SII-14 y SII-15.** Los tableros de estas señales deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical, sin ceja y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el contorno de 2 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm, con la forma definida en los incisos SII-14 y SII-15 del Manual indicado anteriormente, según sea el caso. Para las distancias que sean múltiplos de 5 km, las señales deben mostrar en la parte superior un escudo de ruta de 40 x 30 cm, en el caso de carreteras federales y estatales. Para las demás distancias, la señal debe ser sin escudo, al igual que en los caminos rurales.

*Tamaño de los tableros.* El tamaño de los tableros de las señales informativas de identificación se debe determinar como se indica a continuación:

*Señales de nomenclatura.* Los tableros de las señales de nomenclatura deben estar formados por una placa de 20 x 91 cm en todos los casos.

*Señales de ruta.* Las dimensiones de los tableros de los escudos para las señales de ruta deben ser de 60 x 45 cm para el caso de carreteras federales o estatales, y de 60 x 62.2 cm para el caso de caminos rurales.

Los tableros para las flechas complementarias deben ser en todos los casos de 36 x 45 cm.

*Señales de distancia en kilómetros.* Los tableros de las señales de distancia en kilómetros con escudo deben ser de 120 x 30 cm y los tableros de las señales sin escudo deben ser de 76 x 30 cm.

*Ubicación.* La ubicación longitudinal de las señales informativas de identificación, según su función, debe cumplir con lo que se indica a continuación y lateralmente se deben colocar como señales bajas, según lo indicado en la Figura IV.3.1.

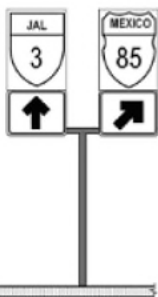
*Señales de nomenclatura.* Se deben fijar en postes colocados sobre la banqueta en el lugar más visible de las esquinas de las vialidades, como se muestra en la Figura IV.3.3.1.1, usando soportes especiales que permitan la legibilidad de ambas caras de los tableros. Cuando sea necesario colocar señales de sentido de circulación, éstas se deben fijar en el mismo poste de las señales de nomenclatura, como se muestra en dicha figura.



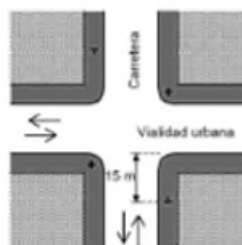
Colocación de las señales de nomenclatura complementadas con flechas de sentido de circulación.



Colocación de las señales de ruta



Colocación de las señales de ruta en conjunto



Ubicación de las señales de nomenclatura y de ruta

Figura IV.3.3.1.1. Colocación y ubicación de señales de nomenclatura y ruta en zonas urbanas.

*Señales de ruta.* En zonas urbanas por las que cruza una carretera, las señales de ruta se deben colocar a intervalos deseables de 200 m, en los lugares más visibles para el conductor y siempre en aquellos sitios donde la ruta cambie de dirección o en la intersección de dos rutas diferentes, como se muestra en la Figura IV.3.3.1.1.

*Señales de distancia en kilómetros.* En carreteras de dos carriles, las señales de distancia en kilómetros con escudo deben ser colocadas a cada 5 km y a cada kilómetro las señales sin escudo. En ambos casos deben estar alternadas, colocando los tableros con números nones a la derecha y los pares a la izquierda, en el sentido del cadenamiento, orientadas hacia el sentido de circulación que corresponda al lado en el que se coloquen. Al inicio de un tramo con nuevo cadenamiento, se debe colocar la señal de distancia en kilómetros con escudo correspondiente al kilómetro cero, del lado derecho de la vialidad en el sentido del cadenamiento.

Para las carreteras de cuatro o más carriles para ambos sentidos de circulación, para cada sentido de circulación, las señales de distancia en kilómetros con escudo deben estar a cada 5 km y los tableros sin escudo a cada kilómetro.

*Color.* El color del fondo de las señales informativas de identificación debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. El color para los caracteres, flechas, contornos y filetes debe ser negro.

#### **IV.3.3.2. Señales informativas de destino (SID).**

Se usan para informar el nombre y la dirección de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo del recorrido, de manera que su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta deseada según su destino. Se deben emplear de forma secuencial, para permitir que el usuario prepare con la debida anticipación su maniobra en la intersección, la ejecute en el lugar debido y confirme la correcta selección de la ruta, por lo que pueden ser:

- *Previas:* Son señales bajas o elevadas que se colocan antes de la intersección con el propósito de que el usuario conozca los destinos y prepare las maniobras necesarias para tomar la ruta deseada.
- *Diagramáticas:* Son señales bajas o elevadas que se pueden utilizar en carreteras de cuatro o más carriles para ambos sentidos de circulación, vías de circulación continua y arterias principales, para indicar al usuario, además de los destinos, la ubicación de los puntos de decisión en una intersección y son siempre bajas cuando se usan en vialidades urbanas, para indicar en la intersección los movimientos indirectos de vuelta izquierda.
- *Decisivas:* Son señales bajas o elevadas que se colocan en los sitios de la intersección, donde el usuario debe tomar la ruta deseada.
- *Confirmativas:* Son señales bajas que se colocan después de la intersección o a la salida de una población para confirmar al usuario que ha tomado la ruta deseada, indicándole la distancia por recorrer.

Tabla IV.3.3.2.1. Señales informativas de destino (SID)

CLAVE		TIPO	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SID-8		DECISIVA	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.
SID-9		DECISIVA	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		DECISIVA	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.
SID-11		CONFIRMATIVA	Se usarán para indicar a los usuarios, después de su paso por una intersección o población, el nombre y la distancia por recorrer a las próximas poblaciones, además de confirmar la ruta seleccionada.
SID-12		DIAGRAMATICA	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 las trayectorias a seguir en el entronque.
SID-13		DECISIVA	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.
SID-14		DECISIVA	Se utilizarán 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 formas.
SID-15		PREVIA	Se utilizarán en 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 carriles.

*Forma de los tableros.* Deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas de las señales bajas debe ser de 4 cm y 8 cm para las elevadas, quedando el filete de 1 cm y 2 cm de ancho para las elevadas con radio interior para su curvatura de 2 cm y 4 cm para las elevadas.

*Tamaño de los tableros.* El tamaño de los tableros de las señales informativas de destino se debe determinar en función de su tipo, como se indica a continuación:

La altura de los tableros de las señales informativas de destino bajas, se debe determinar conforme a lo establecido en la Tabla IV.3.3.2.2. La longitud de los



tableros se debe definir en función del número de letras que contenga la leyenda. Para señales de dos o más renglones o para conjuntos de dos o más tableros colocados en el mismo soporte, la longitud de los mismos debe ser la que resulte con el destino que contenga el mayor número de letras. Para determinar la longitud de los tableros con base en la altura de las letras mayúsculas y los elementos contenidos en la señal, se debe tomar como guía la tabla 3.C del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el caso de carreteras, y la tabla T2.i del Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Áreas Urbanas y Suburbanas del Gobierno del Distrito Federal, en el caso de vialidades urbanas.

En las señales de destino diagramáticas bajas, el tamaño de los tableros que se coloquen a un lado de la vialidad, debe ser de 2.44 m de alto por 3.66 m de base. Los tableros para las señales diagramáticas en zona urbana que indiquen los movimientos indirectos de vuelta izquierda deben ser de 1 × 1.5 m.

Tabla IV.3.3.2.2. Altura del tablero de las señales informativas de destino bajas.

Altura del tablero por renglón (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
30	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
40	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
56	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación.	Vías de circulación continua

La altura de los tableros de las señales informativas de destino elevadas, se debe seleccionar conforme a lo establecido en la Tabla IV.3.3.2.3. Si la señal se integra por más de un tablero y al menos uno de ellos lleva dos o tres renglones, la altura de todos los tableros debe ser la misma, dimensionada con base en el tablero de dos o tres renglones. La leyenda de los tableros de un renglón debe tener la misma altura de la letra utilizada en el tablero de dos o tres renglones y se coloca centrada verticalmente en el tablero.

La longitud de los tableros se debe definir en función del número de letras que contenga la leyenda. Cuando la señal se integra por más de un tablero, la longitud de cada uno puede ser diferente, dependiendo del número de letras de cada leyenda, tomando como guía la tabla 3.E del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Cuando la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana apruebe la colocación de una señal informativa de destino diagramática elevada, su tamaño debe ser el que indique dicha Autoridad, sin embargo, en ningún caso el tablero podrá tener más de 3.66 m de altura por 6.1 m de base.

Tabla IV.3.3.2.3. Altura del tablero de las señales informativas de destino elevadas.

Número de renglones	Altura del tablero (cm)	Uso	
		Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
1	61	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
1	91		
2	122		
3	183		
1	76	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
2	122		
3	183		
1	76	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación.	Vías de circulación continua
1	122		
2	152		
3	183		

*Ubicación.* La ubicación longitudinal de las señales informativas de destino, según su función, debe cumplir con lo que se indica a continuación; y lateralmente se deben colocar como señales bajas o elevadas, según sea el caso, de acuerdo con lo indicado en la Figura IV.3.1.

- **Señales previas.** Estas señales se deben colocar antes de la intersección, a una distancia que dependerá de las condiciones geométricas y topográficas de las vialidades que se interceptan, así como de las velocidades de operación y de la presencia de otras señales con las que no debe interferir; sin embargo, en carreteras, las señales no deben estar a menos de 125 m de la intersección o de 200 m cuando sean elevadas en puente. En carreteras de dos carriles, las señales previas pueden ser bajas o elevadas a criterio del proyectista, tomando en cuenta la velocidad de operación, el volumen del tránsito y el tipo de intersección. Cuando la carretera o vialidad principal sea de cuatro o más carriles por sentido de circulación, es recomendable colocar una señal elevada de puente previa adicional, a una distancia de 500 a 1,000 m de la intersección, indicando el carril para cada destino.
- **Señales diagramáticas.** Se deben colocar como señales previas antes de un retorno o de una intersección a nivel o a desnivel, que lo justifique por su complejidad, a una distancia no menor de 200 m antes del retorno o la intersección. Cuando la vialidad principal sea de cuatro o más carriles, como complemento a esta señal, se debe colocar una señal elevada en puente previa adicional, a una distancia de 500 a 1,000 m del retorno o intersección, indicando el carril para cada destino. Las señales diagramáticas que indiquen los movimientos indirectos de vuelta izquierda se deben colocar antes de la intersección a una distancia tal que, a juicio del proyectista, permitan al usuario preparar las maniobras necesarias para tomar la ruta deseada.
- **Señales decisivas.** Estas señales se deben colocar en el sitio de la intersección, donde el usuario deba tomar la ruta deseada. En carreteras de dos carriles, las señales pueden ser bajas o elevadas a criterio del proyectista,

tomando en cuenta la velocidad de operación, el volumen de tránsito y el tipo de intersección.

- Señales confirmativas. Estas señales se deben colocar después de una intersección en carreteras o a la salida de una población, a una distancia tal, que no exista el efecto de los movimientos direccionales ni la influencia de tránsito urbano, pero en ningún caso a una distancia menor de 100 m.

*Contenido.* En las señales informativas de destino se deben incluir los nombres de los destinos y en su caso, las flechas que indiquen las direcciones a seguir, los escudos de las rutas correspondientes y las distancias en kilómetros por recorrer. En el caso especial que la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana apruebe la colocación de señales informativas de destino turístico o de servicios bajas, dichas señales contendrán los mismos elementos aquí mencionados, exceptuando el escudo de ruta, el cual se sustituye, en su caso, por la señal turística o de servicios correspondiente. Para la separación y distribución de los elementos de las señales, se debe tomar en cuenta lo indicado en las tablas 3.C y 3.E del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Si el proyectista lo considera necesario, los espacios pueden variar para una mejor distribución, siempre y cuando la señal no pierda su presentación y no se alteren las dimensiones del tablero. Conforme a la geometría de la intersección, en las señales previas y decisivas, el escudo y la flecha del movimiento que sigue de frente pueden colocarse a la izquierda o derecha del tablero, de tal manera que proporcione a los usuarios, la indicación más clara de la dirección a seguir y que queden alternados con los escudos y flechas de los demás destinos. La flecha y escudo del destino hacia la izquierda se colocan a la izquierda del tablero o a la derecha cuando el destino sea hacia ese lado. En las señales confirmativas, el escudo de ruta se debe colocar siempre a la izquierda del tablero.

*Leyenda.* En las señales bajas se debe indicar un destino por renglón, y en ningún caso más de tres destinos por conjunto o tablero, con excepción de las señales diagramáticas en zona urbana que indican movimientos indirectos de vuelta izquierda, que no deben tener leyenda alguna. En las señales diagramáticas en carreteras y en vías de circulación continua, se puede colocar un máximo de dos destinos, además del destino principal, indicando en el tablero las salidas en la intersección para los diferentes destinos, por medio de flechas alargadas, así como los escudos de ruta. En las señales elevadas se debe indicar un destino por renglón y un máximo de tres destinos por tablero. En señales elevadas en puente se debe colocar sólo un tablero por carril.

Si la señal indica el acceso a un poblado o sitio de interés, la leyenda debe incluir la distancia por recorrer en kilómetros. En el caso de señales previas y confirmativas, los nombres de los destinos deben corresponder a los de las poblaciones o lugares más cercanos a la intersección donde empiece o termine la carretera. Cuando se trate de señales confirmativas, deben indicar la distancia por recorrer en kilómetros y el nombre del mismo destino que aparece en la señal decisiva y, en su caso, los nombres de hasta dos poblaciones o sitios intermedios de cierta importancia, con las distancias en kilómetros por recorrer correspondientes.

*Flechas.* Las flechas para indicar en las señales las direcciones a seguir, ya sean horizontales, verticales o inclinadas, deben tener una longitud de 1.5 veces la altura de las letras mayúsculas del destino correspondiente. Su forma y dimensiones deben ser las establecidas en la figura 3.3 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.

*Escudos.* Los escudos de las rutas correspondientes a cada destino, deben tener la altura que se establece en las tablas 3.B y 3.D del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Sus dimensiones y geometría deben ser las indicadas en los incisos SII-7 a SII-10 del mismo Manual, según se trate de carreteras federales, estatales o rurales. Las señales diagramáticas para arterias principales, que indiquen movimientos indirectos de vuelta izquierda, no deben tener escudo alguno. En las señales diagramáticas en carreteras y vías de circulación continua, en su caso, los escudos deben ser de 60 cm de altura.



*Color.* Todos los colores que se utilicen en las señales informativas de destino, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. El color del fondo de las señales debe ser verde reflejante, excepto cuando se trate de señales informativas de destino turístico o de servicios, en las que debe ser azul reflejante los símbolos, caracteres y filetes deben ser blanco reflejante. Los escudos y las señales diagramáticas que indiquen movimientos indirectos de vuelta izquierda, deben tener el fondo blanco reflejante, con los caracteres, símbolos, contornos y filetes negros. En su caso, las señales turísticas o de servicios, que se incluyan en las señales informativas de destino turístico o de servicios, deben tener el fondo azul reflejante, con pictogramas, caracteres y filetes blanco reflejante, y en las señales "AUXILIO TURISTICO" (SIS-4) y "MEDICO" (SIS-17), la cruz debe ser rojo reflejante.

*Iluminación.* Cuando prevalezcan condiciones atmosféricas adversas, al menos las señales elevadas y diagramáticas en carreteras se deben iluminar artificialmente, a través de una fuente de luz montada al frente y sobre la señal, tratando de que la iluminación sea uniforme. No se debe usar otro tipo de iluminación artificial que pueda deslumbrar o confundir a los usuarios que transiten en el sentido opuesto.

### IV.3.3.3. Señales informativas de recomendación (SIR).

Son señales bajas que se utilizan para recordar al usuario disposiciones o recomendaciones de seguridad que debe observar durante su recorrido.

Tabla IV.3.3.3.1. Señales informativas de recomendación (SIR)

CLAVE		TIPO	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SIR		RECOMENDACION	Se utilizará para medio de una leyenda, las diferentes disposiciones o recomendaciones para los usuarios de las calles y 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.
SIR		RECOMENDACION	La señal SIR "CRUCE DE FERROCARRIL" se usa para indicar el sitio donde se inicia el cruce a nivel con una vía férrea.

*Forma de los tableros.* La forma de los tableros, según su uso, debe ser como se indica a continuación:

Tableros de las señales. Deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho, con radio interior para su curvatura de 2 cm.

Tableros adicionales. Las señales informativas de recomendación que requieran información complementaria, deben tener abajo un tablero adicional de forma rectangular, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. Los radios de las esquinas y filetes deben ser iguales a los del tablero principal. El tablero adicional puede tener, entre otras, las leyendas "PRINCIPIA", "TERMINA", o la longitud en que se presenta la situación que se señala.

*Tamaño de los tableros.* La altura de los tableros de las SIR se debe ajustar a lo indicado en la Tabla IV.3.3.3.2. La longitud del tablero se debe definir en función del número de letras que contenga la leyenda.

Tabla IV.3.3.3.2. Altura del tablero de las SIR

No. de renglones	Altura del tablero de la señal (cm)	Altura del tablero adicional (cm)	Uso	
			Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
1 2	30 56	30	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vía secundaria
1 2	40 71	40	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
1 2	56 86	56	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	Vías de circulación continua

Para determinar la longitud de los tableros con base en la altura de las letras mayúsculas y números contenidos en la señal, se debe tomar como guía la tabla 3.G del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT. La longitud de los tableros adicionales para las señales informativas de recomendación, debe ser como máximo, igual a dos tercios de la longitud del tablero principal.

*Ubicación.* Longitudinalmente, las señales informativas de recomendación se deben colocar en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la observancia de la disposición o recomendación que se trate. En ningún caso deben interferir con cualesquiera de los otros tipos de señales y de preferencia se deben colocar en tramos donde no existan aquéllas. No hay un límite sobre las disposiciones o recomendaciones al usuario, sin embargo, se debe restringir el número de señales y evitar la diversidad en dimensiones. Debiéndose colocar como señales bajas, de acuerdo con lo indicado en la Figura IV.3.1.

*Contenido.* En las SIR se debe indicar, por medio de leyendas, las disposiciones o recomendaciones de seguridad que deben observar los usuarios de las vialidades. Algunas señales requieren información complementaria que se debe indicar en tableros adicionales. Para la separación y distribución de los elementos dentro de las señales informativas de recomendación, se debe tomar en cuenta lo indicado en la tabla 3.G del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT, al igual que para los tableros adicionales considerándolos como si se tratara de un tablero principal. Las leyendas deben tener no más de cuatro palabras o números por renglón y en ningún caso más de dos renglones. Los tableros adicionales deben tener un solo renglón.

*Color.* El color del fondo de las SIR debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. Los caracteres y filetes deben ser negros.

#### **IV.3.3.4. Señales de información general (SIG).**

Son señales bajas que se utilizan en carreteras 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 elementos de control, como casetas de cobro y puntos de inspección, entre otras.

Tabla IV.3.3.4.1. Señales de información general (SIG)

CLAVE		TIPO	RECOMENDACIÓN PARA SU USO
SIG-7		GENERAL	Se utilizará para indicar a los usuarios el nombre del poblado o lugar de interés al cual están llegando.
SIG-8		GENERAL	Se utilizará para informar a los usuarios el nombre de obras importantes por las que cruza la calle o carretera, tales como puentes, vados, canales, túneles, etc.
SIG-9		GENERAL	Se utilizará en aquellos puntos de las calles o carreteras donde se cruce un límite político, ya sea de estados, municipios, delegaciones, sectores o colonias.
SIG-10		GENERAL	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.
SIG-11		GENERAL	Su 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.

*Forma de los tableros.* Los tableros de las señales de información general deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm.

*Tamaño de los tableros.* La altura de los tableros de las señales se debe ajustar a lo correspondiente en la Tabla IV.3.3.4.2. La longitud del tablero se debe definir en función del número de letras que contenga la leyenda. Para determinar la longitud de los tableros con base en la altura de las letras mayúsculas y números contenidos en la señal, se debe tomar como guía la tabla 3.I del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.

Tabla IV.3.3.4.2. Altura del tablero de las SIG

No. de renglones	Altura del tablero de la señal (cm)	Uso	
		Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
1 2	30 56	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vía secundaria
1 2	40 71	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
1 2	56 86	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación	Vías de circulación continua

*Ubicación.* Longitudinalmente, las señales de información general se colocan, en la medida de lo posible, en el punto al que se refiera la información de la leyenda o al principio del sitio que se desea anunciar. En ningún caso deben interferir con cualquiera de los otros tipos de señales. Además de las señales que indiquen un punto de control, se deben colocar señales previas preferentemente a 500 y 250 m del lugar. Lateralmente, las señales de información general se deben colocar como señales bajas, según lo indicado en la Figura IV.3.1.

*Contenido.* En las SIG se debe indicar, a través de leyendas, la información general necesaria para el usuario. Para la separación y distribución de los elementos dentro de las señales, se debe tomar en cuenta lo indicado en la tabla 3.I del Manual indicado anteriormente. Los espacios pueden variar para una mejor distribución, siempre y cuando la señal no pierda su presentación y no se alteren las dimensiones del tablero. Las leyendas deben tener no más de cuatro palabras o números por renglón y en ningún caso más de dos renglones. Cuando el texto de un renglón tenga menos letras que el texto del renglón que sirvió para dimensionar la longitud del tablero y se haya usado la máxima serie posible en su caso y aun así sobre espacio, el texto se debe escribir centrado o repartido en la longitud del tablero.

*Color.* El color del fondo de las señales de información general debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. Los caracteres y filetes deben ser negros.

*Estructura de soporte.* Las señales informativas (SII, SID, SIR y SIG) se deben fijar en postes, marcos u otras estructuras, según se trate de señales bajas o elevadas, como se indica en la Figura IV.3.1.



























**IV.3.3.5. Señales Turísticas y de Servicios (SIT y SIS).**

Las señales turísticas y de servicios (STS) son tableros con pictogramas y leyendas que tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo. Según su propósito, se clasifican en Señales Turísticas (SIT) y Señales de Servicios (SIS). Son señales bajas solas o en conjuntos modulares, que se fijan en postes y marcos. También se pueden utilizar dentro de las señales informativas de destino turístico o de servicios.

**Señales Turísticas (SIT)**

Tabla IV.3.3.5.1. Señales Informativas de Turismo SIT



CLAVE		NOMBRE	CLAVE		NOMBRE
SIT-1		ACUEDUCTO	SIT-29		GALERIA
SIT-2		ARTESANIAS	SIT-30		GALGODROMO
SIT-3		BALNEARIO	SIT-31		GO KART*
SIT-4		CASCADA	SIT-32		GOLF
SIT-5		GRUTA	SIT-33		GUIA DE TURISTAS*
SIT-6		LAGO-LAGUNA	SIT-34		HIPODROMO
SIT-7		MONUMENTO COLONIAL	SIT-35		JAI ALAI
SIT-8		PARQUE NACIONAL	SIT-36		JUEGOS DE SALON*
SIT-9		PLAYA	SIT-37		JUEGOS INFANTILES*
SIT-10		ZONA ARQUEOLOGICA	SIT-38		LIENZO CHARRO
SIT-11		ACUARIO	SIT-39		MIRADOR
SIT-12		ADUANA*	SIT-40		MONTAÑISMO
SIT-13		AGENCIA DE VIAJES*	SIT-41		MUSEO
SIT-14		AGUAS TERMALES	SIT-42		PALENQUE
SIT-15		ARCO Y FLECHA*	SIT-43		PESCA
SIT-16		ASADORES	SIT-44		PLANEADORES

CLAVE		NOMBRE	CLAVE		NOMBRE
SIT-17		AUTODROMO	SIT-45		REGATAS
SIT-18		BADMINTON*	SIT-46		REMO
SIT-19		BALONCESTO*	SIT-47		SALVAVIDAS*
SIT-20		BAR*	SIT-48		SKI ACUATICO
SIT-21		BEISBOL	SIT-49		SQUASH*
SIT-22		BOLICHE*	SIT-50		TENIS*
SIT-23		BUCEO	SIT-51		TENIS DE MESA*
SIT-24		CAMBIO DE MONEDA*	SIT-52		TIRO
SIT-25		CAZA	SIT-53		TOROS
SIT-26		CICLISMO	SIT-54		VELA
SIT-27		FESTIVAL ARTISTICO*	SIT-55		VOLEIBOL*
SIT-28		FUTBOL	SIT-56		ZOOLOGICO

Las señales marcadas con asterisco (\*) no se ubican en vialidades sino en publicaciones, recintos cubiertos o recintos abiertos.

**Señales de Servicios (SIS).**

Tabla IV.3.3.5.2. Señales Informativas de Servicios SIS

CLAVE		NOMBRE	CLAVE		NOMBRE
SIS-1		AEROPUERTO	SIS-34		AUDIORAMA*
SIS-2		ALBERGUE	SIS-35		AUDITORIO*
SIS-3		AREA RECREATIVA	SIS-36		BIBLIOTECA*
SIS-4		AUXILIO TURISTICO	SIS-37		BOMBEROS
SIS-5		CAMPAMENTO	SIS-38		CAFETERIA*

CLAVE		NOMBRE	CLAVE		NOMBRE
SIS-6		CHALANA	SIS-39		CINE*
SIS-7		DEPOSITO DE BASURA	SIS-40		CORREO*
SIS-8		ESTACIONAMIENTO	SIS-41		ELEVADOR*
SIS-9		ESTACIONAMIENTO PARA CASA RODANTE	SIS-42		EQUIPAJE*
SIS-10		ESTACION DE FERROCARRIL	SIS-43		ESCALERAS*
SIS-11		GASOLINERIA	SIS-44		EXTINGUIDOR*
SIS-12		HELIPUERTO	SIS-45		GUARDA BOSQUES
SIS-13		HOTEL O MOTEL	SIS-46		GUARDA EQUIPAJE*
SIS-14		INFORMACION	SIS-47		MALETERO*
SIS-15		METRO	SIS-48		MIGRACION*
SIS-16		MECANICO	SIS-49		OFICINA*
SIS-17		MEDICO	SIS-50		PAQUETERIA*
SIS-18		MUELLE	SIS-51		PASO DE MINUSVALIDOS
SIS-19		PARADA DE AUTOBUS	SIS-52		POLICIA*
SIS-20		PARADA DE TRANVIA	SIS-53		POLICIA FEDERAL DE CAMINOS
SIS-21		PARADA DE TROLEBUS	SIS-54		RENTA DE AUTOMOVILES*
SIS-22		RESTAURANTE	SIS-55		REPARACIÓN DE LLANTAS
SIS-23		SANITARIOS	SIS-56		SALA DE ESPERA*

CLAVE		NOMBRE	CLAVE		NOMBRE
SIS-24		TAXI	SIS-57		SANITARIO HOMBRES*
SIS-25		TELEFERICO	SIS-58		SANITARIO MUJERES*
SIS-26		TELEFONO	SIS-59		TEATRO
SIS-27		TRANSBORDADOR	SIS-60		TELEGRAFO
SIS-28		AEROPUERTO CORTO ALCANCE*	SIS-61		TELEX*
SIS-29		AEROPUERTO MEDIO ALCANCE*	SIS-62		TERMINAL DE AUTOBUSES FORANEOS
SIS-30		AEROPUERTO LARGO ALCANCE*	SIS-63		TIANGUIS*
SIS-31		AEROPUERTO LLEGADA*	SIS-64		VENTA DE BOLETOS*
SIS-32		AEROPUERTO SALIDA*	SIS-65		ZONA PEATONAL
SIS-33		ASEO DE CALZADO*			

Las señales marcadas con asterisco (\*) no se ubican en vialidades sino en publicaciones, recintos cubiertos o recintos abiertos.

La finalidad de la simbología es representar gráficamente la existencia de servicios, actividades, espectáculos y lugares de interés turístico, de tal manera que estos sean captados instantáneamente.

*Forma de los tableros.* Los tableros de las señales turísticas y de servicios deben ser cuadrados, con dos de sus lados en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm. Según su tamaño deben tener o no una ceja perimetral doblada de 2.5 cm, como se indica en la Tabla IV.3.3.5.3. Cuando sea necesario indicar varios servicios o sitios en forma simultánea que estén ubicados en la misma zona, se puede integrar un conjunto modular hasta de cuatro señales.

Cuando sea necesario indicar al usuario la dirección a seguir para llegar al lugar indicado en la señal, ésta debe estar acompañada de una flecha complementaria, que se puede colocar según la composición del conjunto, arriba o a un lado de la señal, en este caso, la flecha debe estar en un tablero cuadrado con las mismas

dimensiones y características del tablero principal, incluyendo el filete y en su caso, la ceja perimetral.

Tabla IV.3.3.5.3. Dimensiones de los tableros de las señales SIT y SIS

Dimensiones de los tableros cm	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61 (sin ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m, únicamente cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En vías secundarias únicamente cuando se coloquen en conjuntos modulares.
71 x 71 (con ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m, colocados como señales independientes, y en carreteras con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m, cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En vías secundarias, colocados como señales independientes y en arterias principales cuando se coloquen en conjuntos modulares.
86 x 86 (con ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m, colocados como señales independientes, y en carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación, cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En arterias principales, colocados como señales independientes y en vías de circulación continúa cuando se coloquen en conjuntos modulares.
117 x 117 (con ceja)	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación, colocados como señales independientes.	En vías de circulación continúa colocados como señales independientes.

*Tableros adicionales.* Las SIT y SIS que requieran información complementaria, deben tener abajo un tablero adicional de forma rectangular, con su mayor dimensión en posición horizontal, con las esquinas redondeadas, el filete y en su caso, la ceja perimetral iguales a los del tablero principal. El tablero adicional puede tener una flecha horizontal, una leyenda o ambas cosas, colocando la flecha en la parte superior del tablero y la leyenda en la inferior. Los que se coloquen debajo de las señales turísticas y de servicios, ya sean con ceja perimetral doblada o sin ella, deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla IV.3.3.5.4.

Tabla IV.3.3.5.4. Dimensiones del tablero adicional de las señales SIT y SIS

Dimensiones del tablero de la señal	Dimensiones de los tableros adicionales (cm)	
	Tableros de un renglón o de una flecha horizontal	Tableros de dos renglones o de una flecha horizontal y un renglón
61 x 61	25 x 61 (sin ceja)	40 x 61 (sin ceja)
71 x 71	30 x 71 (con ceja)	50 x 71 (sin ceja)
86 x 86	35 x 86 (con ceja)	61 x 86 (sin ceja)
117 x 117	35 x 117 (con ceja)	61 x 117 (sin ceja)

*Conjuntos modulares de señales.* Cuando se integre un conjunto de señales turísticas y de servicios, para indicar en forma simultánea varios servicios y sitios turísticos o recreativos ubicados en la misma zona, el conjunto puede tener hasta cuatro señales como máximo, dos en el sentido vertical y dos en el horizontal. Al conjunto modular se le pueden añadir lateralmente hasta dos flechas complementarias, de forma que no se tengan más de dos tableros cuadrados en el sentido vertical ni más de tres en el horizontal, como se indica en el inciso referente a vialidades del Capítulo Primero, Manejo del Sistema, del Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios de la SCT. Si el conjunto no incluye flechas

complementarias en posición lateral, se le puede añadir en su parte inferior un tablero adicional, que contenga una flecha horizontal, una leyenda o ambas cosas.

*Ubicación longitudinal de las señales.* Longitudinalmente, las SIT y SIS se deben colocar en el lugar donde exista el servicio o se encuentre el sitio turístico o recreativo y a una distancia antes del mismo de 1 kilómetro. Lateralmente se deben colocar como señales bajas, según lo indicado en la Figura IV.3.1.

*Contenido.* En las señales turísticas y de servicios se deben indicar, por medio de pictogramas, la existencia de los lugares de interés turístico o recreativo y de los servicios a que pueden tener acceso los usuarios de las vialidades. Algunas señales requieren flechas que indiquen la dirección a seguir para llegar al lugar mostrado en la señal u otro tipo de información complementaria que se debe indicar en tableros adicionales.

*Pictogramas.* La geometría de los pictogramas que deben tener las señales, se establece en los Capítulos Segundo y Tercero del Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios de la SCT y sus dimensiones se deben determinar conforme al tamaño de las señales, como se indica en el inciso 1.5.1 Simbología y Sistema de Trazo, del mismo Manual.

*Flechas complementarias.* Las flechas complementarias para indicar la dirección a seguir para llegar al sitio indicado en la señal, ya sean horizontales, verticales o inclinadas, que se coloquen arriba o a un lado de las señales, deben tener la forma y dimensiones establecidas en las figuras 1.30 y 1.31 del Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios de la SCT.

*Leyendas.* Para la separación y distribución de los elementos dentro de los tableros adicionales que se coloquen debajo de las señales turísticas y de servicios, se debe tomar en cuenta lo indicado en la tabla 1.J y en la figura 1.34, ambas del Manual de Señalamiento Turístico y de Servicio de la SCT. Si se considera necesario, los espacios pueden variar para una mejor distribución, siempre y cuando el tablero adicional no pierda su presentación ni se alteren sus dimensiones.

*Color.* Los colores empleados deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5 de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6. El color del fondo de las señales turísticas debe ser azul reflejante con los pictogramas, caracteres y filetes blanco reflejante y en las señales “AUXILIO TURISTICO” (SIS-4) y “MEDICO” (SIS-17), la cruz debe ser roja reflejante.

*Estructura de soporte.* Las señales turísticas SIT y de servicios SIS se deben fijar en postes y marcos, según su tamaño y ubicación lateral, como se indica en la Figura IV.3.1.

#### **IV.3.4. Señales verticales luminosas**

Cuando las condiciones meteorológicas dominantes en un tramo de la carretera o vialidad urbana lo ameriten, para mejorar la visibilidad del señalamiento vertical y a criterio del proyectista, la luminosidad de las señales verticales puede ser proporcionada por elementos reflejantes o por elementos emisores de luz propia, siempre y cuando no se alteren la forma, tamaño y color de los tableros y ni de los símbolos, pictogramas, leyendas, escudos y flechas que contengan, especificados en la norma NOM-034-SCT2-2011, el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras y en el Manual de Señalamiento Turístico y de Servicio de la SCT; para cada tipo de señal vertical. Los colores de los haces luminosos deben estar dentro de las áreas cromáticas establecidas para cada caso.

La utilización de un determinado tipo de señal vertical luminosa, con elementos emisores de luz propia, debe ser aprobada por la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana, previo acuerdo con la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

### IV.3.5. Obras y dispositivos diversos

Son obras que se construyen y/o dispositivos que se colocan dentro de una carretera o vialidad urbana en general, son elementos de protección que si bien forman parte del señalamiento vertical, tienen por objeto incrementar la seguridad de conductores y peatones, evitando en la medida de lo posible que los vehículos salgan de la carretera, invadan el carril contrario, etc. Los diversos dispositivos de seguridad se listan en la siguiente tabla:

Tabla No. IV.3.5.1. Obras y Dispositivos Diversos

CLAVE	NOMBRE
OD-3	Cercas
OD-4	Defensas
OD-5	Indicador de obstáculos
OD-6	Indicador de alineamiento
OD-8	Reglas y tubos guía para vados
OD-9	Bordos
OD-10	Vibradores
OD-11	Guardaespaldas
OD-12	Indicador de curva peligrosa
OD-13	Señales de mensaje cambiante

#### Cercas OD-3.

Dispositivos contruidos por postes colocadas a cada 3.0 a 5.0 m entre sí para sostener varios hilos de alambre de púas espaciados verticalmente de 25 a 40 cm, o malla de alambre o bien muros secos o de mampostería. Con la finalidad de evitar que la faja del Derecho de Vía sea invadida por construcciones particulares, que los peatones y ganado crucen la vialidad y que los vehículos puedan ingresar a ésta en cualquier lugar diferente de los proyectados ex profeso.

Las cercas a base de alambre de púas se emplearán en las zonas donde haya ganado para evitar que los animales invadan o crucen la carretera. Mientras que para vialidades en zona urbana con acceso controlado, las cercas serán de malla de alambre para evitar el paso de peatones y pequeños animales. Se colocan en los límites del Derecho de Vía a lo largo y ambos lados del camino y en el paso de peatones para encauzar el flujo de los mismos.



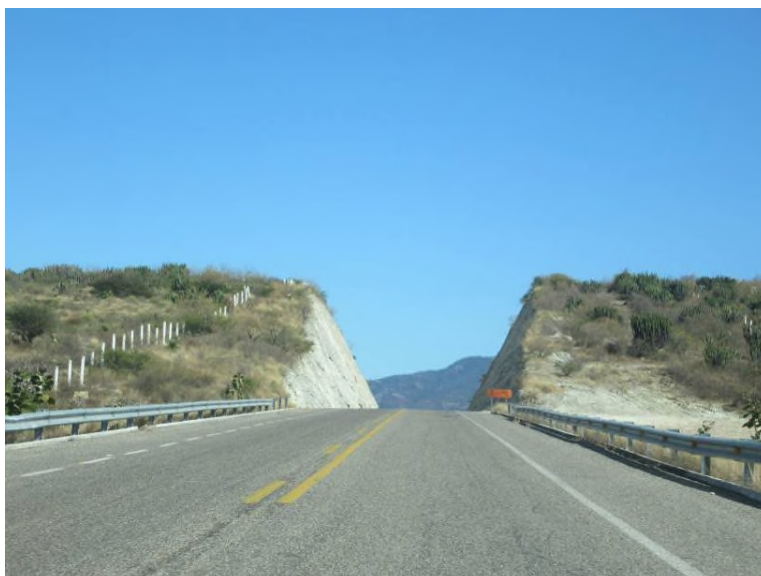


Figura IV.3.5.1. Cerco a base de postes y alambre de púas para delimitar el Derecho de Vía

#### **Defensas OD-4.**

Las Defensas son barreras de protección colocadas longitudinalmente en uno o en ambos lados de las carreteras y vialidades urbanas a fin de que los vehículos no se salgan del camino; las cuales se proyectan y colocan de acuerdo con criterios técnicos para lograr su eficacia y evitar daños mayores en los automovilistas, en terceras personas y en estructuras adyacentes.



Figura IV.3.5.2. Ejemplo de Barrera de orilla de corona y secciones extremas en carretera.

Según su operación y ubicación, las barreras de protección son las que se indican en la Tabla IV.3.5.2 y se describen a continuación:

Tabla IV.3.5.2. Barreras de protección (OD-04). NOM-037-SCT2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas.

Designación	Tipos de Barrera
<b>OD-4.1</b>	<b>Barrera de orilla de corona</b>
OD-4.1.1	Flexible (Defensas de acero, cables de acero u otro material)
OD-4.1.2	Semirrígida (Defensa de acero u otro material)
OD-4.1.3	Rígida (Defensas de acero o barreras monolíticas o modulares de concreto u otro material)
<b>OD-4.2</b>	<b>Barrera separadora de sentidos de circulación</b>
OD-4.2.1	Flexible (Defensas de acero, cables de acero u otro material)
OD-4.2.2	Semirrígida (Defensa de acero u otro material)
OD-4.2.3	Rígida (Defensas de acero o barreras monolíticas o modulares de concreto u otro material)
<b>OD-4.3</b>	<b>Barrera de transición</b>
<b>OD-4.4</b>	<b>Secciones extremas</b>
OD-4.4.1	Sección de amortiguamiento
OD-4.4.2	Sección terminal.

De acuerdo con la deflexión dinámica que pueden presentar las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) al ser impactadas por el vehículo con la velocidad y el ángulo de impacto considerados en su diseño, se clasifican en:

- Flexibles (OD-4.1.1 u OD-4.2.1), cuando su deflexión dinámica es mayor de 160 cm.
- Semirrígidas (OD-4.1.2 u OD-4.2.2), cuando su deflexión dinámica es mayor de 70 y hasta 160 cm.
- Rígidas (OD-4.1.3 u OD-4.2.3), cuando su deflexión dinámica es hasta 70 cm.

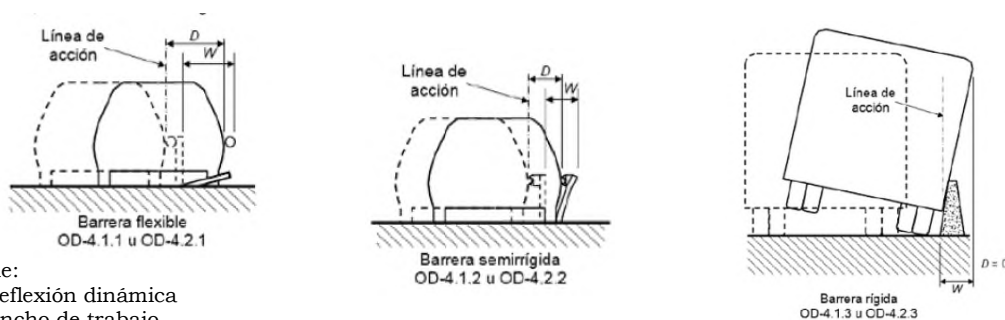


Figura IV.3.5.3 Deflexión dinámica de diferentes tipos de barreras de protección

### Barreras de orilla de corona (OD-4.1).

Se deben instalar en aquellos lugares de las carreteras o vialidades urbanas, donde exista el riesgo de que ocurra un accidente que pueda ocasionar muertos o lesionados graves, cuando algún vehículo salga del camino en caso de que el conductor pierda su control, ya sea por la altura e inclinación de los taludes de terraplenes o de los balcones, la existencia de una curva horizontal, la cercanía a obstáculos laterales o para proteger a peatones o ciclistas que convivan con el tránsito vehicular bajo condiciones especiales.

Los factores que determinan la necesidad de una barrera de orilla de corona (OD-4.1) en un terraplén o en un balcón, ya sea en tangente o en curva, son la altura y la pendiente de sus taludes, como se muestra en la Figura IV.3.5.4, en la que el punto definido por la altura y la pendiente, determina si se debe o no colocar la barrera, según el área donde caiga dicho punto. Para carreteras con velocidades de operación menores de 50 km/h y un tránsito diario promedio anual (TDPA) menor de 1000, la barrera es opcional.

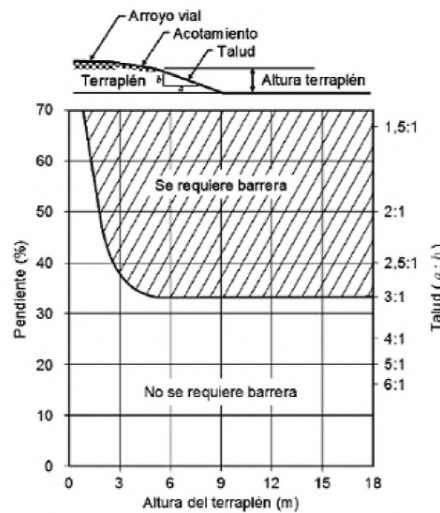


Figura IV.3.5.4. Instalación de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes. NOM-037-SCT2-2012

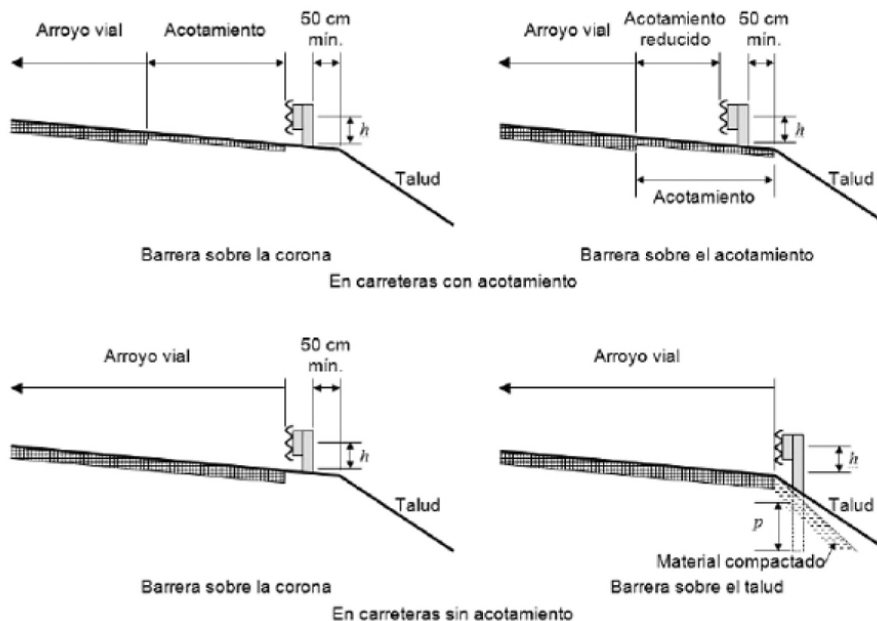


Figura IV.3.5.5. Ubicación de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes y balcones. NOM-037-SCT2-2012

Se deben colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1) en cada curva horizontal (circular o circular con espiral de transición) cuya velocidad de proyecto sea

menor que la velocidad de operación del tramo inmediato anterior a la curva y en las curvas que se ubiquen inmediatamente después de tangentes largas, mayores de 5 km, en ambos casos sólo cuando la salida de un vehículo represente un riesgo a los ocupantes y se estime que la severidad del accidente pueda ocasionar muertos o lesionados, independientemente del tipo de sección transversal existente en la curva horizontal (corte, terraplén o balcón). Estas barreras se deben emplazar en la orilla exterior de dichas curvas si la carretera o la vialidad urbana es de dos carriles o en la orilla exterior de cada sentido de circulación si la carretera o la vialidad urbana cuenta con barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2) o es de cuerpos separados. Para barreras de protección con vigas acanaladas de acero de dos o tres crestas, que sean instaladas en curvas con radio de 46 m o menor, las vigas deben ser roladas de acuerdo con el radio que se tenga en el lugar de su instalación. Las barreras flexibles de cables de acero sólo se pueden instalar en curvas cuyos radios sean iguales a 200 m o mayores, salvo que sean estrictamente indispensables, en cuyo caso la distancia entre los postes deberá reducirse en 20% con respecto a su distancia normal, para radios entre 150 y 199 m, y 40% para radios entre 100 y 149 m, pero nunca se instalarán en curvas con radios menores de 100 m.

Se deben colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1) cuando existan obstáculos laterales ubicados dentro de una franja de 9 m de ancho, adyacente al arroyo vial de la carretera o de la vialidad urbana de circulación continua, o en la faja separadora cuando se trate de cuerpos separados, dependiendo del tipo y la cercanía de esos obstáculos. En general, su instalación se justifica sólo si la colisión contra la barrera produjera menor daño que el choque directo contra el obstáculo lateral, cuando no sea económicamente factible reubicarlo o removerlo.

Cuando existan obstáculos laterales que representen peligro, en tangentes o en curvas, el ancho de trabajo máximo de las barreras de orilla de corona (OD-4.1), corresponde al espacio libre disponible entre la barrera y el obstáculo, como se muestra en la Figura IV.3.5.6.

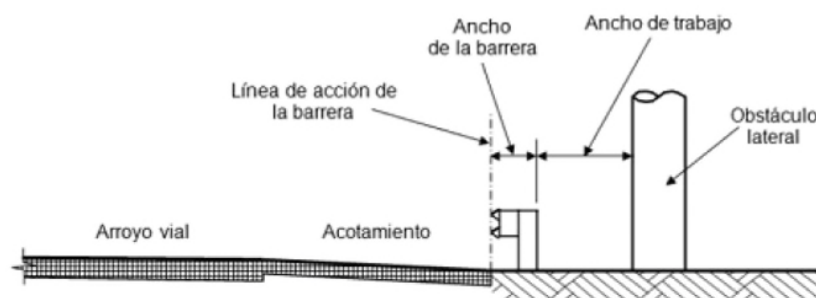


Figura IV.3.5.6. Ancho de trabajo de barreras de orilla de corona (OD-4.1).  
NOM-037-SCT2-2012

La Tabla IV.3.5.3 ofrece una guía para definir la colocación de una barrera ante la presencia de ciertos obstáculos laterales.

Tabla IV.3.5.3. Guía para colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1) en obstáculos laterales.

Obstáculos laterales	Recomendación
Pilas, columnas, estribos u otros elementos estructurales que representen peligro.	Colocar barreras de orilla de corona.
Obras menores de drenaje y muros de cabeza.	Cuando su tamaño, forma o ubicación representen peligro, colocar barreras de orilla de corona.
Obras de drenaje longitudinal	Cuando sea probable traspasarlas y ello represente peligro, colocar barreras de orilla de corona.
Taludes de cortes sin irregularidades	Generalmente no se requieren
Taludes de cortes y terraplenes con irregularidades	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra las irregularidades, colocar barreras de orilla de corona.
Estructuras de señalamiento elevado y de iluminación	Colocar barreras de orilla de corona.
Postes de servicios públicos y de semáforos	De acuerdo con las características del lugar y del tránsito, colocar barreras de orilla de corona.
Arboles	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra arboles con troncos de diámetro mayor de 10 cm, colocar barreras de orilla de corona.
Rocas con una magnitud que el costo de removerlas sea significativo	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra rocas de tal tamaño que el costo de removerlas sea significativo, colocar barreras de orilla de corona.
Cuerpos de agua permanentes	Cuando su ubicación y profundidad represente peligro, colocar barreras de orilla de corona.

**Barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2).**

Se deben instalar en las fajas separadoras o camellones de las carreteras o vialidades urbanas de dos o más carriles por sentido de circulación, para impedir que los vehículos invadan los carriles de sentido opuesto y evitar que se produzcan colisiones frontales; excepto cuando la faja separadora o el camellón tenga un ancho mayor de 10 m, ya que en la mayoría de los casos los vehículos errantes se pueden detener en esa distancia, antes de invadir los carriles opuestos. Sin embargo, es recomendable analizar si se justifica su instalación por un motivo operacional o porque se trate de un lugar donde frecuentemente ocurran accidentes con víctimas.

Para las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), el ancho de trabajo está limitado por el espacio libre disponible entre la barrera y el lado exterior del acotamiento del carril que se desea proteger, como se muestra en la Figura IV.3.5.7.

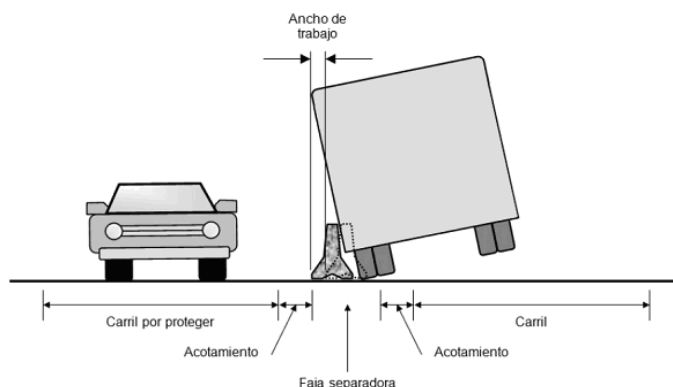


Figura IV.3.5.7. Ancho de trabajo de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1). NOM-037-SCT2-2012

Las barreras de orilla de corona y separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) se deben instalar de acuerdo con las especificaciones de sus fabricantes, sin embargo, en lo general, deben considerarse los siguientes aspectos:

*Postes.* Cuando estas barreras estén integradas con postes, estos se deben hincar en el terreno o insertar en una excavación, según se indique en el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento respectivo, de forma tal que queden verticales, en los sitios que se indiquen en el proyecto.

*Elementos traslapables.* Cuando las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) estén integradas con elementos de contención que se traslapen, como vigas acanaladas de acero o vigas de acero en “U”, en su caso, los separadores se deben fijar a los postes de acuerdo con el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento respectivo. Los tramos de los elementos de contención se deben instalar en sentido contrario al tránsito del carril más próximo a la barrera, de manera que el traslape cubra la fijación del tramo anterior, alineando sus perforaciones antes de fijarlos completamente. La instalación de los tramos para las longitudes previas y posteriores de la barrera, de las barreras de transición, zapatas de conexión y secciones extremas, se debe hacer siguiendo el mismo procedimiento de colocación, salvo que los detalles o las especificaciones de estos elementos aprobados, contenidos en los certificados de cumplimiento respectivos, indiquen otra cosa.

#### **Barreras de transición (OD-4.3).**

Se deben utilizar barreras de transición (OD-4.3) cuando se requiera conectar dos barreras, ya sean de orilla de corona (OD-4.1) o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), que tengan niveles de contención o deflexiones dinámicas diferentes o conectar las barreras con los parapetos de puentes o estructuras similares, u otros elementos estructurales rígidos como muros de contención y muros de entrada a túneles, entre otros. La barrera de transición debe proveer un cambio gradual de rigidez, es decir, del nivel de contención y de la deflexión dinámica, en la zona de aproximación al elemento más rígido, capaz de evitar la deformación exagerada por el impacto de un vehículo, que resulta en ángulos excesivos de redireccionamiento con trayectorias peligrosas, o el impacto de los vehículos en los elementos rígidos de las estructuras, con la consecuente desaceleración excesiva o la penetración de las barreras en los vehículos impactados a lo largo de la transición.

#### **Secciones extremas de las barreras (OD-4.4).**

Para asegurar el correcto y seguro funcionamiento de cada barrera, se deben diseñar con dos secciones extremas, una al inicio y otra al final de cada tramo de barrera según sea necesario. Las características mecánicas, los detalles estructurales de las secciones en sí mismas y las geométricas del emplazamiento, deben ser materia del diseño particular de cada caso, lo cual dependerá fundamentalmente de las características del resto de la barrera, las condiciones del suelo y la situación geométrica del camino.

**Secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1).**

Las secciones extremas deben ser secciones de amortiguamiento cuando se colocan en el extremo de la barrera en el que un vehículo que se aproxima a ella se pueda impactar de frente en ese extremo.

Las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) se clasifican de acuerdo con su modo de operación en tres categorías: Redireccionables – No traspasables (RNT), Redireccionables – Traspasables (RT) y No redireccionables (NR).

**Indicadores de Obstáculos OD-5.**

Son señales bajas que se utilizan en las vialidades para indicar al usuario la presencia de obstáculos que tengan un ancho menor de 30 cm o la existencia de una bifurcación.

*Forma de los tableros.* Los tableros de los indicadores de obstáculos deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical, sin ceja y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm.

*Tamaño de los tableros.* Deben ser de 122 x 30 cm cuando sólo indiquen la presencia de un obstáculo y de 122 x 61 cm cuando indiquen un obstáculo o una bifurcación.

*Ubicación.* Los tableros de los indicadores de obstáculos se deben colocar inmediatamente antes del obstáculo o entre las ramas que formen la bifurcación, como se indica en la Figura IV.3.1.

*Contenido.* Los indicadores de obstáculos deben tener franjas de 10 cm de ancho, separadas entre sí 10 cm, como se muestra en la Figura IV.3.5.8. Dichas franjas deben estar inclinadas a 45°, descendiendo hacia la derecha cuando la señal se ubique a la derecha del tránsito o descendiendo hacia la izquierda cuando se ubique a la izquierda. En el caso en que la señal se ubique en bifurcaciones, las franjas deben subir hacia los lados a partir del eje vertical de simetría del tablero.

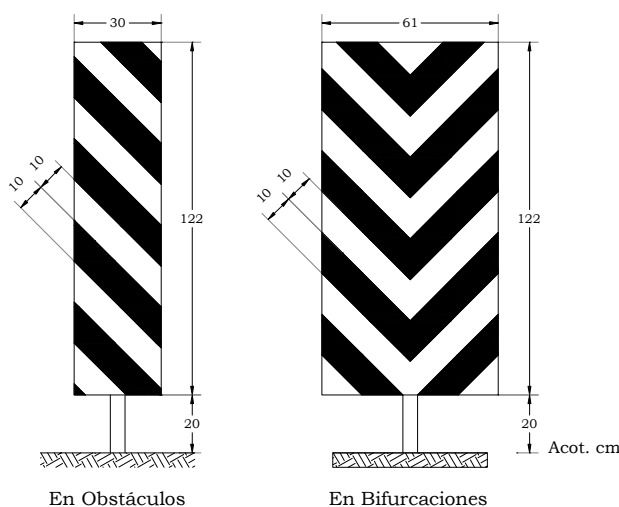


Figura IV.3.5.8. Indicadores de obstáculos

*Color.* El color del fondo de los indicadores de obstáculos debe ser negro y el color de las franjas debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5.

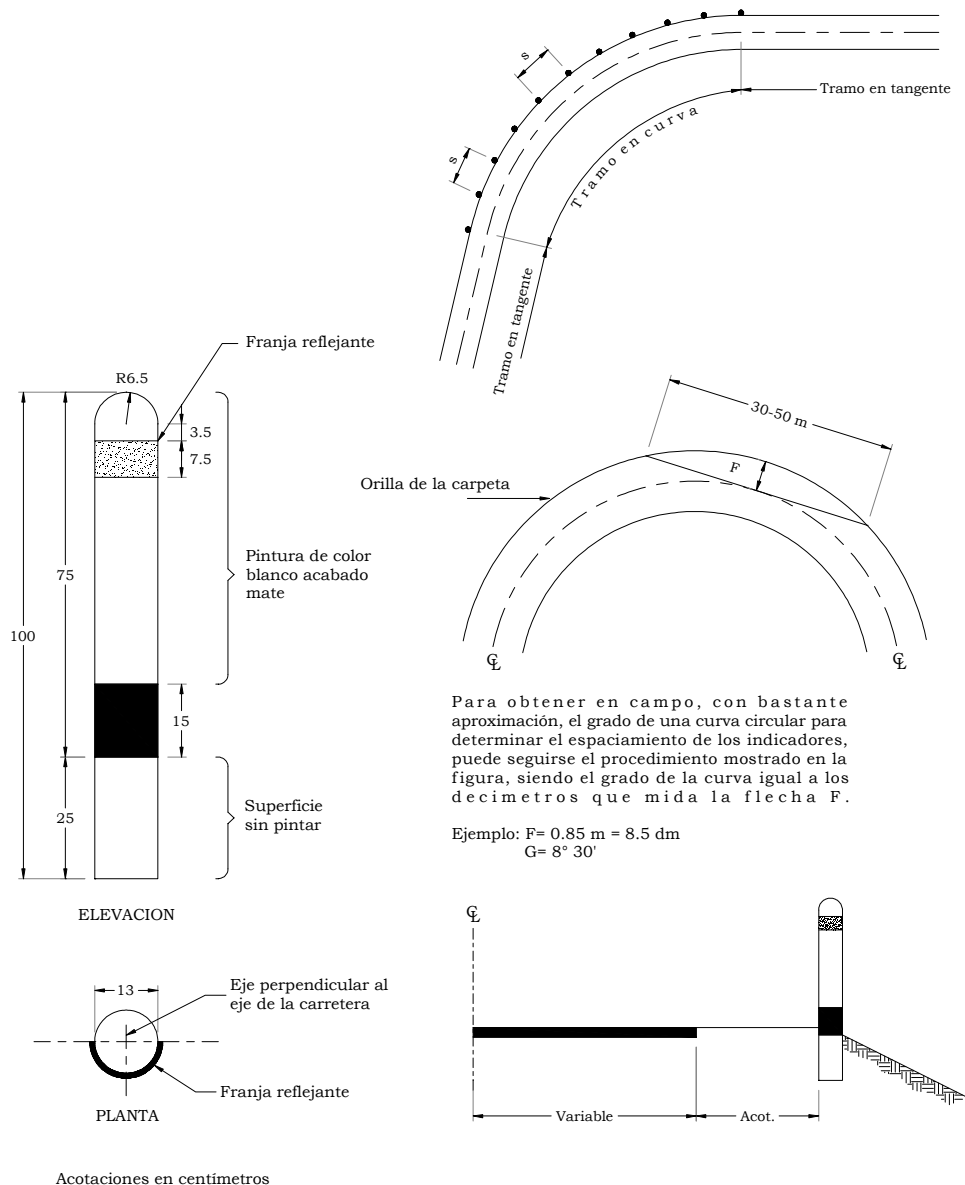
#### **Indicadores de Alineamiento OD-6.**

Son señales bajas que se usan para delinear la orilla de una carretera, en cambios del alineamiento horizontal, para marcar estrechamientos del arroyo vial y para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas.

*Forma.* Los indicadores de alineamiento son postes que delimitan la orilla exterior de los acotamientos, sobresaliendo 75 cm respecto al hombro de la vialidad, y que tienen un elemento reflejante en su parte superior, dispuesto de tal forma que al incidir en él la luz proveniente de los faros de los vehículos, se refleja hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Los postes pueden ser, de concreto hidráulico, de policloruro de vinilo (PVC) o de algún material flexible, inastillable y resistente a la intemperie.

*Tamaño.* Los postes que se utilicen para los indicadores de alineamiento, deben tener una longitud mínima de 1 m, con el propósito de que al ser hincados en el hombro de la carretera, sobresalgan 75 cm. El elemento reflejante debe ser de 7.5 cm de altura y 8.0 cm de ancho como mínimo o, si el poste es de sección circular, cubrir todo su semiperímetro como se muestra en la Figura IV.3.5.9, y estar colocado a 10 cm del extremo superior del poste, en el lado que sea visible por el tránsito que se aproxima.





Acotaciones en centímetros

Figura IV.3.5.9. Indicadores de alineamiento

*Ubicación.* Los indicadores de alineamiento se deben colocar de manera que su orilla interior coincida con el hombro de la carretera, en los siguientes sitios: En el lado exterior de las curvas horizontales, desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la transición de salida, con una separación entre postes que depende del grado de curvatura (G), como se establece en las Figuras IV.3.5.9 y IV.3.5.10. En ambos lados de los tramos en tangente, a cada 40 m. En ambos lados cuando se utilicen para marcar estrechamientos de la carretera, a cada 5 m, en un tramo desde 50 m antes hasta 50 m después del estrechamiento. En ambos lados de la carretera para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas, en los lugares que definan las proyecciones horizontales de los sitios donde principie y termine el muro correspondiente. Los indicadores de alineamiento no se deben colocar en los sitios donde existan defensas OD-4.

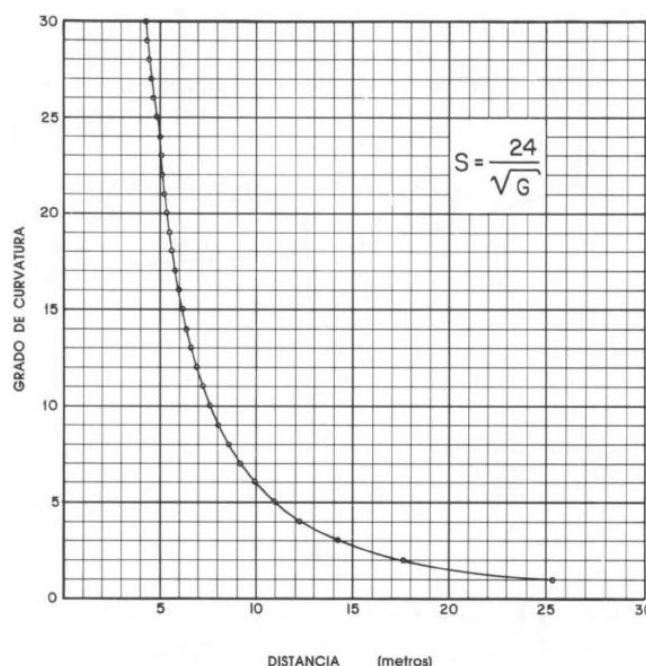


Figura IV.3.5.10. Distancia centro a centro de indicadores de alineamiento en curvas horizontales.

*Color.* Los postes, en los 60 cm superiores deben ser blanco mate que cumpla con el patrón aprobado por la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana y negro en los 15 cm inferiores del tramo que sobresalga del hombro de la vialidad. Cuando los indicadores de alineamiento se coloquen del lado derecho del tránsito, el elemento reflejante debe ser blanco. En carreteras de cuatro o más carriles en cuerpos separados, los indicadores de alineamiento que se coloquen en el lado izquierdo del tránsito, deben tener el elemento reflejante amarillo. Los colores blanco y amarillo de los elementos reflejantes, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6.

### **Reglas y tubos guía para vados OD-8.**

Son señales bajas que se usan en los caminos donde existan vados, para indicar al usuario el tirante máximo de agua que va a encontrar sobre ellos.

*Forma.* Los tubos guía son postes metálicos que sobresalen 1 m respecto al nivel de la superficie de rodadura, a los que se les adosa en el lado de aproximación del tránsito una regla metálica, graduada cada 25 cm como se muestra en la Figura IV.3.5.11.

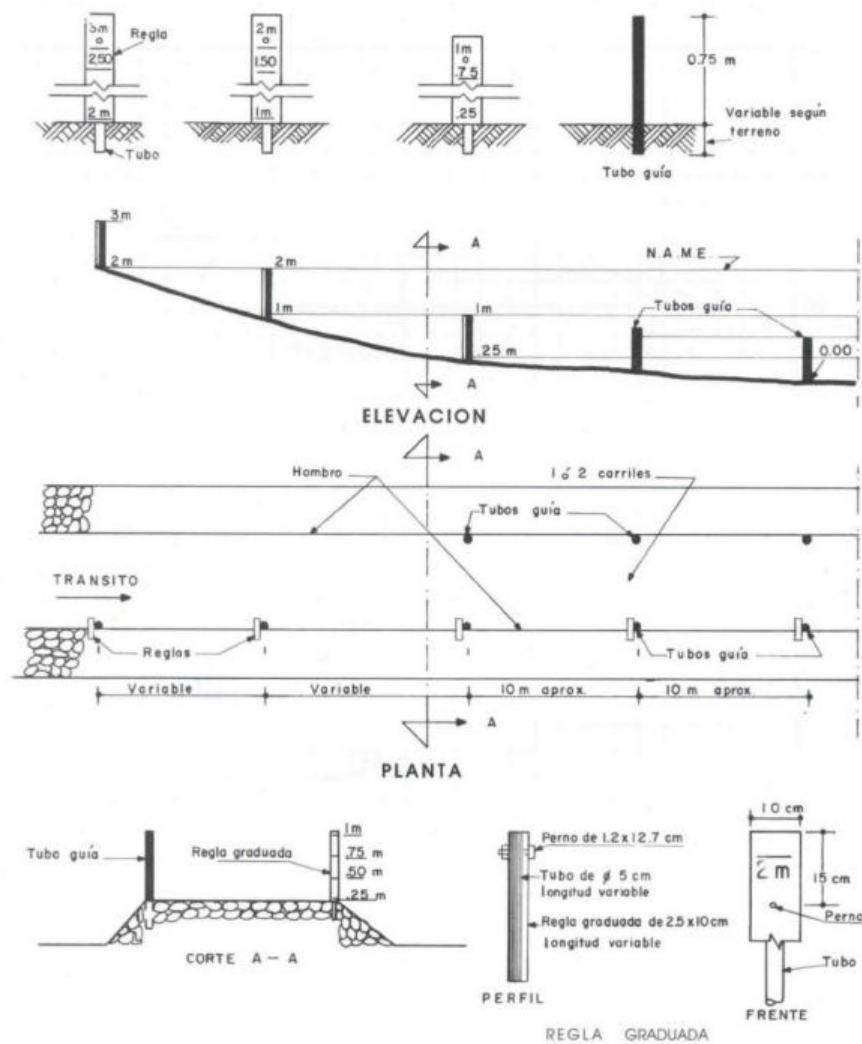


Figura IV.3.5.11. Reglas y tubos guía para vados

Los tubos guía deben ser de 5 cm (2 in) de diámetro, con la longitud necesaria para que una vez hincados firmemente en los hombros del camino, sobresalga de la superficie de rodadura un 1 m. Las reglas deben ser de 2.5 cm (1 in) de espesor, 1 m de largo y 10 cm de ancho. Se deben colocar de manera que su orilla interior coincida con el hombro de la carretera, en ambos lados del vado y a lo largo del mismo, con una separación máxima de 10 m, de forma que sirvan como guía para indicar el ancho del vado, como se muestra en la Figura IV.3.5.11. Las reglas graduadas se deben adosar únicamente a los tubos guía del lado derecho del tránsito, hasta la mitad de la longitud del vado, con su cara hacia el lado de aproximación del tránsito. Los tubos guía extremos se deben colocar en los sitios donde la parte inferior de las reglas coincida con el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME). Deben ser negros y las reglas graduadas deben ser blanco mate, con caracteres negros.

**Bordos OD-9.**

Se emplearán en zonas urbanas y rurales para indicar la proximidad a una isleta o a un obstáculo, y para encauzar a los vehículos en las salidas de vías de alta velocidad. Son elementos de concreto simple de 12.5 cm de ancho por 10 cm de altura y longitud variable, sobresaliente 5 cm de la superficie de rodamiento Figura IV.3.5.12.

Se colocan en la posición de las rayas diagonales de las zonas neutrales delimitadas por rayas canalizadoras (M-9). En ningún caso se construirán a través de los carriles de circulación.

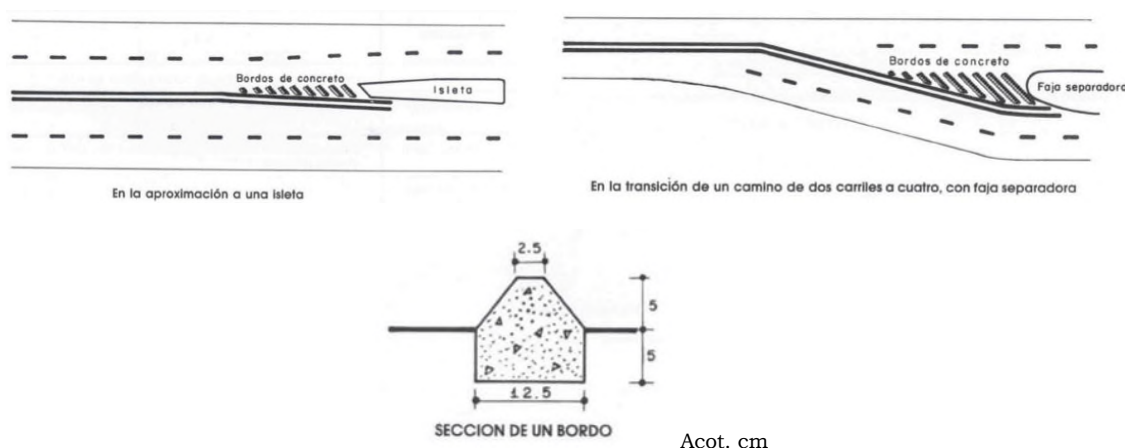


Figura IV.3.5.12. Bordos.

**Vibradores OD-10.**

Dispositivos que se colocan o se construyen en el pavimento para producir variaciones en la superficie de rodadura, con el propósito de provocar vibraciones y un efecto sonoro en el vehículo que los atraviesa o circula sobre ellos, alertando así al conductor sobre la existencia de algún peligro potencial para que reduzca su velocidad o rectifique su trayectoria.

Tabla No. IV.3.5.4. Clasificación de vibradores.

Clasificación	Tipos de vibrador
OD-10.1	Vibrador de botones
OD-10.2	Vibrador monolíticos
OD-10.3	Alertadores de salida del camino

**Vibrador de botones OD-10.1.** Se integran con los botones DH-3, con diámetro del orden de 10 cm, una superficie de contacto no mayor de 100 cm<sup>2</sup> y no sobresalir del pavimento más de 2 cm, dispuestos en tres bolillo como se aprecia en la Figura IV.3.6.13. Pintados de color blanco conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1.

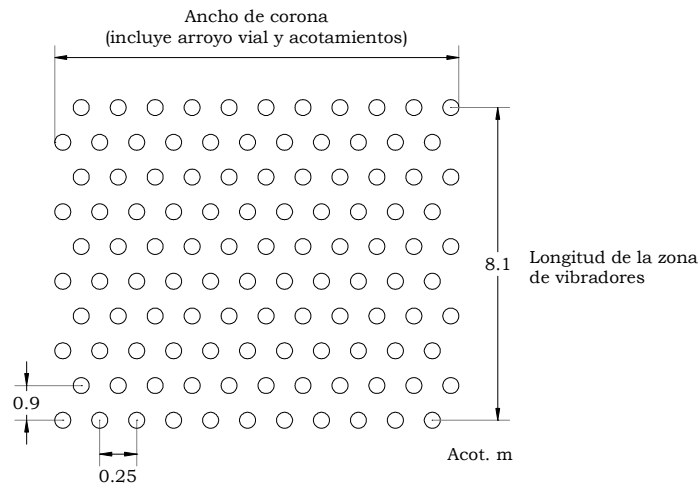


Figura IV.3.5.13. Vibrador de botones OD-10.1

**Vibrador monolíticos OD-10.2.** Son estructuras onduladas de concreto hidráulico simple pudiendo ser prefabricadas o caladas in situ, sobre el material de la base o subbase, sin sobresalir de la superficie de rodadura con la forma y dimensiones mostrada en la Figura IV.3.5.14. Se pintaran con franjas diagonales de color blanco reflejante que este dentro del área definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.2.1.1.1, de 60 cm de ancho inclinadas a 45° respecto al eje del camino y separadas entre sí 60 cm.

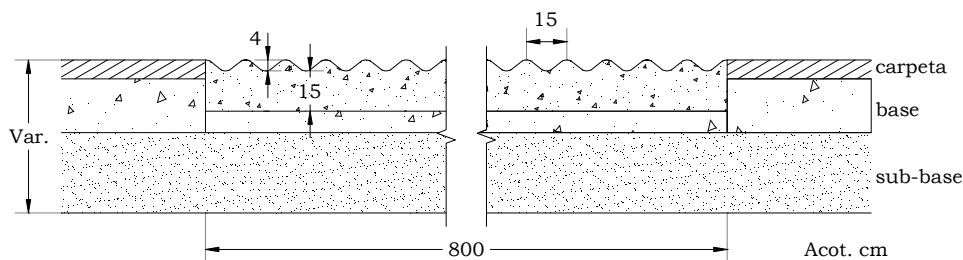


Figura IV.3.5.14. Vibrador Monolítico OD-10.2

**Alertadores de salida del camino OD-10.3.** Son un patrón de ranuras en los acotamientos y en las franjas separadoras centrales hechas mediante el desbastado marginal del pavimento con una máquina fresadora especial (Figura IV.3.5.15 y 16). Las ranuras son de forma rectangular y sección transversal cóncava de 18 x 30 cm de largo y 1.3 cm de profundidad; su eje mayor se dispone perpendicular al eje del camino, la separación entre ranuras es de 30 cm y se ubican a 30 cm de la raya en la oriya del arroyo vial.

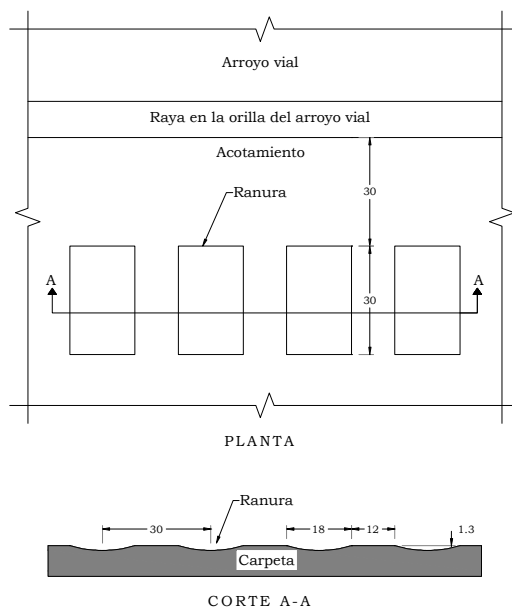


Figura IV.3.5.15. Alertadores de salida del camino OD-10.3

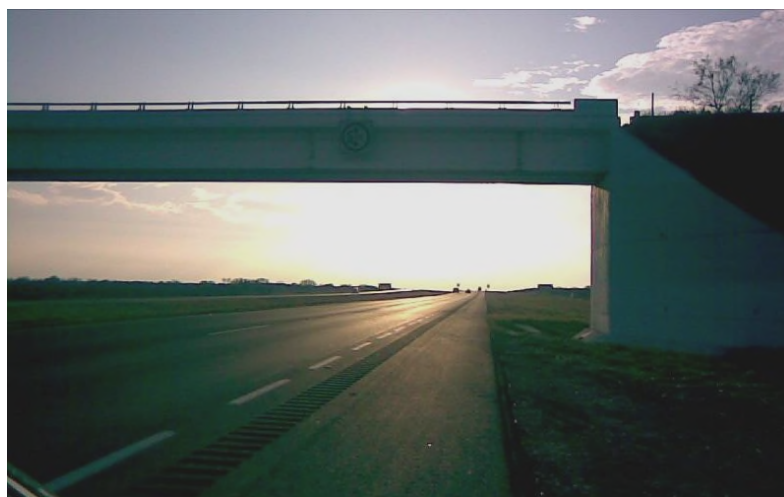


Figura IV.3.5.16. Alertadores de salida del camino Carretera Cadereyta Reynosa.

### **Guardaganados OD-11.**

Son estructuras que se emplearan 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 OD-3.

### **Indicadores de curvas peligrosas OD-12.**

Son señales bajas que se utilizan para indicar, mediante puntas de flecha, los cambios en el alineamiento horizontal de la vialidad, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los usuarios en las curvas peligrosas.

*Forma de los tableros.* Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm.

*Tamaño de los tableros.* Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas, ya sean con ceja perimetral doblada o sin ella, deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla IV.3.5.5.

Tabla No. IV.3.5.5. Dimensiones del tablero de los indicadores de curvas peligrosas.

Dimensiones de la señal (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
60 x 45 (sin ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
76 x 60 (con ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación, con o sin carril adicional para el rebase, con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
90 x 76 (con ceja)	Carretera de dos o más carriles por sentido de circulación.	Vías de circulación continua

*Ubicación.* Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas se deben colocar en todas las curvas cuya velocidad de operación sea menor del 80% de la velocidad de operación del tramo inmediato anterior a la curva, en la orilla exterior de dichas curvas si la vialidad es de dos carriles o en la orilla exterior de cada cuerpo si la vialidad es dividida, como se indica para señales bajas en la Figura IV.3.1. El espaciamiento de los tableros debe ser tal que el usuario siempre tenga en su ángulo visual por lo menos dos señales y deben estar orientados con su cara normal a la línea de aproximación del tránsito, de forma que sean visibles desde por lo menos 150 m antes de la curva.

*Contenido.* Deben tener una punta de flecha con la forma y geometría que se indica en la Figura IV.3.5.17 y su tamaño debe ser proporcional al tamaño del tablero. La punta de flecha debe indicar el lado hacia el que se desarrolle la curva que se señale.

*Color.* El color del fondo de los indicadores de curvas peligrosas debe ser amarillo reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla IV.3.1.5, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, según el tipo de película reflejante que se utilice. Las películas reflejantes, según su tipo, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla IV.3.1.6 y la punta de flecha negra.

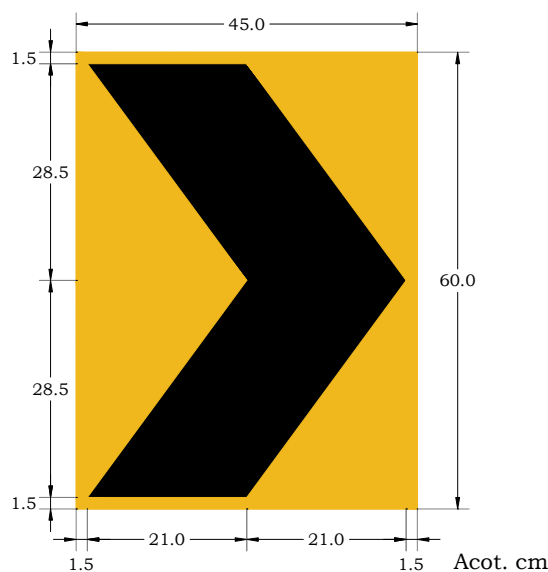


Figura IV.3.5.17. Indicador de curva peligrosa

### Señales de mensaje cambiante (OD-13)

También conocidas como Señales de Mensajes Variables SMV; son señales generalmente elevadas, que se utilizan para informar a los usuarios, mediante mensajes luminosos y en tiempo real, sobre el estado del tránsito en la carretera o vialidad urbana, el estado físico del camino y la existencia de algún peligro potencial derivado por la ocurrencia de un accidente, la realización de trabajos que afecten el arroyo vial o por cualquier otra causa, así como para transmitir recomendaciones útiles que faciliten la conducción segura y eficaz de los vehículos. Para informar a los conductores de las situaciones cambiantes, particularmente a lo largo de las carreteras y vialidades urbanas con altos volúmenes de tránsito, estas señales se diseñan para tener uno o más mensajes que puedan ser mostrados o borrados según se requiera, en forma manual, por control remoto o mediante controles automáticos que pueden detectar las condiciones que requieren señales con mensaje especial; se ubican en los sitios estratégicos donde los conductores puedan tomar decisiones oportunas, pero en los que no interfieran la visibilidad de las otras señales verticales.

Un sistema completo de SMV consta de los siguientes cuatro componentes:

- Una pantalla.
- Un centro de control.
- Un equipo de monitoreo.
- Una red de comunicación.

De acuerdo a la fuente de iluminación que utiliza la señal para mostrar su mensaje, las SMV se clasifican en las siguientes tres categorías:

- Señales de Reflexión de Luz.
- Señales de Emisión de Luz.
- Señales Híbridas.



Las SMV se utilizan en una diversidad de lugares en el mundo. En el caso de México, este tipo de tableros se empiezan a usar en áreas metropolitanas como las de la Ciudad de México o la Zona Metropolitana de Monterrey. En la Ciudad de México, ya se cuenta con paneles con SMV instalados en las principales vialidades como el Periférico o el Viaducto Miguel Alemán.



Figura IV.3.5.18. Señal de mensaje cambiable tipo bandera (SID-13) en el panel luminoso se muestra la señal SP-19 Salida.

#### **IV.4. Proyecto de Dispositivos para el Señalamiento Horizontal, Vertical y Elementos de Seguridad.**

Para la construcción, ampliación, modificación o reconstrucción de una carretera o una vialidad urbana, así como para trabajos de conservación que impliquen un nuevo señalamiento, el Proyecto Ejecutivo correspondiente debe incluir el proyecto de señalamiento horizontal y vertical, que sea aprobado por la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana. En ningún caso se podrán abrir al tránsito vehicular los tramos concluidos de la carretera o vialidad urbana, si no cuentan por lo menos con el señalamiento horizontal indicado en dicho proyecto de señalamiento. El señalamiento vertical debe estar concluido totalmente en un plazo máximo de 30 días naturales, a partir del momento en que el tramo se abra al tránsito vehicular, con excepción de los sistemas de control de velocidad para cruces a nivel con vías férreas, que deben estar totalmente concluidos antes de la apertura al tránsito.

El Proyecto de Dispositivos para el Señalamiento Horizontal, Vertical y Elementos de Seguridad en Carreteras y Vialidades Urbanas, comprende desde la ejecución de la ingeniería de detalle necesaria para diseñar el señalamiento y el sistema de elementos de seguridad, que permitan regular el uso y mejorar el nivel de seguridad de la carretera o vialidad urbana, facilitando a los usuarios su utilización segura y eficiente, hasta la elaboración de los planos, especificaciones y otros documentos en los que se establezcan las características geométricas, estructurales, de materiales y de acabados del señalamiento, para proporcionar al constructor los datos que le permitan su correcta ejecución.

## **V. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL DE LA AUTOPISTA CADEREYTA - REYNOSA.**

### **V.1. Antecedentes**

El Organismo Descentralizado CAPUFE (CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS), mediante licitación pública, adscribió los trabajos referentes al PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL KM. 34+985 AL 167+000, AUTOPISTA CADEREYTA - REYNOSA, con número de contrato: 4500007421 a la Empresa SMC & Asociados S.A. de C.V. llevándose a cabo en el año 2007.

En Abril de 1993 la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) puso en operación la Autopista Cadereyta – Reynosa, con número de ruta México 40D. Importante vía de comunicación terrestre operada y administrada por CAPUFE; que une a las ciudades del centro y sur del país con las principales ciudades del noreste, además de permitir el flujo de transporte de carga y pasaje hacia y desde los Estados Unidos de América y Canadá.

#### **V.1.1. Ubicación**

La Autopista inicia a las afueras de la ciudad de Cadereyta Jiménez, y termina en el KM 167+000 muy cerca de la población conocida como “La Vaquita”. Al inicio de la Autopista, a la altura del Km. 34+985 se encuentra el Entronque de la Autopista con la carrera federal donde los automovilistas y transportistas pueden incorporarse de forma ordenada y controlada a la Autopista para así, continuar su trayectoria hasta la ciudad de Reynosa en el Estado de Tamaulipas.

Cadereyta Jiménez es uno de los 51 municipios del estado nortero de Nuevo León, cuya clave geoestadística es 19009 de acuerdo con el INEGI. Se localiza entre los paralelos 25° 42' y 25° 21' de latitud norte; los meridianos 99° 41' y 100° 11' de longitud oeste; altitud entre 300 y 1,300 m. Colinda al norte con los municipios de Juárez, Pesquería y Los Ramones; al este con los municipios de Los Ramones y General Terán; al sur con los municipios de Montemorelos y Allende; al oeste con los municipios de Santiago, Monterrey y Juárez. Ocupa el 1.8% de la superficie del estado, cuenta con 447 localidades y una población total de 86,445 habitantes (INEGI).

Cadereyta Jiménez, es un municipio agrícola y ganadero. También cuenta con la refinería de PEMEX "Ing. Héctor R. Lara Sosa", que a través de su oleoducto transporta desde Ciudad Madero, Tamaulipas, hasta sus instalaciones el petróleo crudo para su refinación.

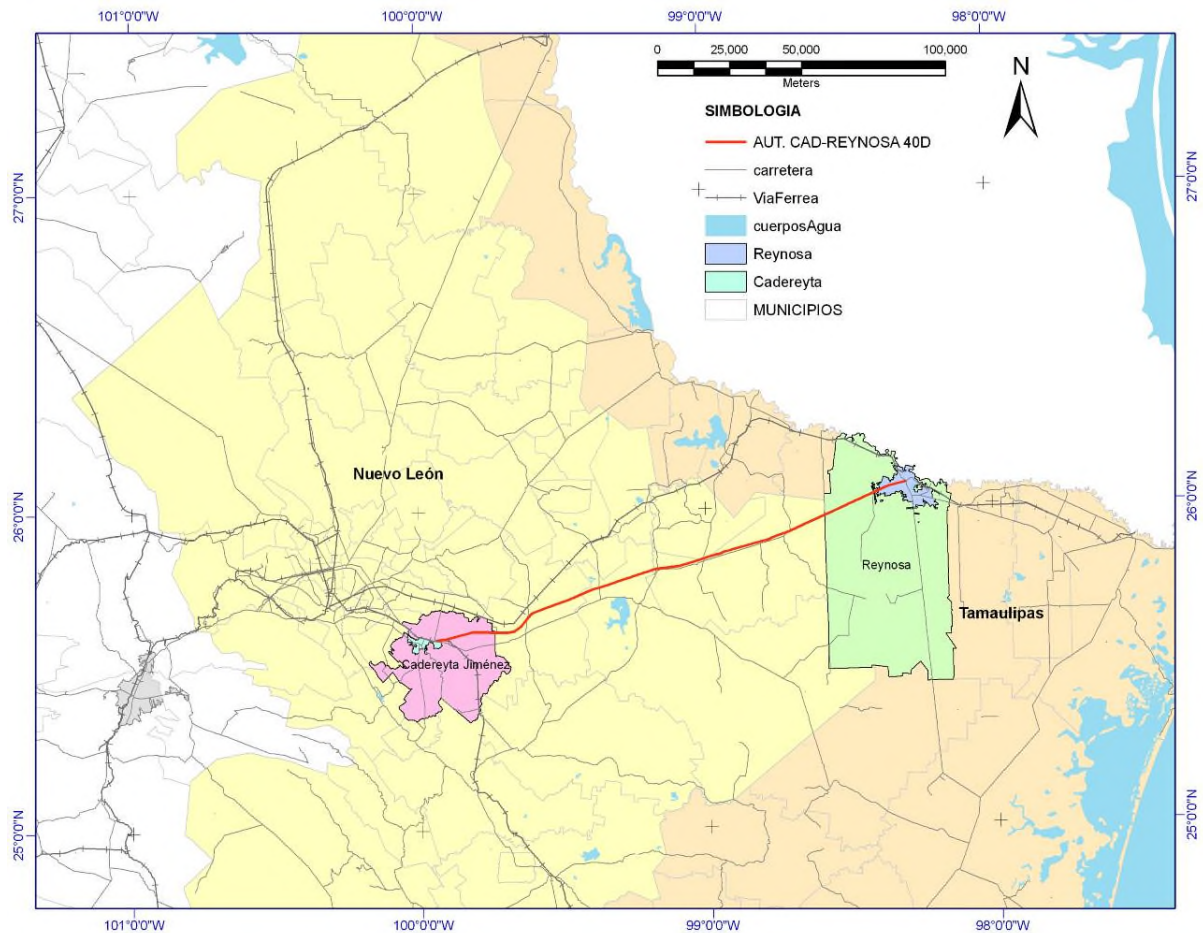


Figura V.1.1.1. Ubicación geográfica de la Autopista Cadereyta – Reynosa.

Reynosa es uno de los 43 municipios del estado fronterizo de Tamaulipas, cuya clave geoestadística es 28032 de acuerdo con el INEGI. Se localiza entre los paralelos  $26^{\circ} 14'$  y  $25^{\circ} 28'$  de latitud norte; los meridianos  $98^{\circ} 36'$  y  $98^{\circ} 09'$  de longitud oeste; altitud entre 50 y 300 m. Colinda al norte con los Estados Unidos de América; al este con el municipio de Río Bravo; al sur con el municipio de Méndez y el estado de Nuevo León; al oeste con el estado de Nuevo León y el municipio de Gustavo Díaz Ordaz. Ocupa el 3.9% de la superficie del estado, cuenta con 838 localidades y una población total de 608,891 habitantes (INEGI).

El Municipio de Reynosa tiene una zona metropolitana denominada Reynosa-Río Bravo-McAllen, que está conformada por cuatro localidades, dos del municipio de Río Bravo, una del municipio de Reynosa y una de la ciudad de McAllen, E.U.A. Según el último conteo (INEGI 2010), la población total del área metropolitana era hasta ese año de un total de 2,600,000 habitantes, situándola como el Área Metropolitana más poblada del estado. Reynosa cuenta con tres puentes internacionales, mismos que cruzan el río Bravo y llegan a Mission (Texas), Pharr (Texas) e Hidalgo (Texas).

### V.1.2. Justificación del Proyecto

Es de suma importancia garantizar la seguridad y confianza de los usuarios, brindándoles seguridad e información confiable y oportuna durante el recorrido. Esta situación ha generado la necesidad apremiante de mejorar y modernizar la infraestructura de señalamiento y dispositivos de seguridad actual, con el objeto de optimizar su funcionalidad, proporcionando a los usuarios de la autopista, información clara y oportuna sobre los diversos accesos, destinos, restricciones y recomendaciones con los que cuenta el sistema carretero en estudio; mejorando con ello, la seguridad, funcionalidad y por ende el servicio en general que presta la Autopista Cadereyta - Reynosa.

De conformidad con lo anterior, mediante estudios básicos y de ingeniería de tránsito, basados en los análisis de las características geométricas, de operación, físicas, y ambientales de la autopista, se procedió a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los elementos que conforman a los Dispositivos para el Control del Tránsito y Seguridad de la Autopista, con el fin de dictaminar la funcionalidad y calidad de éstos, para posteriormente desarrollar el proyecto de dispositivos para el control del tránsito y seguridad que la carretera demanda, según su clasificación y ubicación geográfica.

La ejecución del proyecto deberá apegarse en lo general, a lo dispuesto en las Normas y Manuales de la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

### V.2. Características de operación, tránsito y geométricas

La Autopista Cadereyta - Reynosa con ruta México 40D forma parte del Corredor Troncal Mazatlán - Durango - Torreón - Saltillo - Monterrey - Reynosa - Matamoros. Se trata de una carretera tipo A4S de sentidos separados físicamente por mediana, 2 carriles por sentido de circulación, velocidad de proyecto de 110 Km/h con una longitud aproximada de 132.02 Km, a cargo de CAPUFE, parte de la red FNI (Fondo Nacional de Infraestructura) que sustituye al Fideicomiso de Apoyo para el Rescate de Autopistas Concesionadas (FARAC) a partir de Febrero 2008. Con un TDPA de 3,796 vehículos y un Volumen Total Anual (VTA) de 1,385,380 vehículos registrados (Según el volumen de tránsito del año 2011, extraído de los Volúmenes de Tránsito en la Red Nacional de Carreteras Pavimentadas; editado por la SCT).

Tabla V.2.1. Volúmenes de tránsito registrados en las estaciones permanentes de conteo de vehículos, Autopista Cadereyta - Reynosa

TDPA	Clasificación Vehicular en Porcentaje												VTA
	M	A	AR	B	C2	C3	C4	C5	C7	C8	C9	VNC	
3,796	0.0	67.1	0.4	7.6	2.6	1.3	0.2	13.5	1.4	0.2	4.4	1.2	1,385,380

Tipo de vehículo	Descripción
M	Motos
A	Automóviles
AR	Automóvil con remolque
B	Autobuses
C2	Camión de dos ejes
C3	Camión de tres ejes
C4	Camión de cuatro ejes
C5	Camión de cinco ejes
C6	Camión de seis ejes
C7	Camión de siete ejes
C8	Camión de ocho ejes
C9	Camión de nueve ejes
VNC	Vehículos no clasificados

El trazo de la Autopista es casi paralelo al de la carretera federal, por lo que en teoría la distancia Cadereyta - Reynosa es igual, lo que supondría el mismo tiempo de recorrido por ambas vías; sin embargo, esto no es así pues son muchas las ventajas al usuario que brinda una carretera de altas especificaciones como la Autopista Cadereyta - Reynosa, sobre todo en tiempo y seguridad.



Figura V.2.1. Autopista Cadereyta – Reynosa 40D.

### V.2.1. Sección transversal

La sección transversal de la carretera incluye la corona, los carriles de circulación, los acotamientos, bordillos, elementos del drenaje, así como los cortes y los terraplenes. Las dimensiones de la corona y los elementos que la integran son las siguientes:

- Ancho de Corona = 9.70 – 10.70 m
- No. de carriles por sentido de circulación = 2
- Ancho de carriles = 3.75 m
- Ancho del acotamiento interno = 0.70 m
- Ancho del acotamiento externo = 1.50 m – 2.50 m
- Ancho de la Mediana = promedio 20.00 m

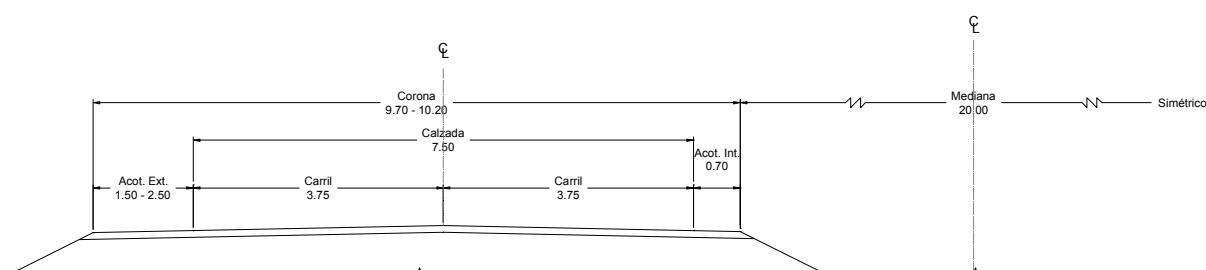


Figura V.2.1.1. Sección transversal de la Autopista Cadereyta – Reynosa 40D

Estas dimensiones corresponden a lo medido en campo, tanto para el cuerpo A como para el cuerpo B.

### V.2.2. Alineamiento Horizontal

Las curvas horizontales presentes a lo largo del tramo fueron localizadas y analizadas, determinando así el grado de curvatura y deflexión. De esta forma determinar la necesidad de dispositivos para el control del tránsito, tales como señales verticales bajas (SP-6 Curva, SP-7 Codo) o dispositivos diversos (Indicadores de Curva Peligrosa OD-12 o Defensa Metálica OD-4).

Se identificaron 12 curvas a lo largo de la autopista que pueden influir en el funcionamiento del señalamiento y dispositivos de seguridad, dichas curvas se enlistan a continuación:

Tabla V.2.2.1 Ubicación de curvas horizontales

NO. DE CURVA	UBICACIÓN (KM)
1	35+300
2	40+100
3	50+400
4	62+000
5	64+400
6	67+500
7	73+300
8	96+000
9	119+100

NO. DE CURVA	UBICACIÓN (KM)
10	127+550
11	142+300
12	166+100

**V.2.3. Control de acceso**

La Autopista en estudio cuenta con 6 accesos controlados (entronques) los cuales permiten controlar el ingreso de los vehículos provenientes de carreteras federales y carreteras locales, provenientes de las ciudades y poblados aledaños tales como: Cadereyta, Ramones, China, Los Herrera, Dr. Coss, Gral. Bravo, Nuevo León y Reynosa, Tamaulipas.

**Entronque con la Carretera Federal.**

Al inicio de la Autopista, a la altura del kilómetro 34+985 se encuentra el entronque con la Carretera Federal. Dicho lugar es el primer acceso controlado hacia esta importante vía de comunicación. Es aquí donde los vehículos provenientes de las ciudades de Monterrey y Cadereyta se incorporan a la Autopista Cadereyta - Reynosa para continuar con su itinerario hacia Reynosa, el cual puede ser de corto, mediano o largo alcance, ya que la Autopista cuenta con otros accesos controlados (entronques), mismos que permiten acceder a las ciudades de Los Ramones, China, Los Herrera, Gral. Bravo, Dr. Coss, distribuidos a lo largo de la autopista y existe un acceso controlado al CERESO. El entronque está conformado por dos gasas, la primera consiste en el acceso a la carretera federal libre en dirección hacia Cadereyta con número de ruta México 40, y la segunda gasa consiste en la incorporación de dicha carretera con la Autopista Cadereyta - Reynosa con número de ruta 40D, en dirección hacia Reynosa.

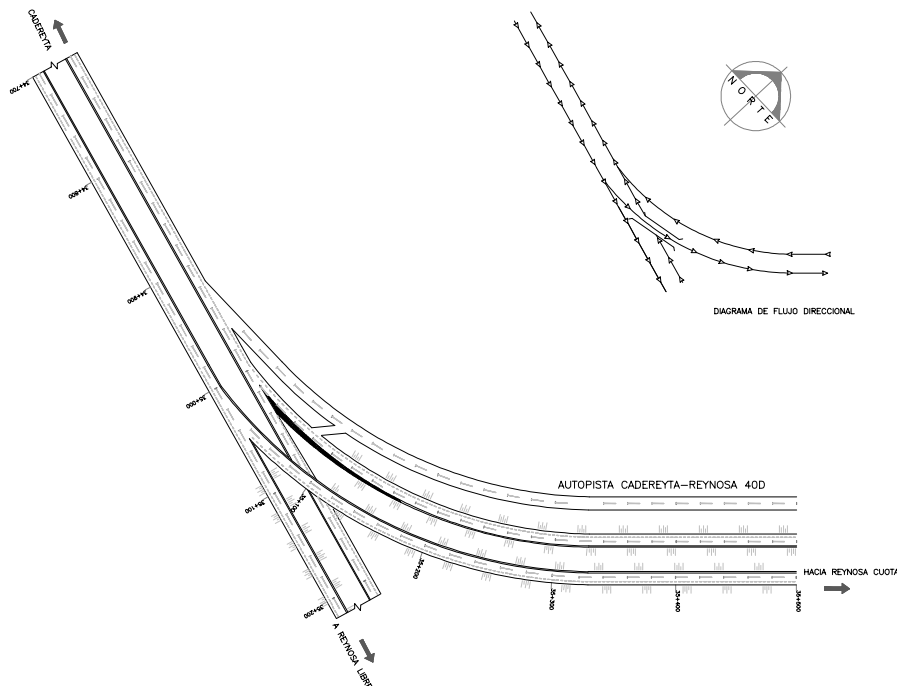


Figura V.2.3.1. Planta del Entronque “Cadereyta”

**Entronque CE.RE.SO.**

El entronque CE.RE.SO., ubicado en el km 37+000 de la Autopista Cadereyta – Reynosa está conformado por tres gasas, la primera proveniente de Cadereyta y se incorpora en dirección sureste para tomar la carretera federal a Reynosa; la segunda gasa proveniente de la carretera federal, se incorpora a la Autopista Cadereyta- Reynosa, en dirección al noreste y como destino final la ciudad de Reynosa; la tercera gasa proviene de la carretera federal y se incorpora a la autopista Cadereyta – Reynosa, en dirección hacia Cadereyta.

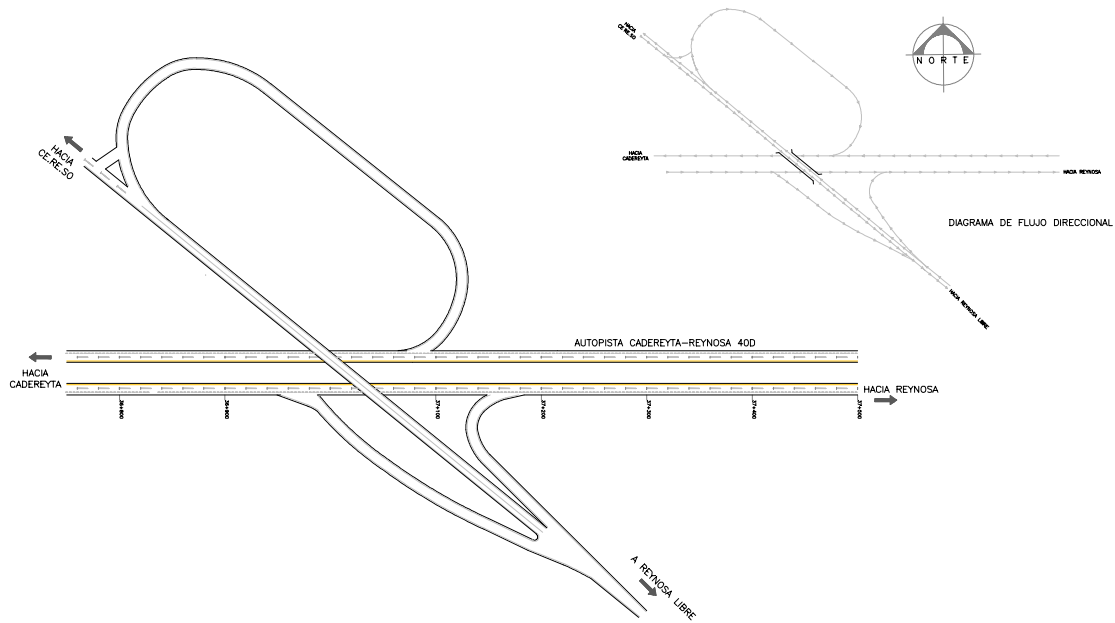


Figura V.2.3.2. Planta del Entronque “CE.RE.SO.”

**Entronque Los Ramones.**

El entronque denominado los Ramones se encuentra ubicado en el km 70+300 de la autopista en estudio, su nombre se debe a la cercanía de la localidad Los Ramones, este entronque cuenta con cuatro gasas que unen la carretera federal con la autopista, la primera gasa es una curva derecha, proveniente de Cadereyta y se incorpora a la carretera municipal para incorporarse después con la carretera federal 40 y tomar dirección hacia Monterrey o hacia Reynosa; la segunda gasa proveniente de Los Ramones, se incorpora a la autopista Cadereyta –Reynosa con una curva derecha y ya en la autopista va hacia Reynosa; la tercera gasa proviene de Reynosa y va hacia Los Ramones dicha incorporación se lleva a cabo mediante una curva derecha; la cuarta gasa proviene de la carretera federal No 40 mediante la carretera municipal y se incorpora a la Autopista en dirección Cadereyta con una curva derecha.



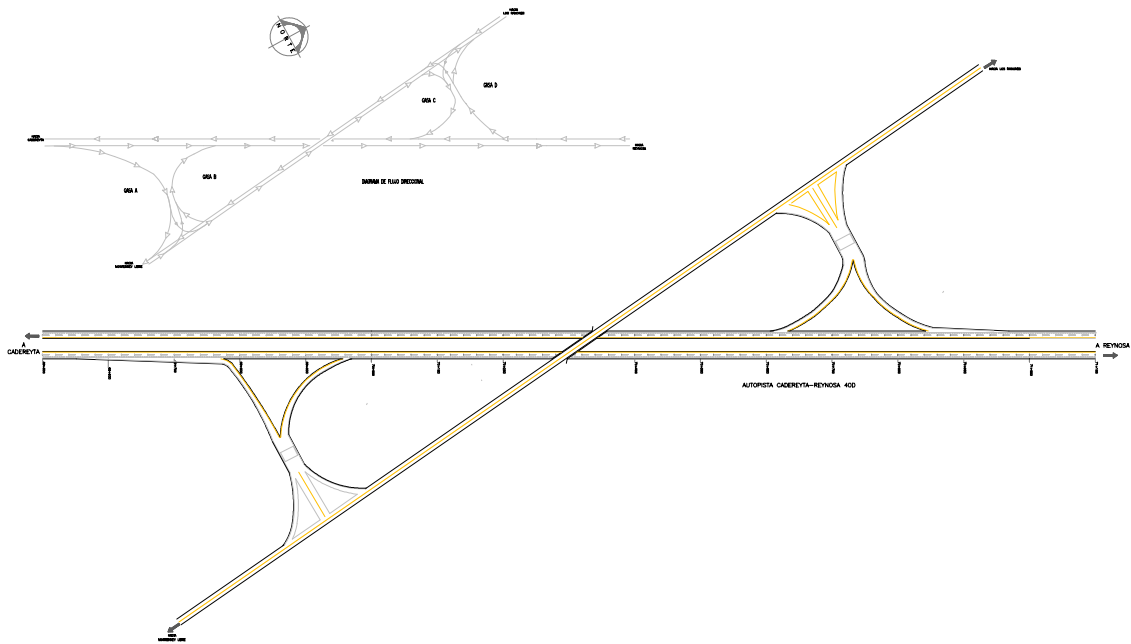


Figura V.2.3.3. Planta del Entronque “Los Ramones”

**Entronque China.**

Entronque ubicado en el km 98+667 de la Autopista Cadereyta – Reynosa, se encuentra formado por cuatro gasas, une la autopista con la carretera municipal que va del poblado Los Herrera a la población de China y después se une con la carretera federal no. 40, la primera gasa proviene de Cadereyta y con una curva se incorpora a la carretera municipal en dirección a la población Los Herrera, este poblado se encuentra al norte del entronque; la segunda gasa es una incorporación a la autopista en dirección hacia Reynosa con una curva, proveniente de la población China, este poblado se encuentra al sur del entronque; la tercera gasa es una curva derecha que va en dirección a la población Los Herrera, proveniente de Reynosa; la cuarta gasa es una curva que viene de la población China y se incorpora a la autopista en dirección a Cadereyta, dicha incorporación se da una vez cruzado la autopista. Los vehículos provenientes de la autopista Cadereyta – Reynosa y tengan como destino final Monterrey o Reynosa y decidan viajar por la carretera federal no. 40 tomarán hacia China ya que en este poblado se encuentra el acceso a la carretera federal y podrán tomar la dirección deseada.

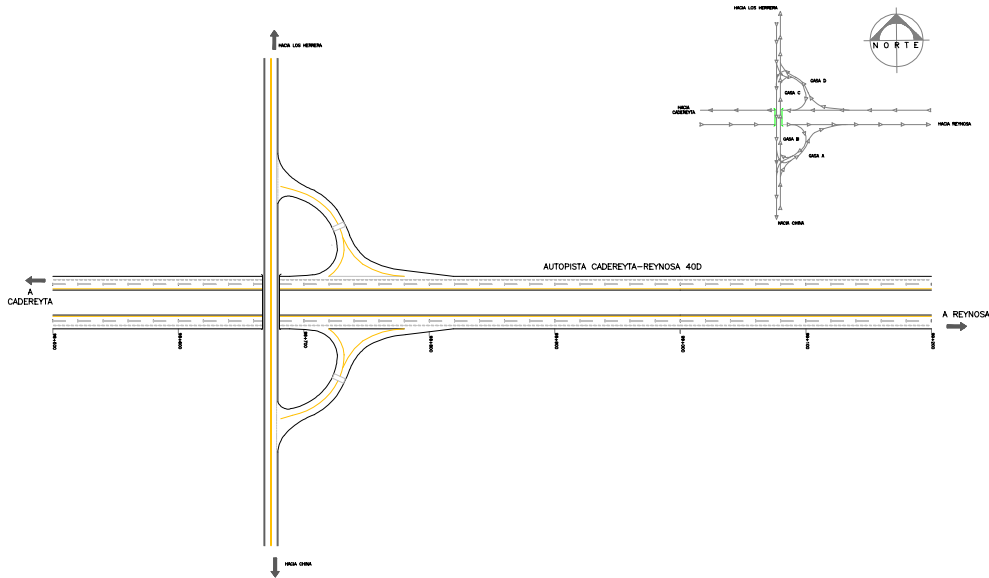


Figura V.2.3.4. Planta del Entronque “China”

**Entronque Gral. Bravo.**

Entronque ubicado en el km 119+900 muy cerca de la caseta de peaje que lleva el mismo nombre, se encuentra formado por dos gasas de accesos a la autopista y dos glorietas en los extremos para facilitar los retornos sobre la carretera municipal; la primera gasa proviene de la población General Bravo, población ubicada al sur del entronque y se incorpora a la autopista con dirección hacia Reynosa; la segunda gasa proviene de la autopista, de lo ciudad de Reynosa y se incorpora a la carretera municipal en dirección al poblado Dr. Coss, población que se encuentra al norte del entronque. Existen dos glorietas sobre la carretera municipal que une las poblaciones de Dr. Coss y Gral. Bravo, estas glorietas funcionan como retornos para incorporarse o no, a la autopista nuevamente o a la carretera federal no. 40 y tomar hacia Monterrey o hacia Reynosa.

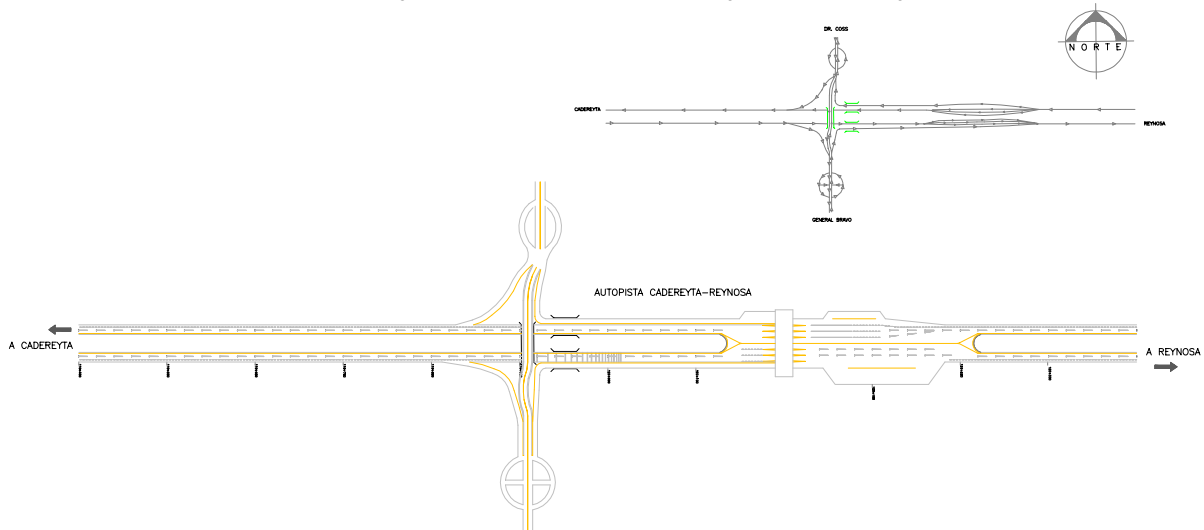


Figura V.2.3.5. Planta del Entronque “Gral. Bravo”

**Entronque La Sierrita.**

Entronque ubicado en el km 167+000, en este punto se une la autopista nuevamente y en forma definitiva con la carretera Federal, se encuentra formado por cuatro gasas, la primera gasa proviene de la autopista, de Cadereyta y se incorpora a la carretera Federal hacia Gral. Bravo, Cadereyta y Monterrey; la segunda gasa proviene de Gral. Bravo por la carretera Federal y se incorpora a lo que es el final de la autopista y continuar por la ya carretera Federal hacia la ciudad de Reynosa, la tercera gasa es la continuación de está pero cruzando la autopista y tomando hacia Cadereyta; la cuarta gasa proviene de la ciudad de Reynosa y continua hacia Gral. Bravo, Cadereyta, y Monterrey, entre otras ciudades, por la carretera Federal No. 40.

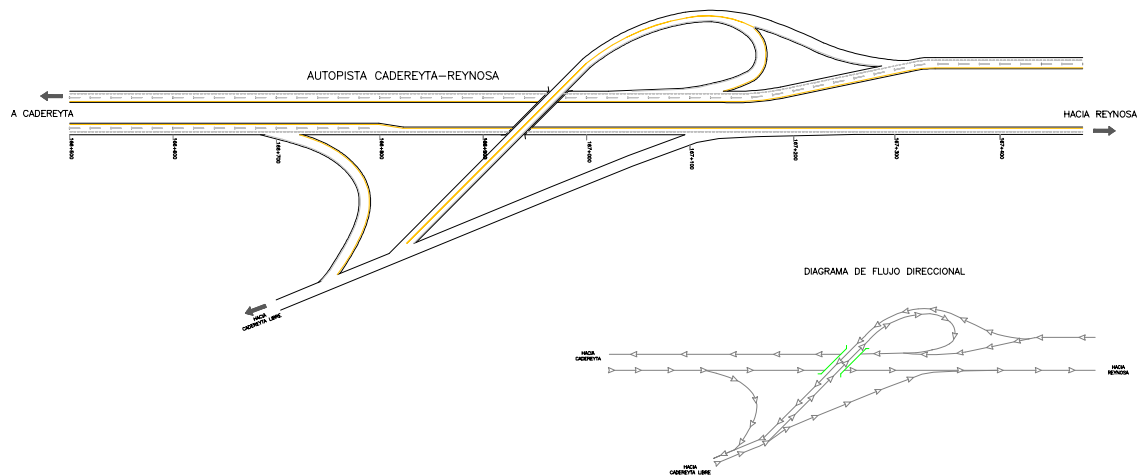


Figura V.2.3.6. Planta del Entronque “La Sierrita”

**V.2.4. Mediana**

La mayor parte de la longitud de la Autopista se encuentra dividida por una mediana cuyo ancho es promedio de 20.00 m los taludes son del orden de 3:1; este ancho se mantiene constante a todo lo largo de la Autopista.



Figura V.2.4.1. Vista de la mediana en la Autopista 40D

### V.2.5. Retornos

A lo largo de la Autopista Cadereyta - Reynosa se encuentran 8 retornos, cuya ubicación se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla V.2.5.1. Retornos

NO. DE RETORNO	UBICACIÓN (KM)
1	36+460
2	46+500
3	57+650
4	87+680
5	98+380
6	110+100
7	140+100
8	152+600



Figura V.2.5.1. Vista general del Retorno 3 km 57+650

### V.2.6. Derecho de vía

Las zonas laterales del Derecho de Vía de la Autopista Cadereyta - Reynosa presentan un ancho que va de los 20 a los 25 m. en toda la longitud del tramo. Dichas zonas se encuentran resguardadas de invasiones por construcciones particulares, por peatones, ganado o animales silvestres mediante una cerca de alambre de púas, dispositivo diverso OD-3. En todo el tramo la cerca se conforma con postes de concreto de 15 cm. de sección, 1.4 m de altura, separados entre sí de 4.0 a 4.5 m.

La longitud del tramo es considerable, lo que hace imposible garantizar la inexistencia de accesos ilegales (aberturas en la cerca), mismas que se presentan de forma aislada a lo largo de la Autopista. Se evidencia el esfuerzo de la

Superintendencia de Conservación por corregir dichas aberturas, subsanándolas en la brevedad, una vez que son localizadas con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios, personas, ganado y fauna silvestre.

*Anuncios Espectaculares.* Los anuncios espectaculares se encuentran por la parte de afuera de la franja del derecho de vía, esto es en ningún sitio de la franja del derecho de vía existen anuncios espectaculares

*Estaciones de servicio y paraderos.* Durante los recorridos se observó una estación de servicio, la cual se ubica en el kilómetro 98+500 cuerpo A. En la estación de servicio se observaron zonas para estacionarse y locales de alimentos y servicios sanitarios, los cuales se apreciaron en buenas condiciones, mantenidos así por los encargados de los lugares. La estación de servicio cuenta también con servicio de teléfono.

Por la longitud del tramo, se deberá de evaluar si es recomendable colocar otra estación de servicio, ya que la diferencia entre esta y los extremos de la autopista son 63+515 kilómetros al entronque Cadereyta y 68+500 kilómetros al entronque La Sierrita.

Además de funcionar como estaciones de servicio con alimentos y sanitarios, la estación o gasolinera pueden servir de paraderos de descanso. Otras zonas de descanso en el tramo se presentan en los retornos, ya que estos se presentan amplios y con suficiente longitud para permitir el estacionado de automóviles. Además de lo anterior, los retornos cuentan con servicio de SOS, agua no potable y depósitos de basura, lo cual es de vital importancia por las características físicas y geométricas de la autopista. Otra zona habilitada para funcionar como paradero es la caseta de cuota, ya que esta cuenta por disposición de CAPUFE y la SCT con sanitarios y estacionamiento.



Figura V.2.67.1. Vista del derecho de vía cuerpo A.

### V.2.7. Análisis de Accidentes

Con la finalidad de resolver los diferentes problemas que presenta la operación de los caminos, es imprescindible el análisis de los accidentes como una de las bases fundamentales para emitir un juicio que indique sus causas reales y así, proporcionar una solución más segura para los casos actuales y futuros.

Una vez estudiados y analizados los datos proporcionados por CAPUFE, relación de accidentes ocurridos en la autopista durante los años 2004, 2005 y 2006, se obtuvieron los siguientes resultados. El tramo en estudio se fragmento en tramos de 10 km. Y los resultados para cada año son los siguientes:

*Año 2004:* El tramo con el mayor número de accidentes ocurridos en este año es del km 116+000 al km 125+999 con un total de 51 accidentes ocurridos; en segundo lugar se tiene al tramo del km 156+000 al km 167+000 con 42 accidentes ocurridos; en tercer lugar se tiene al tramo del km 86+000 al km 95+999 con 33 accidentes ocurridos, estos son los tramos que presentan el mayor número de accidentes, en el tramo restante el promedio de accidentes ocurridos se encuentra en el orden de 19 accidentes, como se puede observar en la siguiente gráfica.

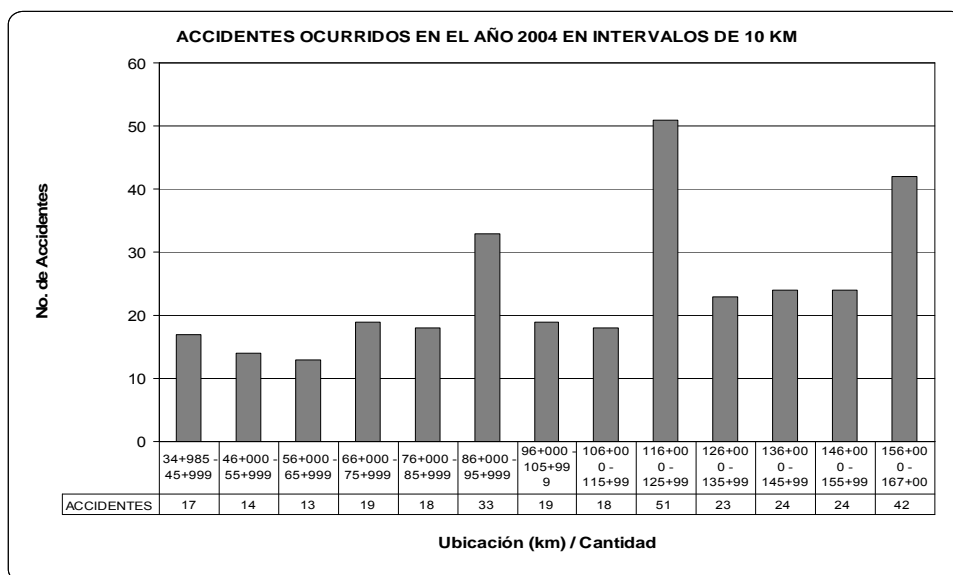


Figura V.2.7.1. Accidentes ocurridos en el 2004 en intervalos de 10 km.

Por otro lado, el mes de junio es el mes en que ocurren el mayor número de accidentes, con un total de 44 accidentes ocurridos en este mes; le sigue el mes de mayo con un 38 accidentes ocurridos en este mes; el mes de octubre y diciembre tiene un total de 32 accidentes ocurridos en cada mes; y en el mes de marzo, ocurrieron 31 accidentes; en los meses restantes el promedio de accidentes ocurridos es de 20 accidentes por mes, lo anterior se puede ver en la siguiente figura.

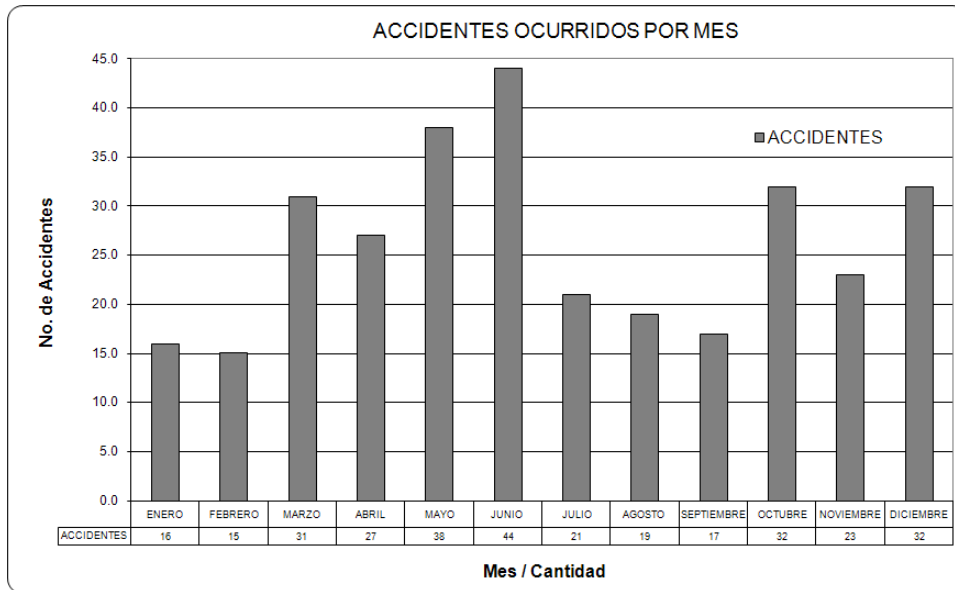


Figura V.2.7.1. Distribución mensual de Accidentes ocurridos en el 2004

Año 2005: El tramo con el mayor número de accidentes ocurridos en este año es del km 56+000 al km 65+999 con un total de 33 accidentes ocurridos; en segundo lugar se tiene al tramo del km 156+000 al km 167+000 con 32 accidentes ocurridos; en tercer lugar se tiene al tramo del km 96+000 al km 105+999 con 28 accidentes ocurridos, estos son los tramos que presentan el mayor número de accidentes, del km 116+000 al km 145+999 se tienen 24 accidentes ocurridos por cada tramo de 10 km, en el tramo restante el promedio de accidentes ocurridos se encuentra en el orden de 17 accidentes como se puede observar en la siguiente gráfica.

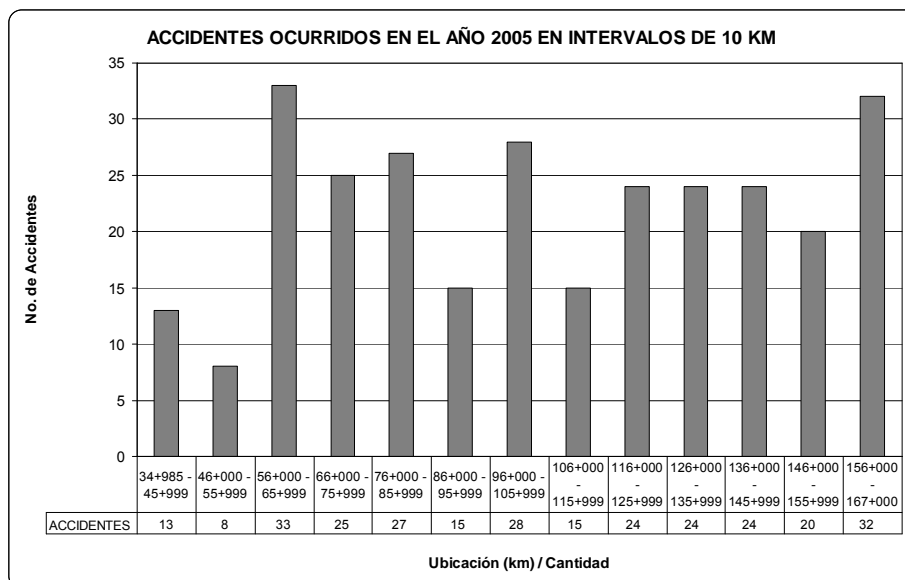


Figura V.2.7.3. Accidentes ocurridos en el 2005 en intervalos de 10 km.

Por otro lado, el mes de noviembre es el mes en que ocurren el mayor número de accidentes, con un total de 36 accidentes ocurridos en este mes; le sigue el mes de diciembre con un total de 31 accidentes ocurridos en este mes; el mes de septiembre tiene un total de 30 accidentes ocurridos en cada mes; y en el mes de marzo, ocurrieron 29 accidentes; los meses de abril, mayo y junio ocurrieron 23 accidentes en cada mes: en los meses restantes el promedio de accidentes ocurridos fue de 18 accidentes por mes lo anterior se puede ver en la siguiente gráfica.

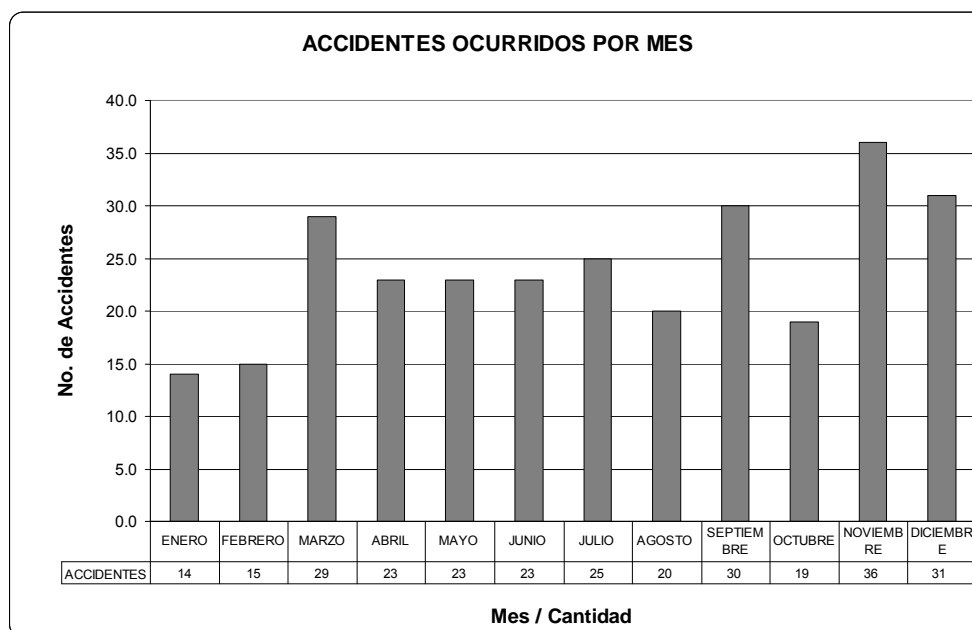


Figura V.2.7.4. Distribución mensual de Accidentes ocurridos en el 2005

*Año 2006:* En este año solo se tiene información del mes de enero hasta el mes de agosto de 2006. El tramo con el mayor número de accidentes ocurridos en este año es del km 116+000 al km 125+999 con un total de 31 accidentes ocurridos; en segundo lugar se tiene al tramo del km 66+000 al km 75+999 con 25 accidentes ocurridos; en tercer lugar se tiene al tramo del km 136+000 al km 145+999 con 22 accidentes ocurridos, estos son los tramos que presentan el mayor número de accidentes, del km 86+000 al km 95+999 se tienen 23 accidentes ocurridos en este tramo, en el tramo restante el promedio de accidentes ocurridos se encuentra en el orden de 15 accidentes como se puede observar en la siguiente gráfica.



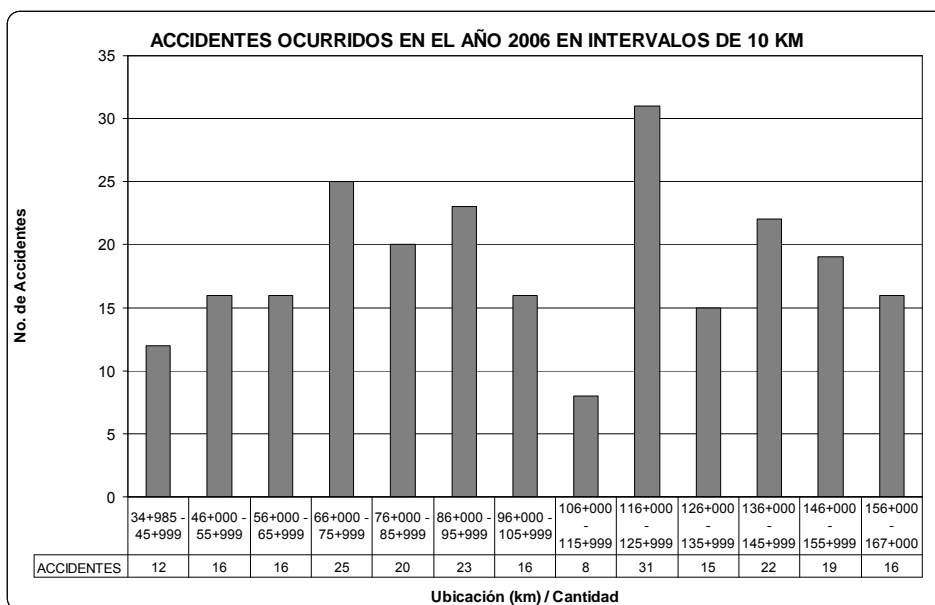


Figura V.2.7.5. Accidentes ocurridos en el 2006 en intervalos de 10 km.

Por otro lado, el mes de marzo es el mes en que ocurren el mayor número de accidentes, con un total de 37 accidentes ocurridos en este mes; le sigue el mes de mayo y julio con un total de 35 accidentes ocurridos en este mes; el mes de junio tiene un total de 31 accidentes ocurridos en cada mes; y en el mes de agosto ocurrieron 30 accidentes; en los meses restantes el promedio de accidentes ocurridos fue de 24 accidentes por mes, lo anterior se puede ver en la siguiente gráfica.

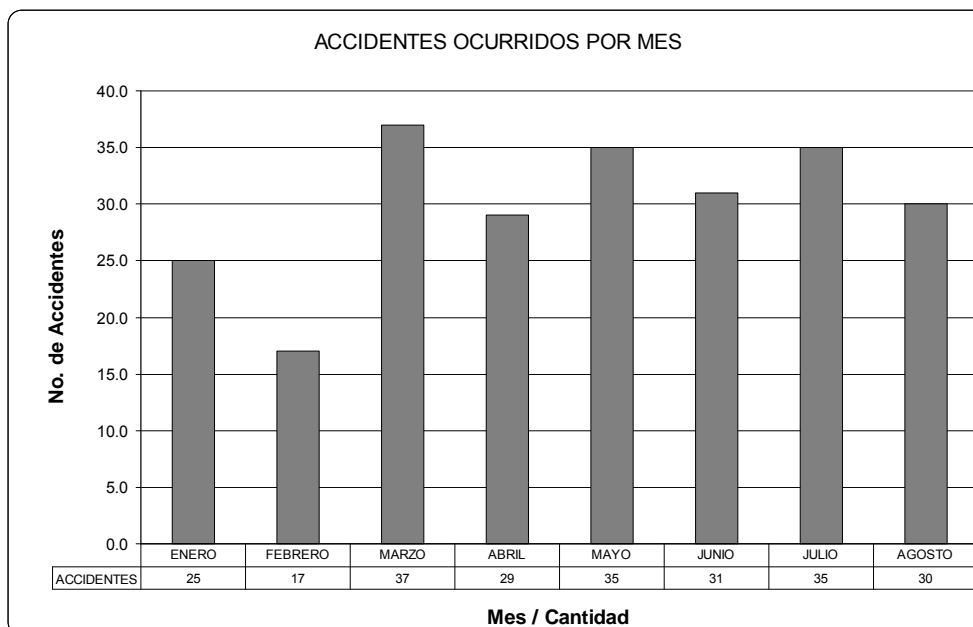


Figura V.2.7.6. Distribución mensual de Accidentes ocurridos en el 2006

### **V.3. Evaluación de los dispositivos existentes**

#### **V.3.1. Metodología de Trabajo**

La metodología empleada en la realización del presente estudio está conformada por los siguientes puntos:

- Localización y reconocimiento a detalle de la Autopista Cadereyta - Reynosa, del señalamiento vertical, horizontal y dispositivos diversos existentes, lo anterior se obtiene con la recopilación de información de campo, proporcionada por personal técnico especializado, consistente en los levantamientos topográficos y de señalamiento, así mismo con información documental proporcionada por la SCT (Normas para la infraestructura del transporte) y la Superintendencia de Conservación del tramo.
- Evaluación y diagnóstico del estado físico, ubicación, color, rótulos y leyendas en el señalamiento y dispositivos diversos existentes, y procesamiento de información de campo relativo al inventario del señalamiento existente; a fin de proponer su solución al realizar el proyecto de señalamiento horizontal y vertical.
- Realizar el proyecto de señalamiento, utilizando la normatividad vigente de la SCT para los diferentes dispositivos de control utilizados en los tramos de autopista, como en sus entronques, retornos y demás elementos que la conforman.

Durante la primera etapa del proyecto, se efectuaron una serie de juntas y recorridos al sitio de estudio con el objeto de que en conjunto con CAPUFE y Servicios Técnicos de la SCT, se pudieran definir la factibilidad y restricciones que CAPUFE y la Secretaria, consideraban indispensables para el desarrollo del proyecto. *De lo anterior se definió que las paletas de kilometraje no se cambiaran de lugar por ningún motivo.* Cabe mencionar que no se realizaron Estudios de Topografía ni de Geotecnia por lo que para la configuración topográfica de entronques y el alineamiento horizontal y vertical del camino abierto, se trabajó con información proporcionada por la Dependencia.

#### **V.3.2. Inventario**

El presente apartado contiene un informe del señalamiento vertical, horizontal y dispositivos de control de tránsito existentes en la Autopista Cadereyta - Reynosa, cuantificando, distinguiendo y ubicando cada uno de los dispositivos, así como un diagnóstico del nivel de deterioro y servicio del señalamiento actual; reubicación y eliminación de cada uno de estos elementos que conforman el sistema de señalización de esta importante vía de comunicación.

Personal técnico de esta empresa, especializado en Ingeniería de Tránsito, llevó a cabo una evaluación cuantitativa y cualitativa mediante diversos recorridos en campo, indicando el estado físico, las dimensiones y tipo del señalamiento existente en la Autopista Cadereyta - Reynosa. Con el objetivo de evaluar el estado actual del señalamiento y determinar la funcionalidad de todos los

elementos, que conforman el sistema de señalización vertical. Para realizar esta actividad, se utilizó un formato de campo (Figura V.3.2.2), que permitió sistematizar el inventario



Figura V.3.2.1. Personal durante los trabajos de inventario en la Autopista

El presente inventario, se realizó tomando en cuenta la ubicación y características físicas tales como; tipo de señalamiento, estado físico, color, contenido (rótulos y leyendas), dimensiones y estructuras de soporte. Presentándose la información recopilada en los estudios de campo; reporte fotográfico y planos de inventario de señalamiento y dispositivos de seguridad que conforman el Proyecto.


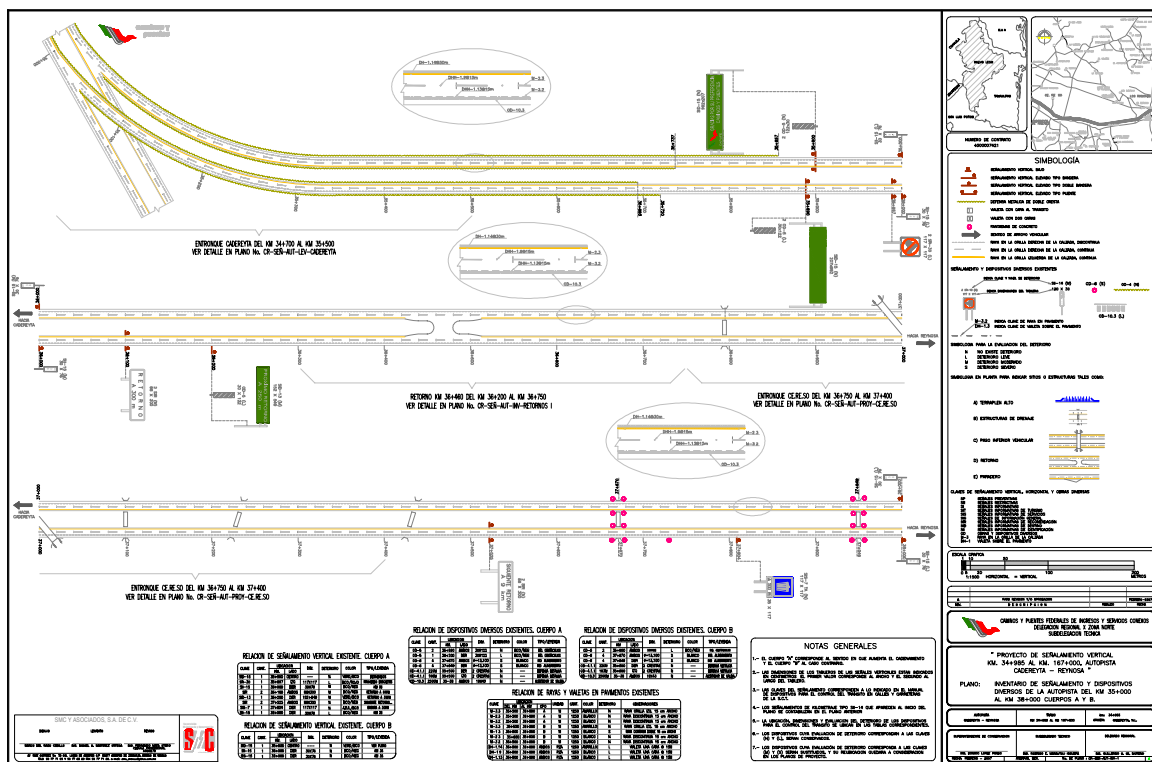
		PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL KM 34+985 AL KM 167+000, AUTOPISTA CADEREYTA - REYNOSA				
		INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO				
Enero 2007		Cuerpo B				
KM	LADO	DETERIORO	CLAVE	TIPO DE SEÑALAMIENTO	DIMENSIONES	
35+900	centro	N	SD - 15	PUNTE	**	
35+900	derecho	N	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	
35+900	izquierdo	N	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	
36+000	derecho	N	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	
36+511	izquierdo	M	SR - 25	RETORNO	(117X117)	
36+738	derecho	L	SD - 13 (2)	BANDERA DE DOS RENGLONES	(549X152)*	
36+738	derecho	L	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	
36+738	derecho	N	M-3.2	RAYA EN LA ORILLA DISCONTINUA	BLANCO( 200 @ 200 X 15)	
36+770	izquierdo	L	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
36+770	derecho	N	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
36+817 AL 36+793	izquierdo	N	OD - 04	DEFENSA METÁLICA 2 CRESTAS	VER PLANOS DE INV.	
36+817	izquierdo	L	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	
36+833 AL 36+807	derecho	N	OD - 04	DEFENSA METÁLICA 2 CRESTAS	VER PLANOS DE INV.	
36+833	derecho	S	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	
36+833	derecho	N	SID - 09	ENTRONQUE	(2)(239X56)	
36+885	derecho	S	SID - 08	ACCESO A POBLADO	(239X56)	
36+975	centro		SIN CLAVE	PASO INFERIOR VEHICULAR (PIV)	VER PLANOS DE INV.	
36+975	centro	N	SR - 15	ALTURA LIBRE RESTRINGIDA	(117X117)	
37+000	derecho	N	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	
37+000	derecho		SIN CLAVE	ESTRUCTURAS DENTRO DEL DERECHO DE VIA	VER PLANOS DE INV.	
37+053	derecho	N	SR - 07	CEDA EL PASO	100 POR LADO SIN CEJA	
37+100	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
37+100 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+113 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+100	izquierdo	N	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
37+100	derecho	N	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
37+235	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
37+235 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+231(2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+272	derecho	N	SP - 17	INCORPORACIÓN DEL TRÁNSITO	(117X117)	
37+437	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
37+437 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+437(2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+465	derecho	N	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
37+465	izquierdo	N	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	
37+670	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
37+670 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+670 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+949	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
37+953 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
37+949 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
38+000	derecho	L	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	
38+200	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
38+200 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
38+200 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
38+213	derecho	N	SR - 09 TA	VELOCIDAD CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)(117X35)	
38+213	izquierdo	N	SR - 09 TA	VELOCIDAD CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)(117X35)	
38+963	ambos lados		SIN CLAVE	PASO SUPERIOR DE GANADO (PSG)	VER PLANOS DE INV.	
38+963 (0)	derecho	S	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
38+963 (0)	izquierdo	S	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
39+000	derecho	N	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	
39+120	derecho		SIN CLAVE	ESTRUCTURAS DENTRO DEL DERECHO DE VIA	VER PLANOS DE INV.	
40+000	derecho	N	SII - 14	KILOMETRAJE CON RUTA	(120X30)	
40+000	izquierdo	N	SII - 14	KILOMETRAJE CON RUTA	(120X30)	
40+084	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+180	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
40+180 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+175 (1)	izquierdo	S	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+238	izquierdo	S	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+290	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+316	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+468	derecho	N	SP - 06	CURVA	(117X117)	
40+468	izquierdo	N	SP - 06	CURVA	(117X117)	
40+510	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
40+510 (2)	derecho	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+520 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+680	ambos lados		SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	
40+680 (1)	derecho	S	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+680 (2)	izquierdo	L	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	
40+955	derecho	S	OD - 03	POSTES DE DERECHO DE VIA	(15X15X120)	
41+000	derecho	N	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	
41+570	derecho	L	SIN CLAVE	PARADERO CON TOMA DE AGUA NO POT. Y CONT. BASURA	VER PLANOS DE INV.	
AL	derecho		SIN CLAVE	PARADERO CON TOMA DE AGUA NO POT. Y CONT. BASURA	VER PLANOS DE INV.	
41+480	derecho		SIN CLAVE	PARADERO CON TOMA DE AGUA NO POT. Y CONT. BASURA	VER PLANOS DE INV.	
41+497	derecho	N	SIS - 07	DEPÓSITO DE BASURA	(86X86)	

Figura V.3.2.2. Ejemplo del Formato empleado para el Inventario del señalamiento

Los resultados de la evaluación del señalamiento vertical y horizontal, y dispositivos diversos a lo largo de la Autopista se registran en los formatos de evaluación, los cuales se emplearon para evaluar el nivel de deterioro del señalamiento y dispositivos existentes en cada kilómetro de la Autopista, mismos que se encuentran en el DIAGNOSTICO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO Y DIVERSOS Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

La ubicación, tipificación, evaluación y cuantificación de los elementos que conforman al señalamiento y dispositivos diversos se encuentran plasmados en planos en planta: *Inventario de señalamiento horizontal, vertical y dispositivos diversos en Camino Abierto* y en *Inventario de señalamiento horizontal, vertical y dispositivos diversos cada entronque*.



Ubicación, el tipo de señal, el contenido, color, dimensiones y estado que guarda la señal o dispositivo se indica debidamente en los planos de inventario, de acuerdo con la simbología y nomenclatura adoptada (Figura V.3.2.4).

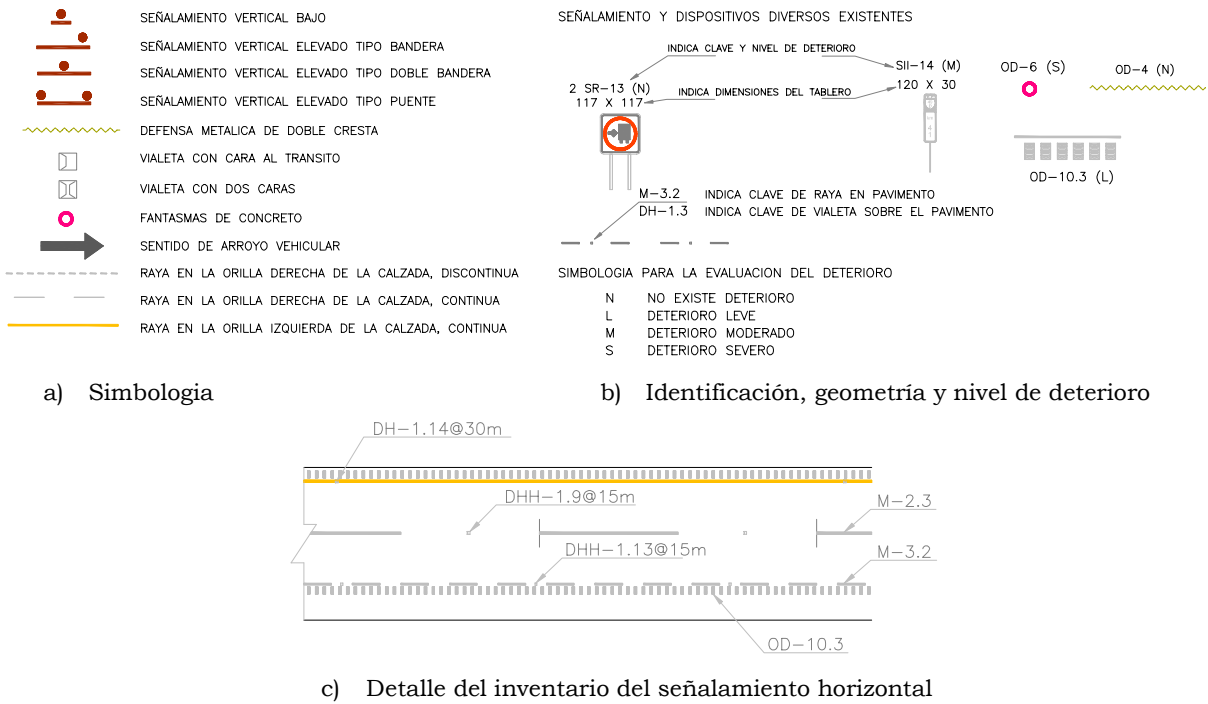


Figura V.3.2.4. Simbología e identificación de señales y dispositivos

Como se observa se indica el tipo de señalamiento vertical (bajo o elevado), su ubicación respecto al kilometraje del camino, cantidad, las dimensiones de la señal, el contenido o leyenda y su estado físico, indicando el nivel de deterioro con la letra correspondiente entre paréntesis de acuerdo a la simbología.

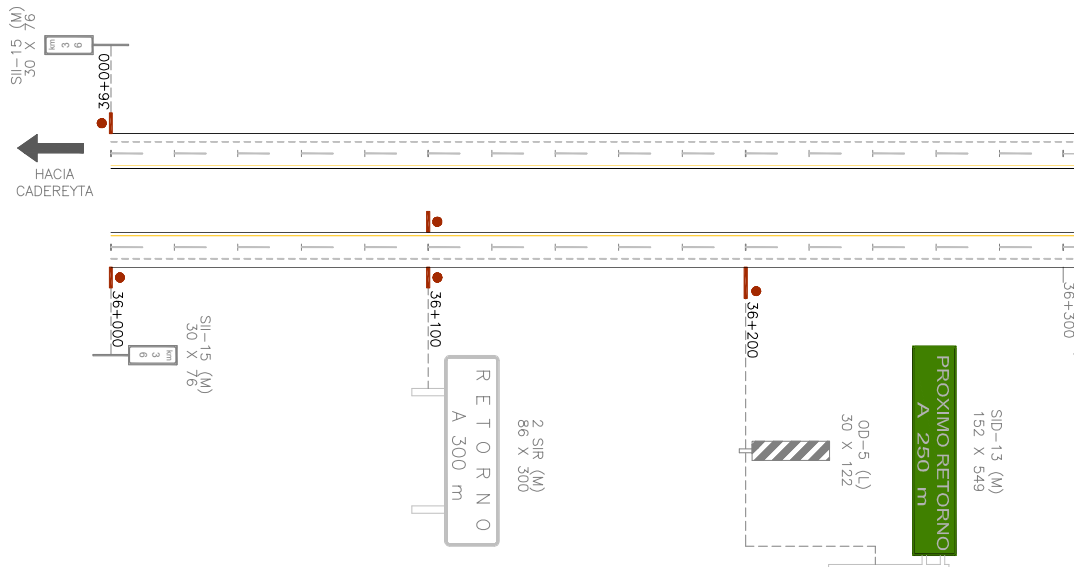


Figura V.3.2.5. Extracto del plano de inventario

En el cuerpo A de la Autopista Cadereyta – Reynosa se inventariaron un total de 1,650 elementos, de los cuales 1,250 corresponden a dispositivos de Señalamiento Vertical.

Tabla V.3.2.1. Resumen del inventario de señalamiento y dispositivos de control de tránsito Autopista Cadereyta - Reynosa Cuerpo A.

ID	CLAVE	SEÑAL	DIMENSIONES (cm)	CANTIDAD
1	SII - 14	KILOMETRAJE CON RUTA	(120X30)	49
2	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	121
3	SID - 08	ACCESO A POBLADO	(239X56)	1
4	SID - 09	ENTRONQUE	(2)(239X56)	0
5	SID - 11	CONFIRMATIVA	(240X56)	7
6	SID - 13 (1)	BANDERA DE UN RENGLON	(305X76)*	6
7	SID - 13 (2)	BANDERA DE DOS RENGLONES	(549X152)*	5
8	SID - 15	PUENTE	**	14
9	SIG - 08	NOMBRE DE OBRAS	(239X56)	3
10	SIR (1)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN UN RENGLÓN	(239X40)	25
11	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	91
12	SIS - 04	AUXILIO TURÍSTICO	(86X86)	0
13	SIS - 07	DEPÓSITO DE BASURA	(86X86)	17
14	SIS - 07 TA	DEPÓSITO DE BASURA CON TABLERO ADICIONAL	(117X117) (117X35)	19
15	SIS - 08	ESTACIONAMIENTO	(86X86)	4
16	SIS - 11	GASOLINERIA	(117X117)	0
17	SIS - 11 TA	GASOLINERIA CON TABLERO	(117X117) (117X35)	6
18	SIS - 13	HOTEL	(86X86)	0
19	SIS - 16	MECÁNICO	(86X86)	0
20	SIS - 17	MÉDICO	(86X86)	0
21	SIS - 22	RESTAURANTE	(86X86)	0
22	SIS - 23	SANITARIOS	(86X86)	1
23	SIS - 26	TELEFONO	(86X86)	0
24	SP - 06	CURVA	(117X117)	21
25	SP - 12	ENTRONQUE EN T	(117X117)	1
26	SP - 13	ENTRONQUE EN DELTA	(117X117)	1
27	SP - 14	ENTRONQUE LATERAL OBLICUO	(117X117)	0
28	SP - 17	INCORPORACIÓN DEL TRÁNSITO	(117X117)	6
29	SP - 25	ALTURA LIBRE	(117X117)	1
30	SP - 28	SUPERFICIE DERRAPANTE	(117X117)	0
31	SP - 30	ZONA DE DERRUMBES	(117X117)	7
32	SP - 34	GANADO	(117X117)	0
33	SP - 34*	VENADOS	(117X117)	1
34	SP - 40	GRAVA SUELTA	(117X117)	0
35	SR - 06	ALTO	30 POR LADO SIN CEJA	2
36	SR - 07	CEDA EL PASO	100 POR LADO SIN CEJA	1
37	SR - 09	VELOCIDAD	(117X117)	4
38	SR - 09 TA	VELOCIDAD CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)(117X35)	46
39	SR - 10	VUELTA CONTINUA	(117X117)	0

ID	CLAVE	SEÑAL	DIMENSIONES (cm)	CANTIDAD
40	SR - 12	SOLO VUELTA IZQUIERDA	(117X117)	1
41	SR - 12 TA	SOLO VUELTA IZQUIERDA CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)	2
42	SR - 13	CONSERVE SU DERECHA	(117X117)	16
43	SR - 15	ALTURA LIBRE RESTRINGIDA	(117X117)	35
44	SR - 25	RETORNO	(117X117)	4
45	SR - 29	PROHIBIDO EL PASO A MAQUINARIA AGRICOLA	(117X117)	0
46	SR - 30	PROHIBIDO EL PASO A BICICLETAS	(117X117)	6
47	SR - 31	PROHIBIDO EL PASO A PERSONAS	(117X117)	0
48	OD - 04	DEFENSA METÁLICA 2 CRESTAS	VER PLANOS DE INV.	75
49	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	95
50	OD - 05 (d)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS EN BIFURCACIONES	(122X60)	5
51	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	519
52	OD - 12	INDICADOR DE CURVA PELIGROSA	(90X76) CON CEJA	4
53	SIN CLAVE	PARADERO CON TOMA DE AGUA NO POT. Y CONT. BASURA	VER PLANOS DE INV.	67
54	SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	190
55	SIN CLAVE	PASO INFERIOR VEHICULAR (PIV)	VER PLANOS DE INV.	34
56	SIN CLAVE	PASO SUPERIOR DE GANADO (PSG)	VER PLANOS DE INV.	54
57	SIN CLAVE	POSTES METALICOS	SIN MEDIDA	7
58	OD - 03	POSTES DE DERECHO DE VIA	(15X15X120)	25
59	M-3.2	RAYA EN LA ORILLA DISCONTINUA	BLANCO( 200 @ 200 X 15)	13
60	M-2.3	RAYA SEPARADORA DE CARRILES DISCONTINUA	BLANCO( 500 @1000 X 15 )	7
61	M-3.3	RAYA EN LA ORILLA IZQUIERDA DE LA CALZADA	AMARILLO ( CONTINUA DE 0.15M)	17
62	SP - 19	SALIDA	(117X117)	3
63	SIN CLAVE	ESTRUCTAS DENTRO DEL DERECHO DE VIA	VER PLANOS DE INV.	11

\* Las dimensiones no pudieron ser tomadas de forma directa.

\*\* Debido a la altura y condiciones de transito no se efectuó medición directa.

TA Tablero Adicional

(s) Sencillo

(d) Doble



En el cuerpo B de la Autopista Cadereyta – Reynosa se inventariaron un total de 1,452 elementos, de los cuales 1,126 corresponden a dispositivos de Señalamiento Vertical.

Tabla V.3.2.2. Resumen del inventario de señalamiento y dispositivos de control de tránsito Autopista Cadereyta - Reynosa Cuerpo B.

ID	CLAVE	SEÑAL	DIMENSIONES	CANT.
1	SII - 14	KILOMETRAJE CON RUTA	(120X30)	47
2	SII - 15	KILOMETRAJE SIN RUTA	(76X30)	105
3	SID - 08	ACCESO A POBLADO	(239X56)	1
4	SID - 09	ENTRONQUE	(2)(239X56)	2
5	SID - 11	CONFIRMATIVA	(240X56)	2
6	SID - 13 (1)	BANDERA DE UN RENGLON	(305X76)*	1
7	SID - 13 (2)	BANDERA DE DOS RENGLONES	(549X152)*	5
8	SID - 15	PUENTE	**	7
9	SIG - 08	NOMBRE DE OBRAS	(239X56)	0
10	SIR (1)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN UN RENGLÓN	(239X40)	33
11	SIR (2)	SEÑAL INFORMATIVA DE RECOMENDACIÓN DOS RENGLONES	(300X86)	76
12	SIS - 04	AUXILIO TURÍSTICO	(86X86)	0
13	SIS - 07	DEPÓSITO DE BASURA	(86X86)	13
14	SIS - 07 TA	DEPÓSITO DE BASURA CON TABLERO ADICIONAL	(117X117) (117X35)	15
15	SIS - 08	ESTACIONAMIENTO	(86X86)	0
16	SIS - 11	GASOLINERIA	(117X117)	0
17	SIS - 11 TA	GASOLINERIA CON TABLERO	(117X117) (117X35)	2
18	SIS - 13	HOTEL	(86X86)	0
19	SIS - 16	MECÁNICO	(86X86)	0
20	SIS - 17	MÉDICO	(86X86)	0
21	SIS - 22	RESTAURANTE	(86X86)	0
22	SIS - 23	SANITARIOS	(86X86)	0
23	SIS - 26	TELEFONO	(86X86)	0
24	SP - 06	CURVA	(117X117)	23
25	SP - 12	ENTRONQUE EN T	(117X117)	0
26	SP - 13	ENTRONQUE EN DELTA	(117X117)	2
27	SP - 14	ENTRONQUE LATERAL OBLICUO	(117X117)	0
28	SP - 17	INCORPORACIÓN DEL TRÁNSITO	(117X117)	3
29	SP - 25	ALTURA LIBRE	(117X117)	0
30	SP - 28	SUPERFICIE DERRAPANTE	(117X117)	0
31	SP - 30	ZONA DE DERRUMBES	(117X117)	8
32	SP - 34	GANADO	(117X117)	0
33	SP - 34*	VENADOS	(117X117)	1
34	SP - 40	GRAVA SUELTA	(117X117)	0
35	SR - 06	ALTO	30 POR LADO SIN CEJA	0
36	SR - 07	CEDA EL PASO	100 POR LADO SIN CEJA	1
37	SR - 09	VELOCIDAD	(117X117)	0
38	SR - 09 TA	VELOCIDAD CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)(117X35)	49
39	SR - 10	VUELTA CONTINUA	(117X117)	0

ID	CLAVE	SEÑAL	DIMENSIONES	CANT.
40	SR - 12	SOLO VUELTA IZQUIERDA	(117X117)	0
41	SR - 12 TA	SOLO VUELTA IZQUIERDA CON TABLERO ADICIONAL	(117X117)	0
42	SR - 13	CONSERVE SU DERECHA	(117X117)	17
43	SR - 15	ALTURA LIBRE RESTRINGIDA	(117X117)	34
44	SR - 25	RETORNO	(117X117)	6
45	SR - 29	PROHIBIDO EL PASO A MAQUINARIA AGRICOLA	(117X117)	1
46	SR - 30	PROHIBIDO EL PASO A BICICLETAS	(117X117)	6
47	SR - 31	PROHIBIDO EL PASO A PERSONAS	(117X117)	0
48	OD - 04	DEFENSA METÁLICA 2 CRESTAS	VER PLANOS DE INV.	77
49	OD - 05 (s)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS	(122X30)	69
50	OD - 05 (d)	INDICADORES DE OBSTÁCULOS EN BIFURCACIONES	(122X60)	1
51	OD - 06	INDICADOR DE ALINEAMIENTO	(100, DIÁM. 13)	484
52	OD - 12	INDICADOR DE CURVA PELIGROSA	(90X76) CON CEJA	6
53	SIN CLAVE	PARADERO CON TOMA DE AGUA NO POT. Y CONT. BASURA	VER PLANOS DE INV.	47
54	SIN CLAVE	ALCANTARILLA	VER PLANOS DE INV.	197
55	SIN CLAVE	PASO INFERIOR VEHICULAR (PIV)	VER PLANOS DE INV.	36
56	SIN CLAVE	PASO SUPERIOR DE GANADO (PSG)	VER PLANOS DE INV.	35
57	SIN CLAVE	POSTES METALICOS	SIN MEDIDA	0
58	OD - 03	POSTES DE DERECHO DE VIA	(15X15X120)	20
59	M-3.2	RAYA EN LA ORILLA DISCONTINUA	BLANCO( 200 @ 200 X 15)	4
60	M-2.3	RAYA SEPARADORA DE CARRILES DISCONTINUA	BLANCO( 500 @1000 X 15 )	4
61	M-3.3	RAYA EN LA ORILLA IZQUIERDA DE LA CALZADA	AMARILLO ( CONTINUA DE 0.15M)	3
62	SP - 19	SALIDA	(117X117)	2
63	SIN CLAVE	ESTRUCTAS DENTRO DEL DERECHO DE VIA	VER PLANOS DE INV.	7

\* Las dimensiones no pudieron ser tomadas de forma directa.

\*\* Debido a la altura y condiciones de transito no se efectuó medición directa.

TA Tablero Adicional

(s) Sencillo

(d) Doble

### V.3.3. Señalamiento Vertical, Horizontal y Dispositivos Diversos.

La metodología adoptada para realizar la evaluación de las condiciones físicas de los elementos que conforman al señalamiento y los dispositivos diversos inventariados en el camino abierto y en los entronques de la Autopista Cadereyta - Reynosa está basada en el criterio del Organismo Descentralizado Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, incluido en el Manual para calificar las condiciones de servicio en caminos de cuota. Este manual; editado por CAPUFE, en el año de 1991 bajo la dirección del Ing. Luis Martínez Villicaña, permite evaluar el grado de deterioro de los diferentes elementos que conforman un camino. (La terminología, generalidades y guía para calificar los elementos del camino, y procedimiento de cálculo utilizado en la evaluación y diagnóstico del señalamiento actual y dispositivos diversos, se muestra a continuación.

### V.3.3.1. Evaluación

**Calificaciones.** De acuerdo a la evaluación de elementos que conforman a los caminos de cuota, tales como el señalamiento horizontal y vertical, y los dispositivos diversos, extraída del Manual para calificar las condiciones de servicio en caminos de cuota, editado por Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) se empleara la escala que va de 0 (pésimo) a 5 (excelente) con los siguientes niveles intermedios:

Tabla V.3.3.1.1. Escala de calificación de un elemento.

CALIFICACIÓN	ESTADO DEL ELEMENTO
0	PÉSIMO
0-1	MUY MALO
0-2	MALO
2-3	REGULAR
3-4	BUENO
4-5	MUY BUENO
5	EXCELENTE

La calificación que se otorgue a un elemento, se referirá siempre a toda la sección considerada, por lo que esta calificación deberá reflejar el estado promedio que guarda el elemento calificado, dentro de la propia sección.

El señalamiento vertical y horizontal, deberá inspeccionarse durante la noche para evaluar la visibilidad y la reflexión del mismo; esto, además de la inspección diurna. El recorrido nocturno para evaluar el señalamiento, deberá hacerse a una velocidad no mayor de 60 km/hr. Debiendo calificar cada elemento de forma independiente, es decir; la calificación de un elemento no debe influir en la de otro.

**Conceptos de calificación y su valor relativo.** Para calificar el camino en estudio se consideran diversos elementos, los cuales se evalúan de acuerdo a su importancia para proporcionar un servicio eficiente la zona para calificar una sección en cuanto a señalamiento se refiere, así como los conceptos y su valor relativo, se indican a continuación.

Tabla V.3.3.1.2. Valores relativos de calificación.

No. De zona	Zona de la sección	Valor relativo
IV	Señalamiento	
	Señalamiento vertical y dispositivos diversos	60
	Señalamiento horizontal	40

Los valores relativos se fijaron de acuerdo a la contribución y la importancia de cada concepto para que la Autopista preste un servicio seguro y eficiente.

**Las deficiencias en los dispositivos diversos y del señalamiento se caracterizan por su ausencia, por ser ilegibles, por estar maltratados o por no cumplir con las especificaciones del “MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO” particularmente lo que corresponde a dimensiones, colores, rotulados o su colocación longitudinal, lateral y altura.**

### **V.3.3.2. Procedimiento de Cálculo.**

Durante recorridos efectuados en el periodo de los trabajos de campo en la Autopista y posteriormente en labores de gabinete, se calificaron en cada zona de la sección todos los elementos del mismo con valores comprendidos entre cero y cinco. La obtención de estas calificaciones constituye el objeto fundamental del trabajo de campo.

Para explicar la metodología en el cálculo de la calificación del servicio nos referiremos a las columnas del formato de evaluación que se muestra en la Figura V.3.3.2.1.

Columna No. 1.- CONCEPTOS.

En esta columna están definidos los elementos del camino que se calificarán.

Columna No. 2.- EVALUACIÓN DEL DETERIORO.

Columna dividida en cuatro subcolumnas que representan la importancia del deterioro o deficiencia de acuerdo a la siguiente simbología:

N	NO EXISTE DETERIORO
L	DETERIORO LEVE
M	DETERIORO MODERADO
S	DETERIORO SEVERO

Los valores asignados a la columna No. 2 están predeterminados ya en el “Manual para calificar las condiciones del servicio en caminos de cuota” por lo que únicamente se deberán seleccionar algunos de ellos con base a la importancia del deterioro.

Columna No. 3.- INTENSIDAD O ÁREA AFECTADA.

Debido a que en una sección pueden existir daños leves, moderados o severos, o no existir deterioro, el evaluador anotara en cada subcolumna el porcentaje en que interviene cada deficiencia dentro de la sección.

Columna No. 4.- COLUMNA UTILIZADA PARA REALIZAR OPERACIONES ARITMÉTICAS.

En esta columna se deberá multiplicar la calificación asignada en la evaluación del deterioro por la intensidad o área en que intervenga el daño dentro de la sección (Columna No. 4 = Columna 2 por Columna 3).

#### Columna No. 5.- CALIFICACIÓN DEL ELEMENTO

Esta calificación se obtiene sumando los valores calculados en las cuatro subdivisiones de la columna No. 4 (Calificación del elemento = A+B+C+D), en donde: A+B+C+D son subdivisiones de la columna No. 4.

#### CALIFICACIÓN POR CONCEPTO.

Con la finalidad de no minimizar la intensidad del daño, la calificación de concepto la definirá el elemento con la puntuación más baja, por ejemplo: si en señalamiento, el elemento “reflejante” obtiene una calificación de 0.5 y el elemento “kilometraje con ruta” con defecto leve es de 3.5, la calificación del concepto señalamiento será de 0.5 por ser la más severa.

#### CALIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE LA SECCIÓN.

Para obtener las calificaciones de las diferentes zonas en la sección, nos auxiliaremos del recuadro inferior que se muestra en el Formato de Evaluación. En la columna No. 6 de este recuadro se menciona el nombre del concepto por evaluar.

En la columna No. 7 llamada “calificación parcial”, se anotara el resultado obtenido en la calificación del concepto.

La columna No. 8 denominada “valor relativo del concepto” representa la importancia que tiene cada concepto dentro de la zona de la sección. Esta subdividida en tres partes con el fin de tomar en cuenta que la inexistencia de algunos conceptos no altere la calificación total de la zona. La forma de distribuir o prorratear el valor relativo es la siguiente:

#### Columna No. 8.- VALOR RELATIVO DEL CONCEPTO.

Valor relativo asignado. Factor predeterminado en el manual que valoriza la importancia o participación del concepto dentro de la zona. Cuando algún concepto no existe por ser innecesario, o que no pueda ser evaluado, el valor relativo asignado a dicho concepto se prorrateara entre los demás existentes, con la finalidad de que dicho valor no afecte a las calificaciones.

Valor relativo distribuido. Valor obtenido del prorrateo que se realiza por no existir algunos conceptos.

Suma. Subcolumna que se obtiene sumando el valor relativo asignado más el valor obtenido del prorrateo o distribución.

Finalmente la calificación por zona se obtiene sumando los valores obtenidos al multiplicar la columna No. 7 por la columna No. 8C y se indica en la Columna No. 9 “Calificación de Señalamiento y Disp. Diversos”. Los rangos de calificación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla V.3.3.2.1. Rangos de calificación.

<b>VALOR</b>	<b>NIVEL DE DETERIORO</b>	
0 A 150	S	Severo
> 150 A 250	M	Moderado
> 250 A 350	L	Leve
> 350 A 400	NED	No existe deterioro


 <b>CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS</b>					AUTOPISTA: <u>CADEREYTA - REYNOSA</u> DEL KM. <u>34+000</u> AL KM. <u>35+000</u> ZONA: <b>SEÑALAMIENTO y DISPOSITIVOS DIVERSOS</b>				EVALUADOR: <u>ING. MIGUEL A. MARTINEZ</u> REVISÓ: <u>ING. LUIS NUÑEZ QUIROZ</u> Vo. Bo. <u>ING. FERNANDO MATA OTERO</u>				CUERPO: <u>A Y B</u> FECHA: <u>Marzo 2007</u>	
(1)	(2)				(3)				(4)				(5)	
CONCEPTO	EVALUACIÓN DEL DETERIORO				INTENSIDAD O ÁREA AFECTADA (%)				(4) = (2) * (3)				CALIFICACIÓN DEL ELEMENTO (5) = A+B+C+D	
	NED	L	M	S	NED	L	M	S	A	B	C	D		
									NED	L	M	S		
<b>4.1 SEÑALAMIENTO VERTICAL</b>														
A) UBICACIÓN Y/O COLOR	4.0	3.5	2.5	1.5	0%	5%	0%	95%	0.0	0.2	0.0	1.4	1.6	
B) ESTADO FÍSICO	4.0	3.5	2.5	1.5	0%	0%	5%	95%	0.0	0.0	0.1	1.4	1.6	
C) TABLEROS, SIGNOS Y LETRAS	4.0	3.5	2.5	1.5	0%	0%	5%	95%	0.0	0.0	0.1	1.4	1.6	
D) REFLEJANTE	4.0	3.5	2.0	1.0	0%	0%	0%	100%	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
E) INDICADOR DE ALINEAMIENTO	4.0	3.5	3.0	2.5	100%	0%	0%	0%	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0	
F) KILOMETRAJE CON RUTA	4.0	3.5	3.0	2.5	0%	0%	0%	100%	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	
G) DEFENSA LATERAL	4.0	3.5	3.0	1.5	0%	0%	20%	80%	0.0	0.0	0.6	1.2	1.8	
<b>CALIFICACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL Y DISP. DIVERSOS</b>													<b>1.0</b>	
<b>4.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL</b>														
A) RAYA CENTRAL	4.0	3.0	2.0	0.5	0%	0%	80%	20%	0.0	0.0	1.6	0.1	1.7	
B) RAYA LATERAL	4.0	3.0	2.0	1.0	0%	0%	80%	20%	0.0	0.0	1.6	0.2	1.8	
C) RAYAS LOG., SIMBOLOS Y LETRAS	4.0	3.5	3.0	2.5	0%	50%	0%	50%	0.0	1.8	0.0	1.3	3.0	
D) VIALETA	4.0	3.5	2.0	1.0	0%	50%	0%	50%	0.0	1.8	0.0	0.5	2.3	
<b>CALIFICACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL</b>													<b>1.7</b>	
(6)	(7)	(8)			(9)	RANGOS DE CALIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA						
CONCEPTO	CALIFICACION PARCIAL	VALOR RELATIVO DEL CONCEPTO			CALIFICACIÓN DEL SEÑALAMIENTO Y DISP. DIV. (9) = (7) * (8C)	VALOR	NIVEL DETERIORO	N : NO EXISTE DETERIORO L : LEVE M : MODERADO S : SEVERO						
		A	B	C										
		ASIGNADO	DISTRIBUIDO	SUMA A + B										
4.1 SEÑALAMIENTO VERT. Y DISP. DIV.	1.0	60.0		60.0	60.0	>150 A 275	M							
4.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	1.7	40.0		40.0	68.0	>275 A 350	L							
<b>CALIFICACIÓN DEL SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DIVERSOS</b>					<b>128.0</b>	>350 A 400	N							
						<b>SEVERO</b>								

Figura V.3.3.2.1. Formato de Evaluación de Señalamiento Vertical, Horizontal y Dispositivos Diversos.

### V.3.4. Resultados de la Evaluación

El diagnóstico del señalamiento y dispositivos diversos se realizó por kilómetro de acuerdo al criterio y empleando el formato indicado, los resultados de la evaluación se procesaron y se muestran tabulados por kilómetro en la siguiente tabla:

Tabla V.3.4.1 Evaluación del señalamiento y dispositivos diversos

DEL KM.	AL KM.	EVALUACIÓN	
		VALOR	NIVEL DE DETERIORO
34+000	35+000	128	SEVERO
35+000	36+000	170	MODERADO
36+000	37+000	270	MODERADO
37+000	38+000	270	MODERADO
38+000	39+000	270	MODERADO
39+000	40+000	260	MODERADO
40+000	41+000	290	LEVE
41+000	42+000	270	MODERADO
42+000	43+000	330	LEVE
43+000	44+000	357	NO EXISTE DETERIORO
44+000	45+000	270	MODERADO
45+000	46+000	347	LEVE
46+000	47+000	270	MODERADO
47+000	48+000	270	MODERADO
48+000	49+000	195	MODERADO
49+000	50+000	270	MODERADO
50+000	51+000	270	MODERADO
51+000	52+000	270	MODERADO
52+000	53+000	360	NO EXISTE DETERIORO
53+000	54+000	270	MODERADO
54+000	55+000	270	MODERADO
55+000	56+000	270	MODERADO
56+000	57+000	270	MODERADO
57+000	58+000	270	MODERADO
58+000	59+000	270	MODERADO
59+000	60+000	270	MODERADO
60+000	61+000	270	MODERADO
61+000	62+000	270	MODERADO
62+000	63+000	348	LEVE
63+000	64+000	270	MODERADO
64+000	65+000	270	MODERADO
65+000	66+000	270	MODERADO
66+000	67+000	270	MODERADO
67+000	68+000	270	MODERADO
68+000	69+000	270	MODERADO
69+000	70+000	255	MODERADO
70+000	71+000	270	MODERADO
71+000	72+000	270	MODERADO
72+000	73+000	270	MODERADO
73+000	74+000	270	MODERADO
74+000	75+000	270	MODERADO
75+000	76+000	270	MODERADO



DEL KM.	AL KM.	EVALUACIÓN	
		VALOR	NIVEL DE DETERIORO
76+000	77+000	270	MODERADO
77+000	78+000	270	MODERADO
78+000	79+000	270	MODERADO
79+000	80+000	270	MODERADO
80+000	81+000	270	MODERADO
81+000	82+000	270	MODERADO
82+000	83+000	270	MODERADO
83+000	84+000	270	MODERADO
84+000	85+000	270	MODERADO
85+000	86+000	270	MODERADO
86+000	87+000	270	MODERADO
87+000	88+000	240	MODERADO
88+000	89+000	270	MODERADO
89+000	90+000	270	MODERADO
90+000	91+000	270	MODERADO
91+000	92+000	270	MODERADO
92+000	93+000	270	MODERADO
93+000	94+000	270	MODERADO
94+000	95+000	270	MODERADO
95+000	96+000	270	MODERADO
96+000	97+000	300	LEVE
97+000	98+000	300	LEVE
98+000	99+000	300	LEVE
99+000	100+000	300	LEVE
100+000	101+000	300	LEVE
101+000	102+000	300	LEVE
102+000	103+000	300	LEVE
103+000	104+000	300	LEVE
104+000	105+000	300	LEVE
105+000	106+000	290	LEVE
106+000	107+000	290	LEVE
107+000	108+000	290	LEVE
108+000	109+000	300	LEVE
109+000	110+000	300	LEVE
110+000	111+000	300	LEVE
111+000	112+000	290	LEVE
112+000	113+000	290	LEVE
113+000	114+000	290	LEVE
114+000	115+000	290	LEVE
115+000	116+000	290	LEVE
116+000	117+000	290	LEVE
117+000	118+000	250	MODERADO
118+000	119+000	250	MODERADO
119+000	120+000	250	MODERADO
120+000	121+000	250	MODERADO
121+000	122+000	250	MODERADO
122+000	123+000	250	MODERADO
123+000	124+000	270	MODERADO
124+000	125+000	270	MODERADO
125+000	126+000	270	MODERADO

DEL KM.	AL KM.	EVALUACIÓN	
		VALOR	NIVEL DE DETERIORO
126+000	127+000	270	MODERADO
127+000	128+000	270	MODERADO
128+000	129+000	270	MODERADO
129+000	130+000	300	LEVE
130+000	131+000	300	LEVE
131+000	132+000	300	LEVE
132+000	133+000	290	LEVE
133+000	134+000	290	LEVE
134+000	135+000	290	LEVE
135+000	136+000	270	MODERADO
136+000	137+000	270	MODERADO
137+000	138+000	270	MODERADO
138+000	139+000	300	LEVE
139+000	140+000	300	LEVE
140+000	141+000	300	LEVE
141+000	142+000	270	MODERADO
142+000	143+000	270	MODERADO
143+000	144+000	270	MODERADO
144+000	145+000	300	LEVE
145+000	146+000	300	LEVE
146+000	147+000	300	LEVE
147+000	148+000	300	LEVE
148+000	149+000	300	LEVE
149+000	150+000	300	LEVE
150+000	151+000	270	MODERADO
151+000	152+000	270	MODERADO
152+000	153+000	270	MODERADO
153+000	154+000	270	MODERADO
154+000	155+000	270	MODERADO
155+000	156+000	270	MODERADO
156+000	157+000	290	LEVE
157+000	158+000	290	LEVE
158+000	159+000	290	LEVE
159+000	160+000	270	MODERADO
160+000	161+000	270	MODERADO
161+000	162+000	270	MODERADO
162+000	163+000	290	LEVE
163+000	164+000	290	LEVE
164+000	165+000	290	LEVE
165+000	166+000	180	MODERADO
166+000	167+000	180	MODERADO

En términos generales el señalamiento y dispositivos de seguridad de la Autopista en estudio se encuentra en estado de aceptable a bueno, la mayor parte de las señales cumplen con lo establecido por la Normativa de la SCT y el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras para una carretera tipo A4 (Clasificación a la que corresponde la Autopista Cadereyta - Reynosa). Los desperfectos encontrados son principalmente: desplomes, daños en láminas de tableros, mala ubicación y falta de señales; presentes en zonas en donde se efectuaron o están en proceso de trabajos de riego de sello y colocación

de defensa metálica. Así mismo se observaron señales con daños por corrosión y deterioro de la pintura lo que aminora su capacidad reflejante situación atribuible a las condiciones climáticas de la región. Como resultado de la evaluación se tiene que solo 1 km presenta un nivel de deterioro severo, mientras que el 63.2% del camino presenta un nivel moderado, si bien estos deterioros no representan una disminución sustancial de la seguridad del usuario, deberá ser subsanado en el presente proyecto ya que de lo contrario un mayor nivel de deterioro podría llegar a provocar incertidumbre e incluso accidentes por la ausencia de los dispositivos para el señalamiento, aunado a que el costo de la rehabilitación del señalamiento se incrementaría.

Tabla V.3.4.2. Calificación del señalamiento y dispositivos diversos por km

VALOR	NIVEL DETERIORO POR KM		
0 A 150	S	1	0.8%
>150 A 275	M	84	63.2%
>275 A 350	L	46	34.6%
>350 A 400	NED	2	1.5%



Figura V.3.4.1. Principales desperfectos en el señalamiento vertical

Las señales y dispositivos que están en mal estado, que por sus dimensiones o deficiencias en su contenido o color no son adecuadas, o bien aquellas que no están ubicadas de forma adecuada respecto al Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras serán removidas y/o sustituidas por las correspondientes de acuerdo al tipo de carretera y conforme a la Normativa de la SCT, atendiendo las recomendaciones de dicho Manual.

#### **V.4. Proyecto de señalamiento vertical**

Una vez realizado el inventario y la evaluación de las condiciones físicas de los elementos que conforman al señalamiento y los dispositivos diversos en el camino abierto y en los entronques de la Autopista Cadereyta - Reynosa se desarrolla el Proyecto Ejecutivo del Señalamiento Vertical.

##### **V.4.1. Características de las señales y dispositivos**

La Carretera Cadereyta - Reynosa ruta México 40D se trata de una carretera tipo A4S de sentidos separados físicamente por mediana, velocidad de proyecto de 110 Km/h con una longitud aproximada de 132.02 Km. Con un TDPA de 3,796 de vehículos. Con ancho de corona de 9.70 y 10.70 m, 2 carriles por sentido de circulación, ancho de carril de 3.75 m, ancho de acotamiento interno de 0.70 m y externo de 1.5 y 2.5 m. Carretera que por sus características corresponde a una Autopista de altas especificaciones; cuyas particularidades obligan a ciertas dimensiones y disposición del señalamiento vertical, mismas que a continuación se mencionan.

El Señalamiento Vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su estructura de soporte, las señales verticales se clasifican en bajas y altas.

##### **V.4.1.1. Señales Bajas**

Aquellas que tienen una altura máxima libre de 2.5 m entre el hombro de la carretera y la parte inferior de la señal incluyendo el tablero adicional. Se colocan afuera del acotamiento de la carretera, montadas en dos postes. Se colocarán de modo que la proyección vertical de su orilla interior quede a una distancia de 50 cm del hombro más próximo a ella. Cuando la señal se coloque en sección en corte, el poste de la señal se colocara en el talud, a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta. Se ubicaran paralelamente en ambos lados del arroyo vial.

Las caras de los tableros de las señales bajas estarán en posición vertical y normales al eje longitudinal de la carretera; así como los indicadores de curva peligrosa (OD-12) cuyas caras estarán normales a la línea de aproximación del tránsito; y las señales diagramáticas, que con el propósito de mejorar su visibilidad nocturna, la cara del tablero se colocará con una inclinación de 2° y normal al eje longitudinal de la vialidad.

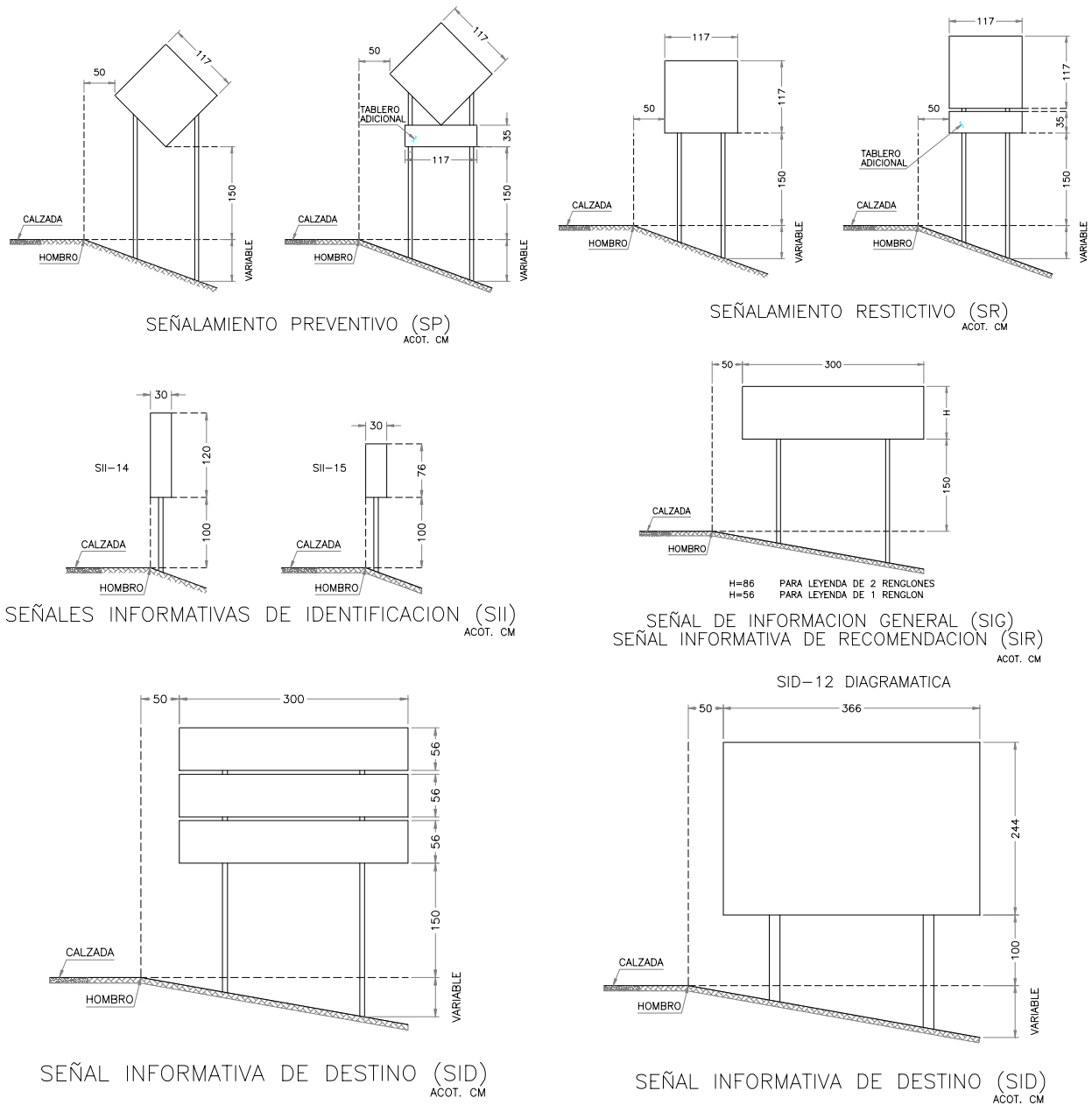


Figura V.4.1.1.1. Ubicación del señalamiento vertical bajo en la Autopista 40D.

**Señales Preventivas SP.** Forman parte de las señales bajas. Los tableros de señalamiento preventivo serán cuadrados de 117 x 117 cm con ceja perimetral doblada de 2.5 cm. Las dimensiones del tablero adicional será de 35 x 152 cm y 61 x 152 cm para 1 y 2 renglones respectivamente. Todos los colores que se utilicen en las señales, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2,

siendo el color de fondo, amarillo reflejante; el color para los símbolos, caracteres y filetes será negro.

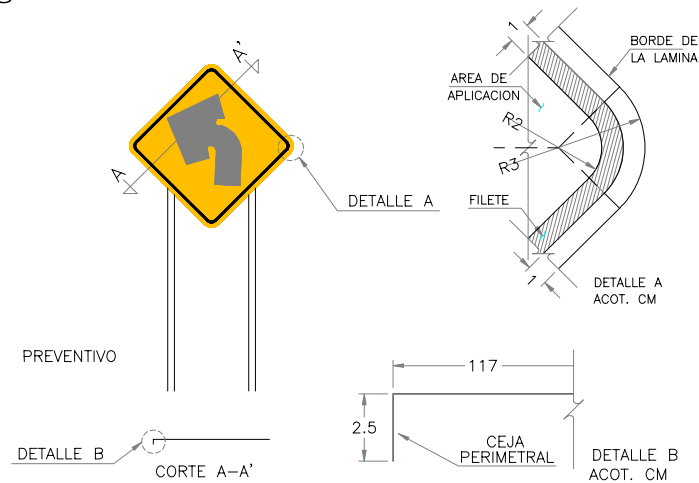


Figura V.4.1.1.2. Detalle de las señales preventivas SP

Longitudinalmente, las señales preventivas se colocaran antes de la zona de riesgo que se señala, es decir a 245 m para las condiciones de operación de la Autopista 40D, o bien donde la señal existente sea reemplazada.

Tabla V.4.1.1.1. Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilizan en señales verticales.

Color	Coordenadas cromáticas			Factor de iluminación para películas reflejantes (Y) %	
				Tipo B (De muy alta intensidad)	
	Punto No.	x	y	mín	máx
Blanco	1	0.300	0.286	40	-
	2	0.365	0.352		
	3	0.337	0.379		
	4	0.271	0.315		
Amarillo	1	0.497	0.410	24	45
	2	0.556	0.440		
	3	0.478	0.518		
	4	0.437	0.470		
Rojo	1	0.648	0.350	3	15
	2	0.735	0.264		
	3	0.629	0.280		
	4	0.565	0.345		
Verde	1	0.026	0.380	3	12
	2	0.166	0.345		
	3	0.286	0.427		
	4	0.207	0.752		
Azul	1	0.141	0.027	1	10
	2	0.245	0.202		
	3	0.191	0.247		
	4	0.066	0.208		
Verde limón fluorescente	1	0.387	0.610	60	-
	2	0.369	0.546		
	3	0.428	0.496		
	4	0.460	0.540		

Tabla V.4.1.1.2. Coeficientes mínimos de reflexión inicial para películas reflejantes Tipo B

Color	Ángulo de observación <sup>2</sup> (°)	Ángulo de entrada <sup>3</sup> (°)	
		-4	30
		Coeficiente de reflexión (cd/lux)/m <sup>2</sup>	
Blanco	0.2	380	215
	0.5	240	135
	1	80	45
Amarillo	0.2	285	162
	0.5	180	100
	1	60	34
Naranja	0.2	145	82
	0.5	90	50
	1	30	17
Rojo	0.2	76	43
	0.5	48	27
	1	16	9
Verde	0.2	38	22
	0.5	24	14
	1	8	4.5
Azul	0.2	17	10
	0.5	11	6
	1	3.6	2
Verde limón fluorescente	0.2	300	170
	0.5	190	110
	1	64	36

**Señales Restrictivas SR.** Los tableros de señalamiento restrictivo deberán ser cuadrados de 117 x 117 cm con dos de sus lados en posición horizontal y las esquinas redondeadas exceptuando las señales (SR-6, SR-7) y sentido de circulación. El tablero de la señal SR-6 deberá ser de forma octagonal de 30 cm por lado, con dos de sus lados en posición horizontal. El tablero de la señal SR-7 será de forma triangular con los tres lados iguales de 85 cm, con un vértice hacia abajo y las esquinas redondeadas. Las dimensiones del tablero adicional será de 35 x 117 cm y 61 x 117 cm para 1 y 2 renglones respectivamente. Todos los tableros de las señales restrictivas deben llevar una ceja perimetral doblada de 2.5 cm. Todos los colores que se utilicen en las señales restrictivas, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2. A excepción de las señales de "ALTO" (SR-6), "CEDA EL PASO" (SR-7) y "SENTIDO DE CIRCULACION" (SIG-11), el color del fondo de las señales restrictivas debe ser blanco reflejante, los anillos y las franjas diametrales rojo reflejante, y los símbolos, caracteres y filetes negros. El fondo de la señal de "ALTO" debe ser rojo con letras y filete blancos, ambos reflejantes.

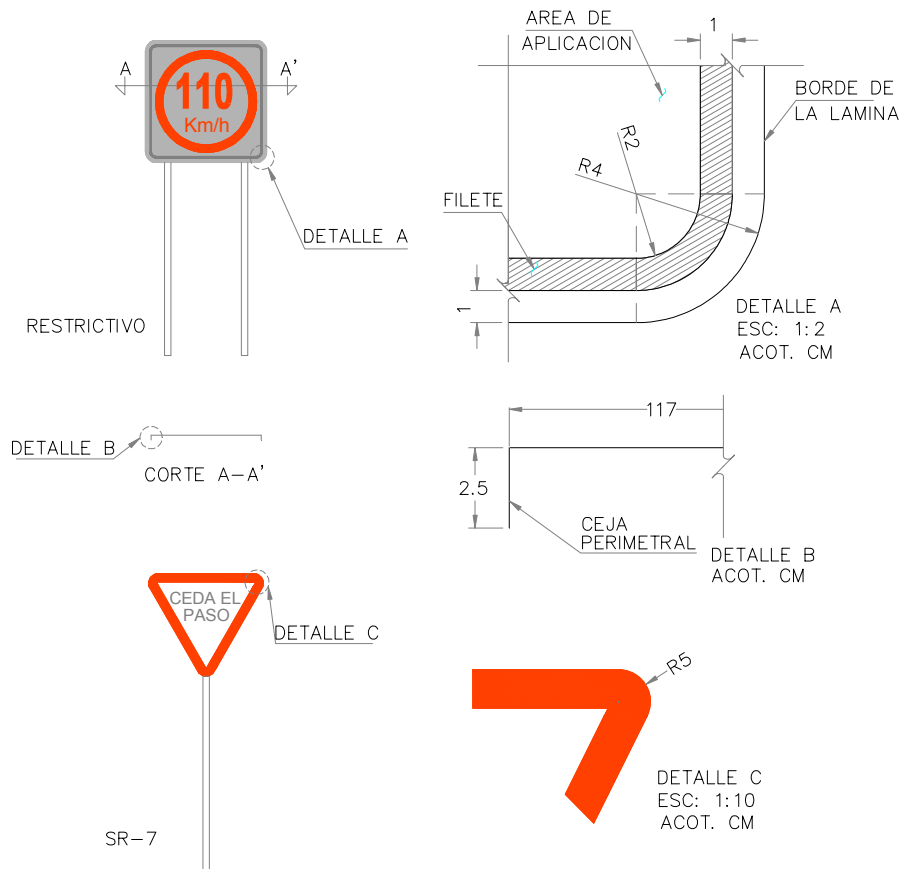


Figura V.4.1.1.3. Detalle de las señales preventivas SP

Longitudinalmente, las señales restrictivas se deben colocar en el lugar mismo donde existe la prohibición o restricción, eliminando cualquier objeto que pudiera obstruir su visibilidad.

Debido a lo observado durante el inventario de señalamiento, algunas señales preventivas (SP) y restrictivas (SR) estaban dobladas por los efectos de los vientos en la región; por lo que se consideró necesario que las señales preventivas y restrictivas nuevas de acuerdo al proyecto se reforzara su estructura de soporte; la cual será a base de 2 postes de PTR de 2" x 2" x 1/4" x 8.05 kg/m; salvo las señales SR-6 y SR-7 que solo llevarán un poste. El tablero estará formado por lámina galvanizada calibre 16 de 12.21 kg/m<sup>2</sup>. Adicionalmente, el reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado.



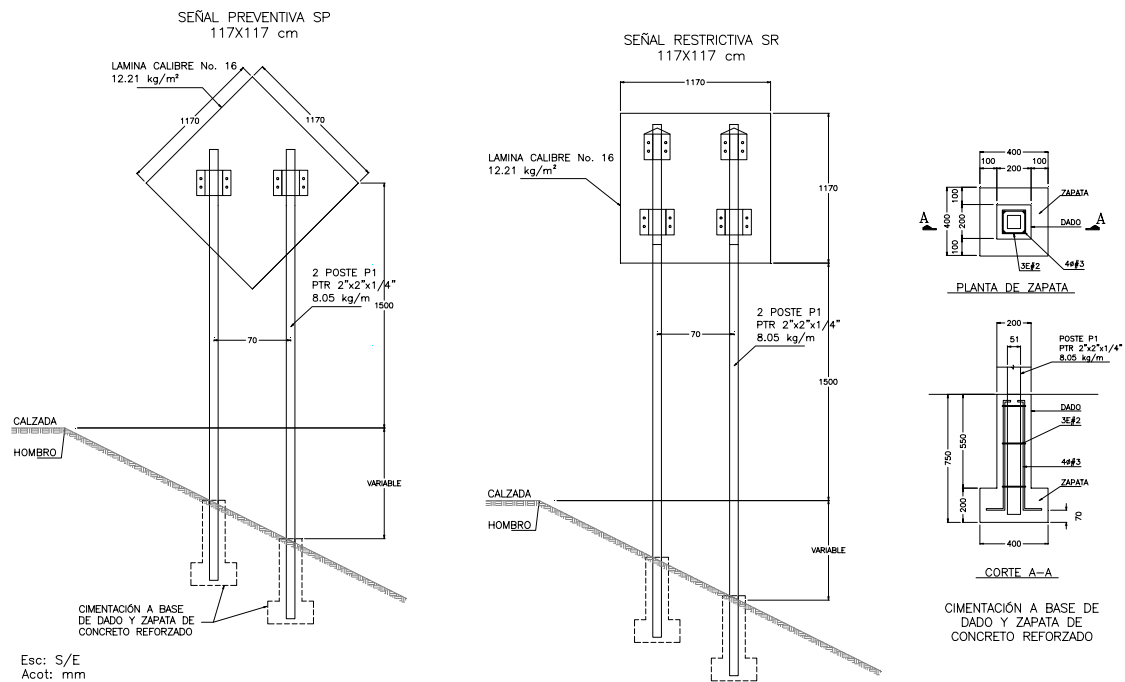


Figura V.4.1.1.4. Detalle de la estructura de soporte y cimentación de las señales preventivas SP y restrictivas SR.

**Señalamiento Informativo de Identificación (SII).** Los tableros de estas señales deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical, sin ceja y con las esquinas redondeadas. Para las distancias que sean múltiplos de 5 km, las señales deben mostrar en la parte superior un escudo de ruta de 40 x 30 cm, en este caso la ruta 40D. Para las demás distancias, la señal debe ser sin escudo.

Los tableros de las señales de distancia en kilómetros con escudo (SII-14) deben ser de 120 x 30 cm y los tableros de las señales sin escudo (SII-15) deben ser de 76 x 30 cm. El color del fondo de las señales deben ser blanco reflejante, conforme el área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, el color para los caracteres contornos y filetes debe de ser negro. El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 1 poste de ángulo lados iguales LI 64x4 mm.

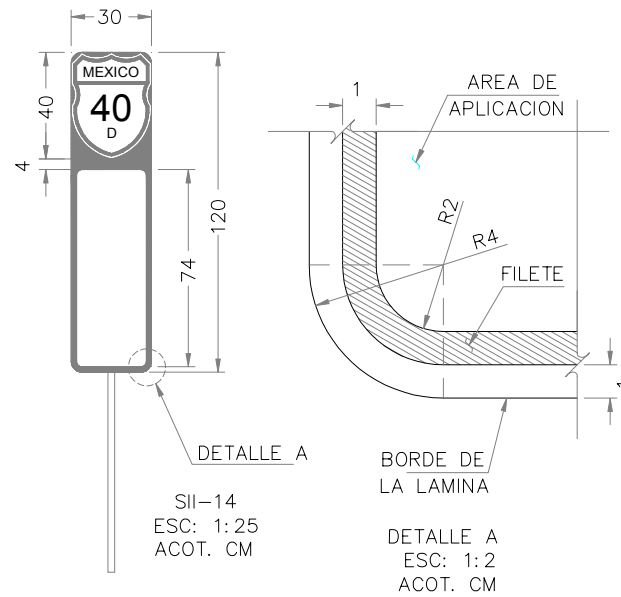


Figura V.4.1.1.5. Detalle de las señales informativas de identificación SII-14

**Señalamiento Informativo de Destino (SID).** Los tableros de las señales informativas de destino, deben ser rectangulares con ceja perimetral doblada de 2.5 cm con su mayor dimensión en posición horizontal y con esquinas redondeadas. El radio de curvatura en las esquinas de estos tableros así como los filetes serán similares al señalamiento preventivo. El radio para redondear las esquinas de las señales elevadas será de 8 cm, quedando el filete de 2 cm, de ancho con radio interior de 4 cm. La separación y distribución de los elementos de las señales deberá tomar en cuenta lo indicado en la tabla 3.c y 3.e del *Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras*, así mismo deben incluir los nombres de los destinos y en su caso, las flechas que indiquen las direcciones a seguir, los escudos de las rutas correspondientes y las distancias en km por recorrer.

Los tableros de las señales informativas de destino SID-8, SID-9, SID-10 Decisivas y SID 11 Confirmativa serán de 56 cm por renglón por 239 cm de largo.

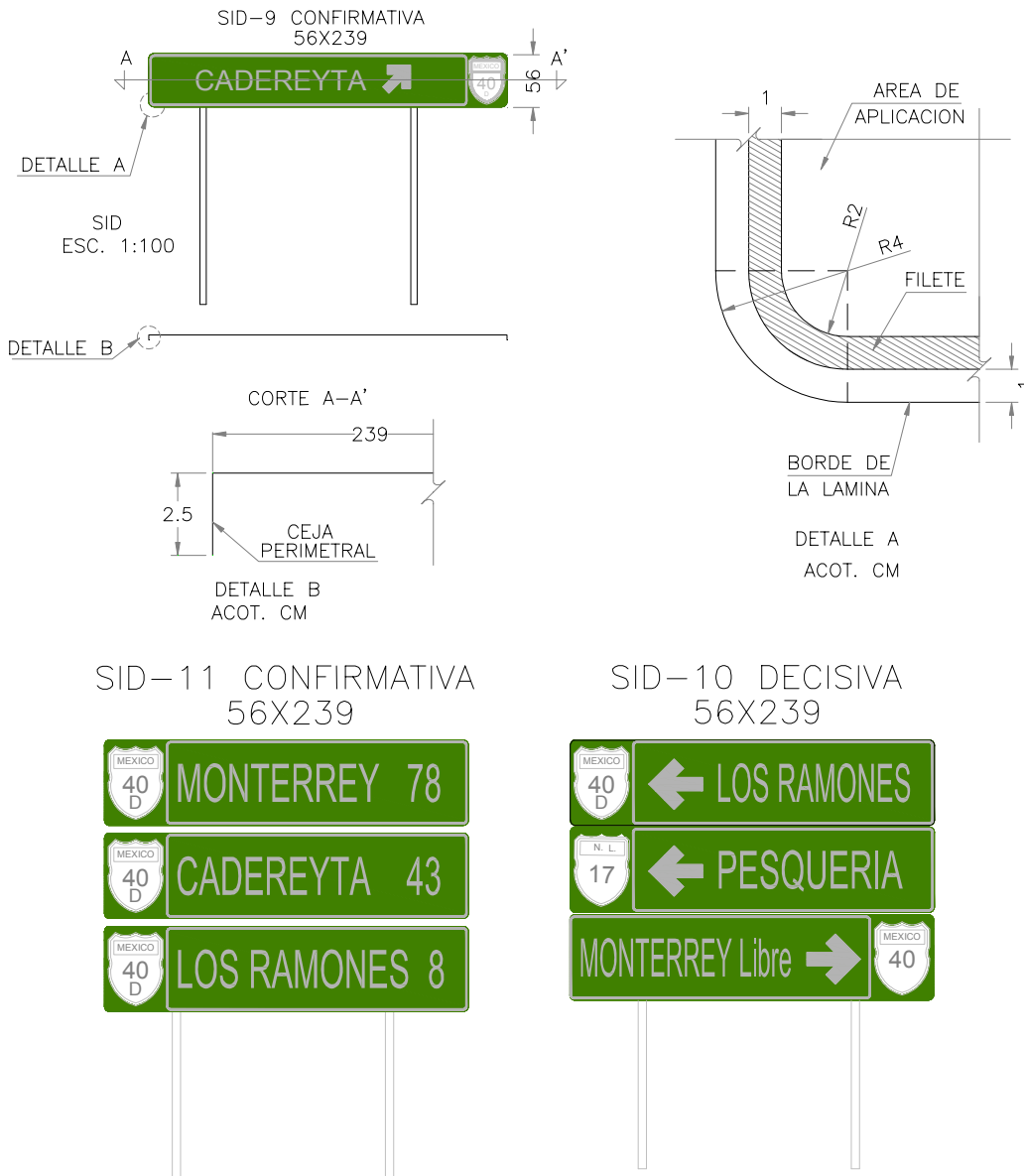


Figura V.4.1.1.6. Detalle de las señales informativas de destino

Las señales informativas de destino SID-12 Diagramáticas bajas serán de 2.44 m de alto por 3.66 m de base. El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 2 postes HSS 6" x 4" x 3/8" x 33.29 kg/m; el tablero será de lámina galvanizada calibre 16 de 12.21 kg/m<sup>2</sup> con un marco de refuerzo a base de travesaños de PTR 2" x 2" x 1/4" x 8.05 kg/m.

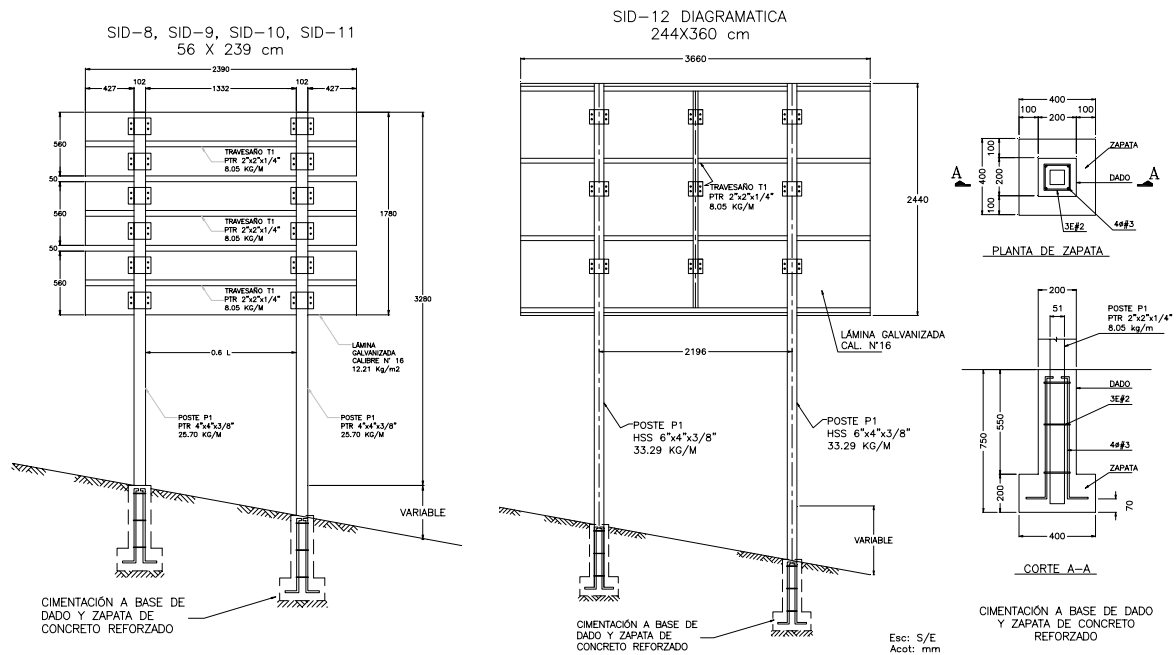


Figura V.4.1.1.7. Detalle de la estructura de soporte y cimentación de las señales informativas de destino SID

Todos los colores que se utilicen en las señales informativas de destino, a excepción del negro, deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. El color del fondo de las señales debe ser verde reflejante, excepto cuando se trate de señales informativas de destino turístico o de servicios, en las que debe ser azul reflejante los símbolos, caracteres y filetes deben ser blanco reflejante. Los escudos y las señales diagramáticas que indiquen movimientos indirectos de vuelta izquierda, deben tener el fondo blanco reflejante, con los caracteres, símbolos, contornos y filetes negros. En su caso, las señales turísticas o de servicios, que se incluyan en las señales informativas de destino turístico o de servicios, deben tener el fondo azul reflejante, con pictogramas, caracteres y filetes blanco reflejante, y en las señales “AUXILIO TURISTICO” (SIS-4) y “MEDICO” (SIS-17), la cruz debe ser rojo reflejante.

Las flechas para indicar en las señales las direcciones a seguir, ya sean horizontales, verticales o inclinadas, deben tener una longitud de 1.5 veces la altura de las letras mayúsculas del destino correspondiente. Su forma y dimensiones deben ser las establecidas en la figura 3.3 del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT.

Los escudos de las rutas correspondientes a cada destino, deben tener la altura que se establece en las tablas 3.B y 3.D del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Sus dimensiones y geometría deben ser las indicadas en los incisos SII-7 a SII-10 del mismo Manual, según se trate de carreteras federales, estatales o rurales. Las señales diagramáticas para arterias principales, que indiquen movimientos indirectos de vuelta izquierda, no

deben tener escudo alguno. En las señales diagramáticas en carreteras y vías de circulación continua, en su caso, los escudos deben ser de 60 cm de altura.

**Uso de las señales SID-11 Autopista 40D.**

Estas señales serán empleadas para indicar a los usuarios, después de su paso por accesos controlados (entronques), retornos y colocadas en camino abierto, en lugares definidos en los planos de proyecto.

La colocación de estas señales en el cuerpo A de la Autopista será de la siguiente manera:

- Al inicio de la Autopista
- En el primer retorno, ubicada a la altura del Km. 36+460
- Después de pasar el Entronque Cadereyta
- Después de pasar el Entronque CERESO
- En el segundo retorno, ubicado a la altura del Km. 46+500
- En el tercer retorno, ubicado a la altura del Km. 57+650
- Después de pasar el Entronque Los Ramones
- En el cuarto retorno, ubicado a la altura del Km. 87+680
- En el quinto retorno, ubicado a la altura del Km. 98+380
- Después de pasar el Entronque China
- En el sexto retorno, ubicado a la altura del Km. 110+100
- Después de pasar el Entronque Gral. Bravo
- En el séptimo retorno, ubicado a la altura del km. 140+100
- En el octavo retorno, ubicado a la altura del km. 152+600
- En el final de la Autopista, Entronque La Sierrita

Además, entre los sitios antes mencionados se colocaran una o dos señales. Los destinos, así como las distancias, están en función del Mapa de Carreteras del estado de Nuevo León, elaboradas por la SCT. Los recorridos y las distancias medidas a partir de la Autopista y hasta los sitios de interés se efectuaron a través de la Red Federal de Carreteras de Cuota, operadas por CAPUFE, mismas que garantizan la seguridad y comodidad del usuario.

Tabla V.4.1.1.3. Distancias a los principales destinos Cuerpo A Autopista 40D

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)	RUTAS
Inicio de la Autopista (Km. 35)	CERESO	7.5	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	LOS RAMONES	35	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	LOS HERRERA	64	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	CHINA	83	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	DR. COSS	110	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	GRAL. BRAVO	85	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	MONTERREY	35	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	CADEREYTA	5	40D
Inicio de la Autopista (Km. 35)	REYNOSA	182	40D Y 40

La colocación de estas señales en el cuerpo B de la Autopista será de la siguiente manera:

- Al final de la Autopista
- En el primer retorno, ubicada a la altura del Km. 36+460
- Después de pasar el Entronque Cadereyta
- Después de pasar el Entronque CERESO
- En el segundo retorno, ubicado a la altura del Km. 46+500
- En el tercer retorno, ubicado a la altura del Km. 57+650
- Después de pasar el Entronque Los Ramones
- En el cuarto retorno, ubicado a la altura del Km. 87+680
- En el quinto retorno, ubicado a la altura del Km. 98+380
- Después de pasar el Entronque China
- En el sexto retorno, ubicado a la altura del Km. 110+100
- Después de pasar el Entronque Gral. Bravo
- En el séptimo retorno, ubicado a la altura del km. 140+100
- En el octavo retorno, ubicado a la altura del km. 152+600
- Al inicio de la Autopista Entronque La Sierrita

Tabla V.4.1.1.4. Distancias a los principales destinos Cuerpo A Autopista 40D

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (KM)	RUTAS
Fin de la Autopista (Km. 167)	Reynosa	50	40D y 40
Fin de la Autopista (Km. 167)	Gral. Bravo	52	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	Dr. Coss	38	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	China	61	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	Los Herrera	68	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	Los Ramones	97	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	CERESO	124.5	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	Cadereyta	138	40D
Fin de la Autopista (Km. 167)	Monterrey	167	40D Y 40

**Señales informativas de recomendación (SIR).** Serán empleadas para recordar al usuario disposiciones o recomendaciones de seguridad que debe observar durante su recorrido por la Autopista 40D. Los tableros deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho, con radio interior para su curvatura de 2 cm. Las SIR que requieran información complementaria, deben tener abajo un tablero adicional de forma rectangular, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas.

La altura de los tableros de las SIR se debe ajustar al número de renglones de la leyenda, siendo de 56 cm para un renglón y 86 cm para señales de dos renglones. La longitud del tablero será de 300 cm.

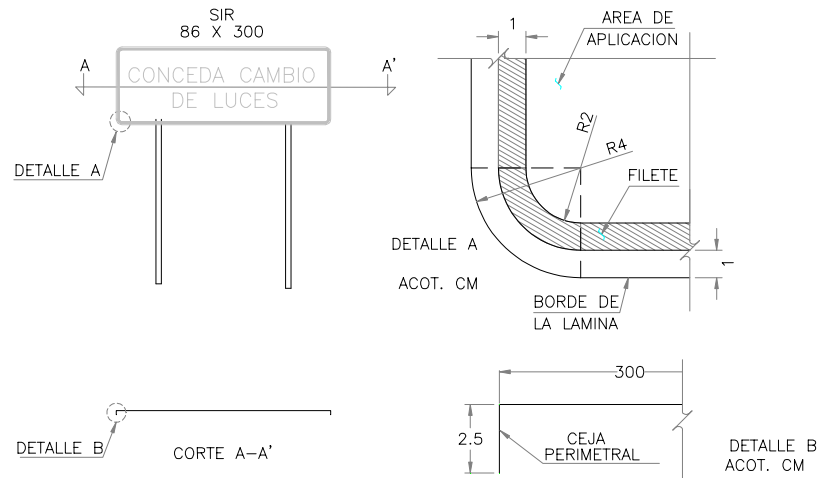


Figura V.4.1.1.8. Detalle de las señales informativas de recomendación

Las señales informativas de recomendación SIR bajas serán de 3.00 m de alto por 0.56 m de base para 1 renglón y 0.86 para dos renglones. El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 2 postes PTR 4" x 4" x 3/8" x 25.70 kg/m; el tablero será de lámina galvanizada calibre 16 de 12.21 kg/m<sup>2</sup>.

El color del fondo de las SIR debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2. Los caracteres y filetes deben ser negros.

**Señales de información general (SIG).** Señales empleadas para proporcionar a los usuarios de la autopista 40D información general de carácter poblacional y geográfico, así como para indicar nombres de obras importantes en el camino (puentes, presas, etc.) límites políticos, ubicación de elementos de control (casetas de cobro, puntos de inspección, etc). Los tableros de estas señales deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm.

La altura de los tableros de las SIG se debe ajustar al número de renglones de la leyenda, siendo de 56 cm para un renglón y 86 cm para señales de dos renglones. La longitud del tablero será de 300 cm. Se colocaran, en la medida de lo posible, en el punto al que se refiera la información de la leyenda o al principio del sitio que se desea anunciar sin interferir con cualquiera de los otros tipos de señales. Las señales que indiquen un punto de control, se deben colocar señales previas preferentemente a 500 y 250 m del lugar.

El color del fondo de las señales de información general debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas

cromáticas presentadas en Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2. Los caracteres y filetes deben ser negros. Los caracteres y filetes deben ser negros.

El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 2 postes PTR 4" x 4" x 3/8" x 25.70 kg/m; el tablero será de lámina galvanizada calibre 16 de 12.21 kg/m<sup>2</sup>.

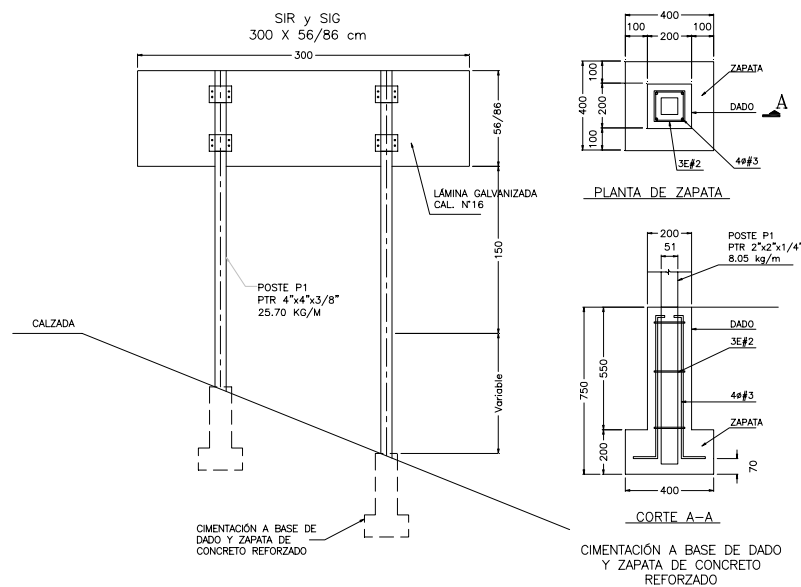


Figura V.4.1.1.9. Detalle de la estructura de soporte y cimentación de las señales informativas de recomendación y general (SIR y SIG).

**Señales Turísticas y de Servicios (SIT y SIS).** Las señales turísticas y de servicios (STS) son tableros con pictogramas y leyendas que tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo. Según su propósito, se clasifican en Señales Turísticas (SIT) y Señales de Servicios (SIS). Son señales bajas solas o en conjuntos modulares, que se fijan en postes y marcos. También se pueden utilizar dentro de las señales informativas de destino turístico o de servicios.

Los tableros de las SIT y SIS deben ser cuadrados, con dos de sus lados en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser 4 cm, quedando el filete de 1 cm de ancho con radio interior para su curvatura de 2 cm con ceja perimetral doblada de 2.5 cm. De 117 x 117 cm cuando se coloquen como señales independientes; 86 x 86 cm cuando se coloquen en conjuntos, el conjunto puede tener hasta cuatro señales como máximo, dos en el sentido vertical y dos en el horizontal



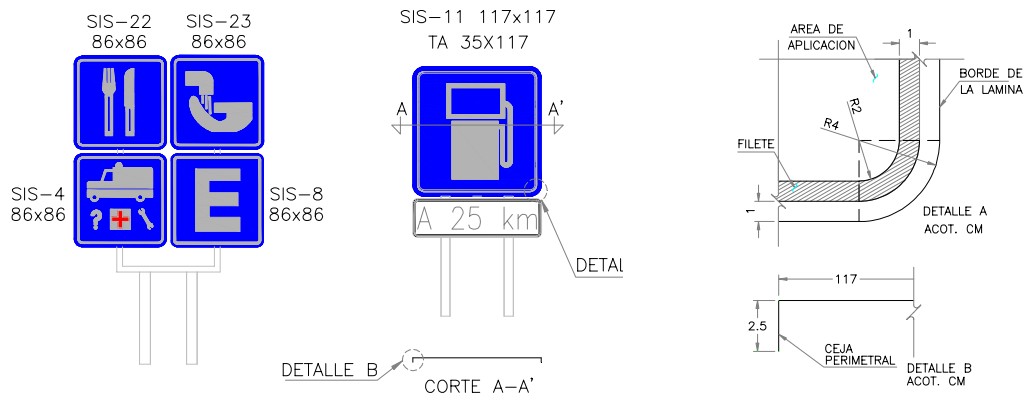


Figura V.4.1.1.10. Detalle de las señales Turísticas y de Servicios

Se deben colocar en el lugar donde exista el servicio o se encuentre el sitio turístico o recreativo y a una distancia antes del mismo de 1 kilómetro.

La geometría de los pictogramas que deben tener las señales, se establece en los Capítulos Segundo y Tercero del Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios de la SCT y sus dimensiones se deben determinar conforme al tamaño de las señales, como se indica en el inciso 1.5.1 Simbología y Sistema de Trazo, del mismo Manual.

Los colores empleados deben estar dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1 de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2. El color del fondo de las señales turísticas debe ser azul reflejante con los pictogramas, caracteres y filetes blanco reflejante y en las señales “AUXILIO TURISTICO” (SIS-4) y “MEDICO” (SIS-17), la cruz debe ser roja reflejante.

La estructura de soporte será a base de 2 postes de PTR de 2" x 2" x 1/4" x 8.05 kg/m; salvo los conjuntos cuya estructura de soporte será a base de 2 postes PTR 4" x 4" x 3/8" x 25.70 kg/m con un marco de refuerzo a base de travesaños de PTR 2" x 2" x 1/4" x 8.05 kg/m. el tablero será de lámina galvanizada calibre 16 de 12.21 kg/m<sup>2</sup>. Adicionalmente, el reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado.

**Obras y Dispositivos Diversos OD.** Son elementos de protección que si bien forman parte del señalamiento vertical, tienen por objeto incrementar la seguridad de conductores y peatones, evitando en la medida de lo posible que los vehículos salgan de la carretera, invadan el carril contrario, etc.

**Indicadores de Obstáculos OD-5.** Son señales bajas que se utilizan para indicar al usuario la presencia de obstáculos que tengan un ancho menor de 30 cm o la existencia de una bifurcación. Se deben colocar inmediatamente antes del obstáculo o entre las ramas que formen la bifurcación. Los tableros deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical, sin ceja y con las

esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm; de 122 x 30 cm cuando sólo indiquen la presencia de un obstáculo y de 122 x 61 cm cuando indiquen un obstáculo o una bifurcación.

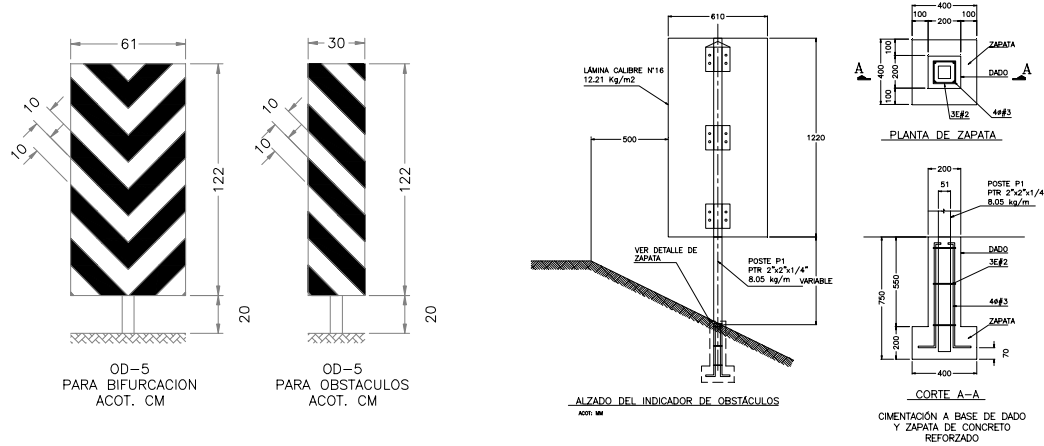


Figura V.4.1.1.11. Detalle de los OD-5 de la estructura de soporte y cimentación

El color del fondo de los indicadores de obstáculos debe ser negro y el color de las franjas debe ser blanco reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1. El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 1 poste PTR 2"x2"x1/4" de 8.05 kg/m

**Indicadores de Alineamiento OD-6.** Son señales bajas que se usan para delinear la orilla de una carretera, en cambios del alineamiento horizontal, para marcar estrechamientos del arroyo vial y para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas. Son postes de concreto hidráulico que delimitan la orilla exterior de los acotamientos, sobresaliendo 75 cm respecto al hombro de la vialidad, y que tienen un elemento reflejante en su parte superior, dispuesto de tal forma que al incidir en él la luz proveniente de los faros de los vehículos, se refleja hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Deben tener una longitud mínima de 1 m, con el propósito de que al ser hincados en el hombro de la carretera, sobresalgan 75 cm. El elemento reflejante debe ser de 7.5 cm de altura y cubrir todo su semiperímetro y estar colocado a 10 cm del extremo superior del poste, en el lado que sea visible por el tránsito que se aproxima.

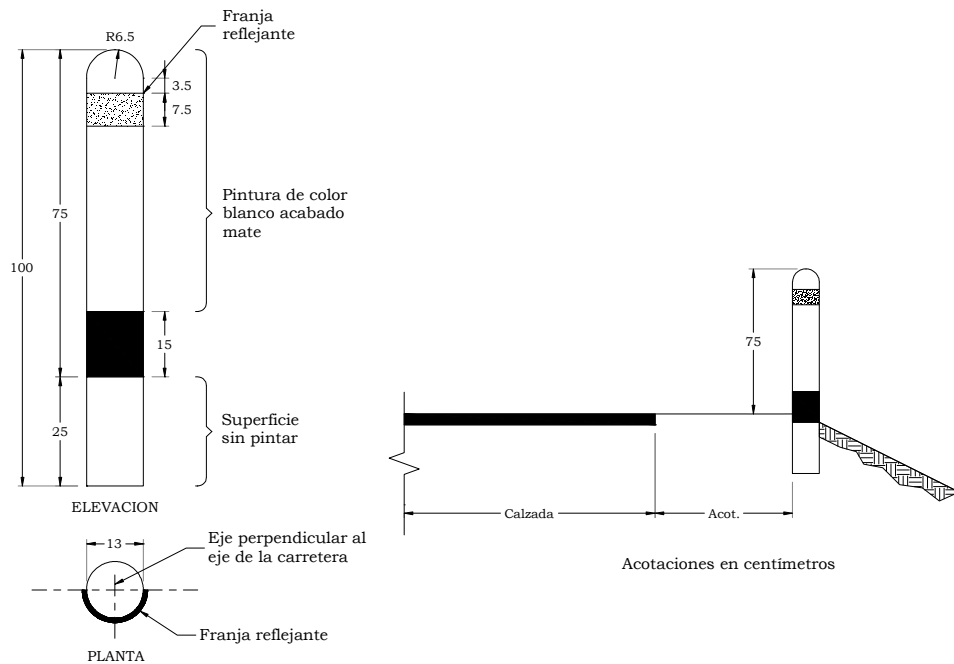


Figura V.4.1.1.12. Detalle de los Indicadores de Alineamiento OD-6.

**Indicadores de curvas peligrosas OD-12.** Señales bajas que se utilizan para indicar, mediante puntas de flecha, los cambios en el alineamiento horizontal de la vialidad, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los usuarios en las curvas peligrosas. Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas deben ser rectangulares de 90 x 76 cm, con su mayor dimensión en posición vertical y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de 4 cm.

El color del fondo de los indicadores de curvas peligrosas debe ser amarillo reflejante, conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2; y la punta de flecha negra. El reverso del tablero y de la estructura de soporte deberá ser galvanizado. La estructura de soporte será a base de 1 poste PTR 2" x 2" x 1/4" de 8.05 kg/m.

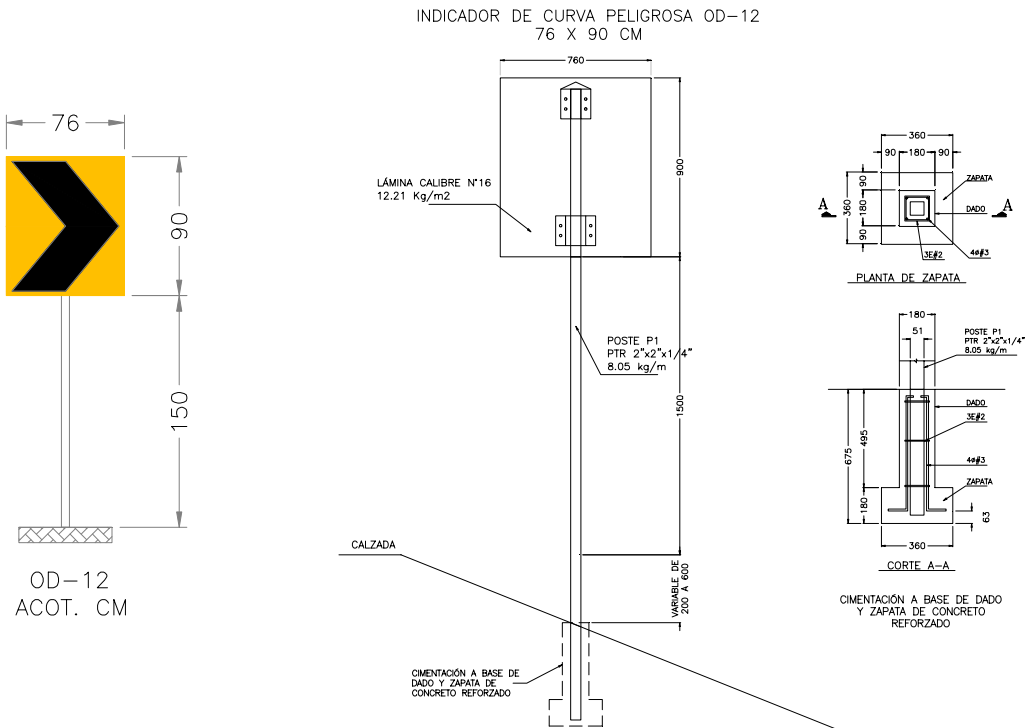
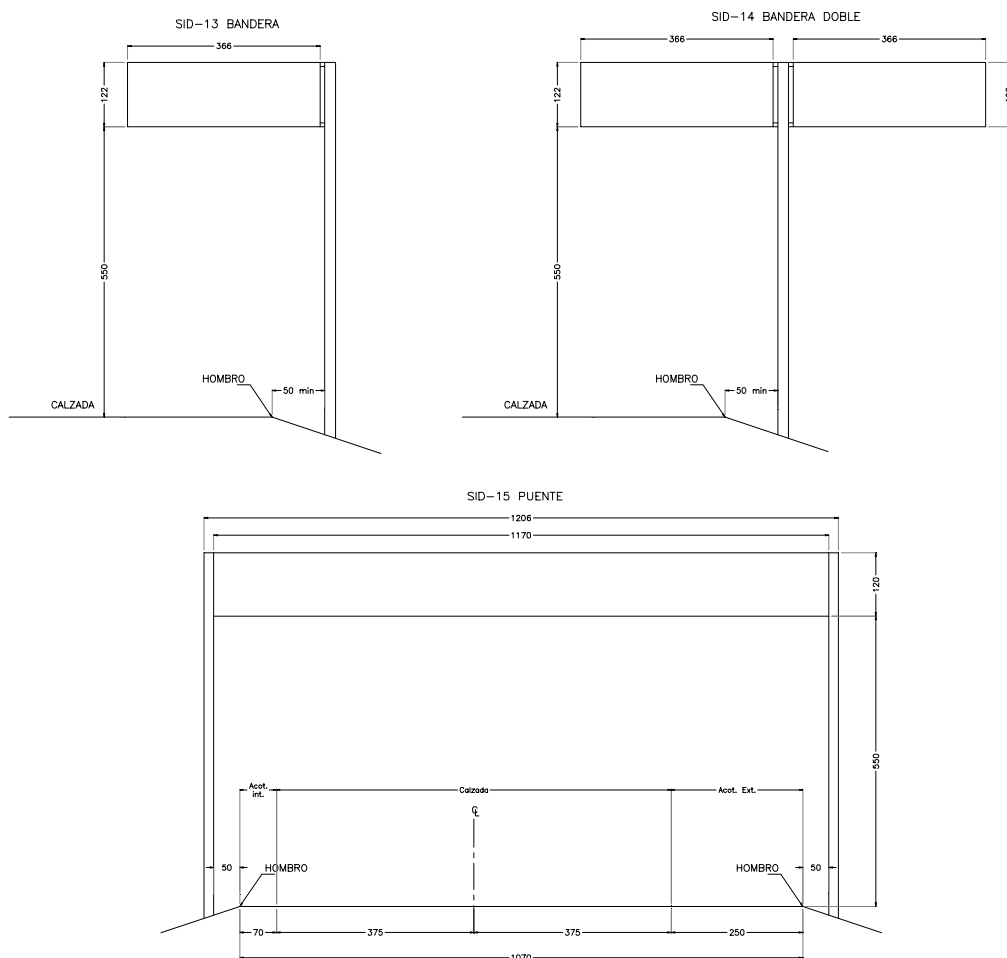


Figura V.4.1.1.13. Detalle de Indicador de Curva Peligrosa OD-12.

### V.4.1.2. Señales Elevadas

Señales verticales que tienen una altura libre de 5.5 m o mayor, entre la parte inferior del tablero y el punto más alto de la superficie del arroyo vial. De acuerdo con su ubicación y estructura de soporte, las señales elevadas se clasifican a su vez en: *Bandera (SID-13)*, *Bandera doble (SID-14)* y *Puente (SID-15)*. Son Señales informativas de destino (SID) desde el punto de vista de su función pueden ser *Previas*, *Diagramáticas* o *Decisivas*.

Estas señales se colocaran longitudinalmente según su función. Lateralmente se ubican de acuerdo a lo indicado en la Figura V.4.1.2.1. Con las caras de sus tableros con un ángulo de inclinación hacia el frente de 5° y normales al eje longitudinal de la carretera 40D.



#### V.4.1.2.1. Ubicación del señalamiento vertical elevado en la Autopista 40D.

Como señales Previas se colocaran una tipo Bandera (SID-13) a una distancia de 125 m de intersecciones o bien antes de retornos. Como diagramáticas se colocaran señales elevadas tipo Bandera antes de un entronque, a una distancia no menor de 200 m antes de la intersección. Las señales decisivas se colocaran en el sitio de la intersección, donde el usuario deba tomar la ruta deseada

mediante una bandera doble (SID-14). Las señales tipo puente (SID-15) podrán ser empleadas como previas, colocadas a una distancia de 500 m de intersecciones indicando el carril para cada destino.

Los tableros de estas señales deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada de 2.5 cm, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas de las señales bajas debe ser de 4 cm y 8 cm para las elevadas, quedando el filete de 1 cm y 2 cm de ancho para las elevadas con radio interior para su curvatura de 2 cm y 4 cm para las elevadas. Las dimensiones de los tableros para las señales elevadas tipo bandera, bandera doble y puente serán de 122 x 366 cm para leyendas de un renglón, de 152 x 488 para leyendas de dos renglones y de 183 x 549 cm para leyendas de tres renglones. En los casos donde la señal se integra por más de un tablero y al menos uno de ellos lleva dos o tres renglones, la altura de todos los tableros debe ser la misma, dimensionada con base en el tablero de dos o tres renglones. La leyenda de los tableros de un renglón debe tener la misma altura de la letra utilizada en el tablero de dos o tres renglones y se coloca centrada verticalmente en el tablero, tomando como guía la tabla 3.E del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El color del fondo de las señales debe ser verde reflejante, excepto cuando se trate de señales informativas de destino turístico o de servicios, en las que debe ser azul reflejante los símbolos, caracteres y filetes deben ser blanco reflejante. Los escudos y las señales diagramáticas que indiquen movimientos indirectos de vuelta izquierda, deben tener el fondo blanco reflejante, con los caracteres, símbolos, contornos y filetes negros. Conforme al área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla V.4.1.1.1, de acuerdo con los factores de luminancia que en la misma se indican, para la película reflejante tipo B. Las películas reflejantes, deben tener los coeficientes mínimos de reflexión inicial que se indican en la Tabla V.4.1.1.2

Las estructuras de soporte para las señales elevadas dependen de las características del terreno para su cimentación, así como de las presiones y succiones debidas al viento a que están sujetas, por lo que se realizó el diseño de la estructura de soporte de las señales considerando el peso propio más la carga de viento como combinaciones de carga, así como el diseño de la cimentación más favorable y recomendar el proceso de construcción más conveniente.

El conjunto de señalamientos elevados considera una serie de estructuras de geometría irregular en alzado, con una altura aproximada sobre el nivel de desplante de  $H=5.50$  m, dispuestos de manera aislada trabajando en cantiliver. El sistema estructural fue resuelto mediante postes de acero estructural en sección cuadrada o rectangular a base de HSS y bastidores para los señalamientos a base de sección PTR cuadrado, forrados con lámina galvanizada del lado del anuncio; estructurados como marco compuesto por armadura y columnas de acero.

La cimentación de cada señalamiento fue resuelta mediante una zapata con su dado, que de acuerdo al cálculo; la presión última inducida en condiciones

estáticas cumple con los estados límite de falla impuestos por el reglamento de referencia.

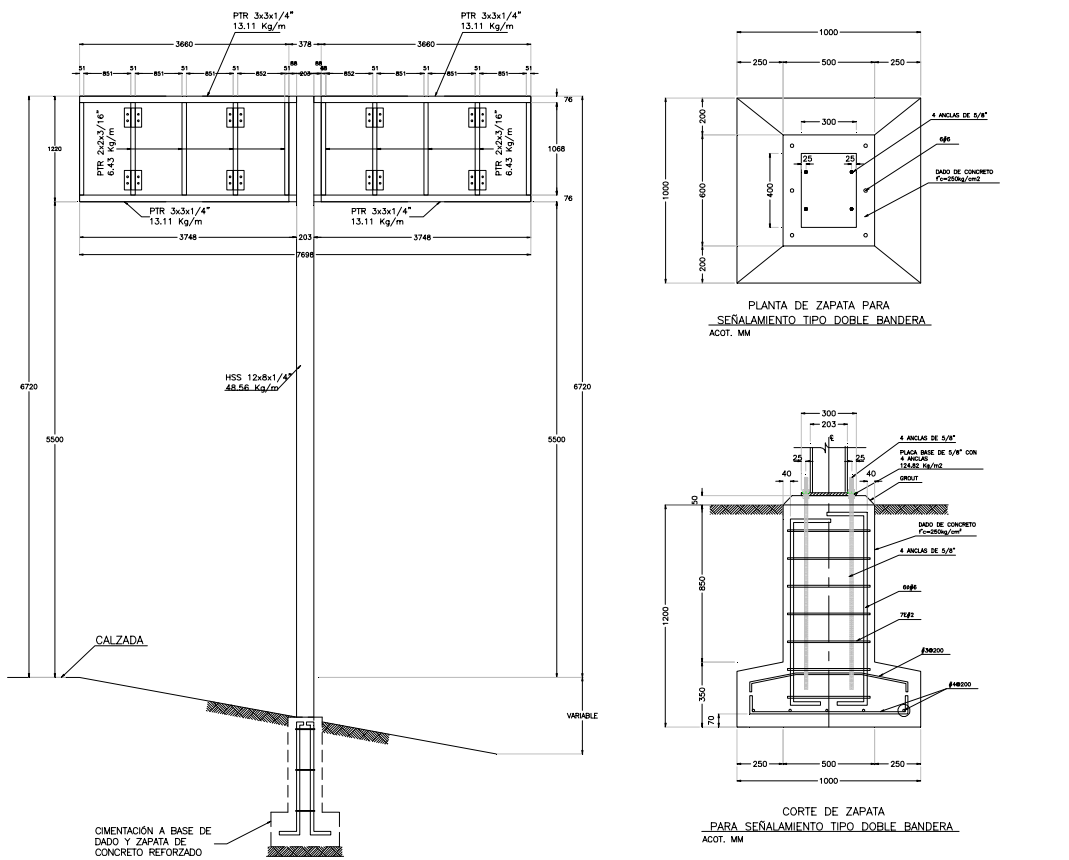


Figura V.4.1.2.2. Detalles estructura de soporte de las Señales Elevadas SID-13 y SID-14

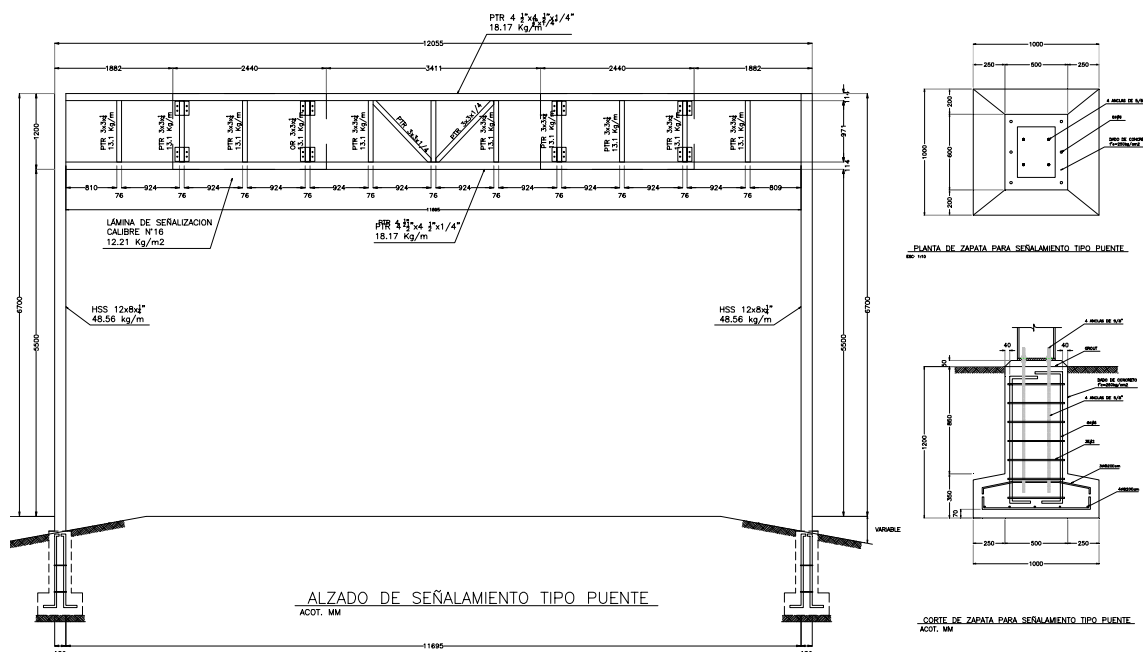


Figura V.4.1.2.3. Detalles estructura de soporte de las Señales Elevadas SID-15

Algunos elementos del alineamiento, de la sección transversal y del drenaje de la Autopista 40D serán señalizados de forma particular atendiendo las recomendaciones del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT; mismos que a continuación se indican:

En las curvas horizontales presentes a lo largo del eje de la autopista se colocaran los dispositivos para el control del tránsito, de acuerdo a lo indicado en la Figura V.4.1.2.4. En ésta se aprecia la ubicación de las señales verticales bajas, con respecto a puntos que conforman la curva: PC (principia curva) y PT (principia tangente).

Colocando una señal preventiva SP-6 Curva (117x117 cm) donde se aproxime la curva, a unos 175 m antes del PC; se colocará una señal SR-13 Conserve su derecha (117x117) y una señal SIR de 1 renglón (56x300 cm) con la leyenda “NO SE ESTACIONE EN CURVA” con 100 m de separación entre sí antes de la SP-6. Esto para cada una de las 12 curvas horizontales a lo largo de la Autopista.

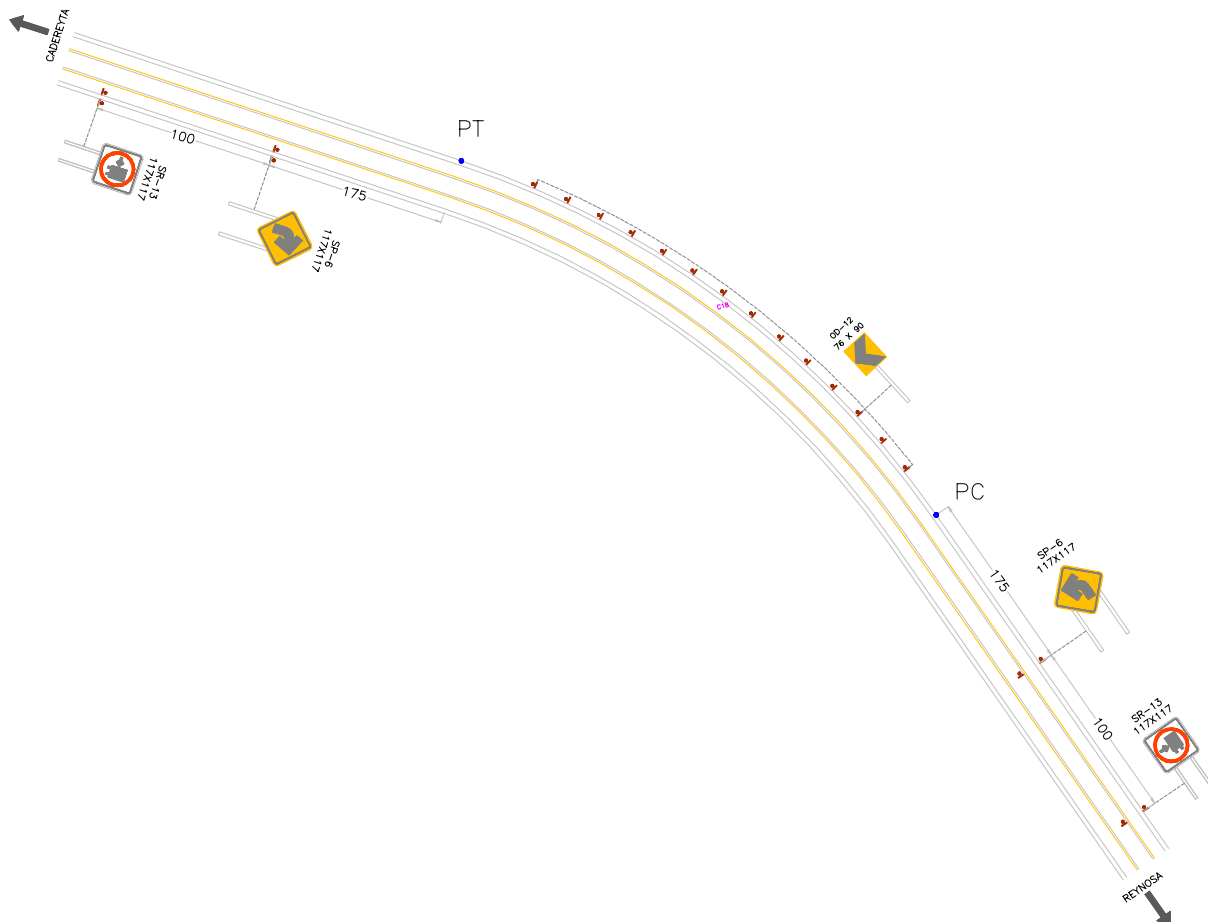


Figura V.4.1.2.4. Ubicación de señales verticales en curvas horizontales.

En las curvas 7 y 11 ubicadas en el km 73+300 y 142+300 respectivamente se complementara este arreglo de dispositivos con señales SIR con la leyenda



“DISMINUYA SU VELOCIDAD CURVA PELIGROSA” y “CURVA PELIGROSA A 500 m”, así como la señal restrictiva SR-9 indicando la velocidad máxima de 80 km/hr.

En los 8 retornos existentes la configuración de los dispositivos para el señalamiento es la indicada en la Figura V.4.1.2.5. Además de los dispositivos empleados para indicar la proximidad del retorno, y su correcto empleo, se hará uso de señales verticales del tipo SIS y SIT según la infraestructura presente en cada retorno, dichos señalamientos serán colocados en la proximidad de estructuras tales como postes de auxilio (S.O.S.), depósitos de basura, tomas de agua, estacionamientos, etc. Cabe mencionar que las señales elevadas tipo bandera SID-13 únicamente se colocaran en el lado exterior de la carretera.

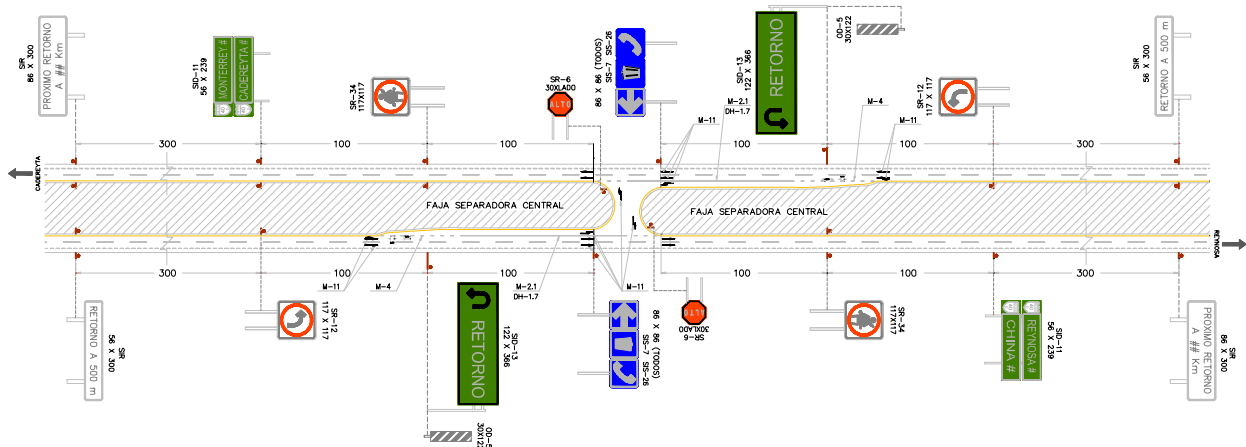


Figura V.4.1.2.5. Disposición de señalamiento en Retornos

En las obras de drenaje como alcantarillas se dispondrá el arreglo de señales verticales de acuerdo con la Figura V.4.1.2.6, esto para ambos lados de la corona en cada cuerpo.

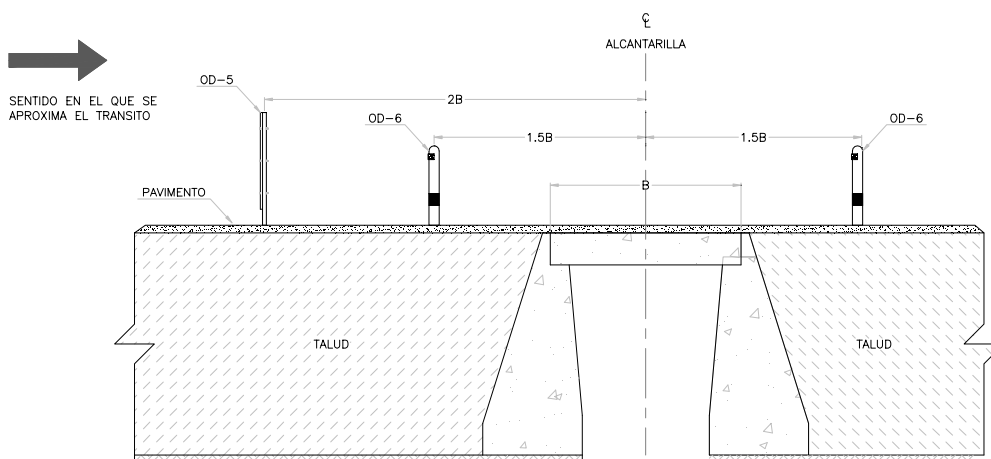


Figura V.4.1.2.6. Disposición de señalamiento en Alcantarillas

### V.4.2. Planos de Proyecto

EL PROYECTO DE SEÑALAMIENTO VERTICAL KM. 34+985 AL 167+000, AUTOPISTA CADEREYTA – REYNOSA comprende un total de 68 planos divididos en bloques. El primero corresponde a planos de camino abierto y corresponden a 45 documentos, en los cuales se presentan tramos de 1 km de longitud de la autopista indicando la ubicación, el tipo, dimensiones y leyenda en su caso de las señales y dispositivos diversos.

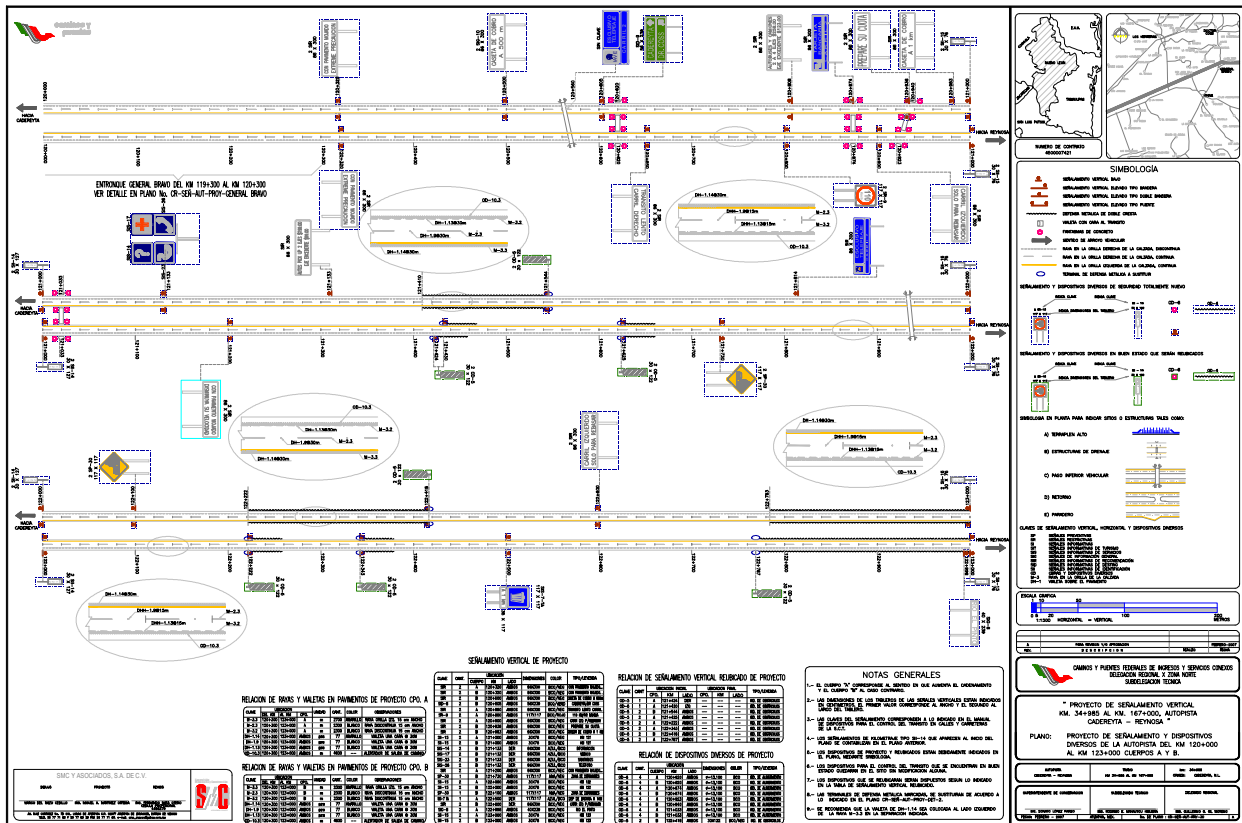


Figura V.4.2.1. Ejemplo de plano de camino abierto. DEL KM 120+000 AL KM 123+000 CUERPOS A Y B.

El segundo bloque lo constituyen 6 planos de entronques 1 documento para cada uno de los 6 enlaces de la Autopista. En ellos se indica la ubicación el tipo, dimensiones y leyenda en su caso de las señales y dispositivos diversos.

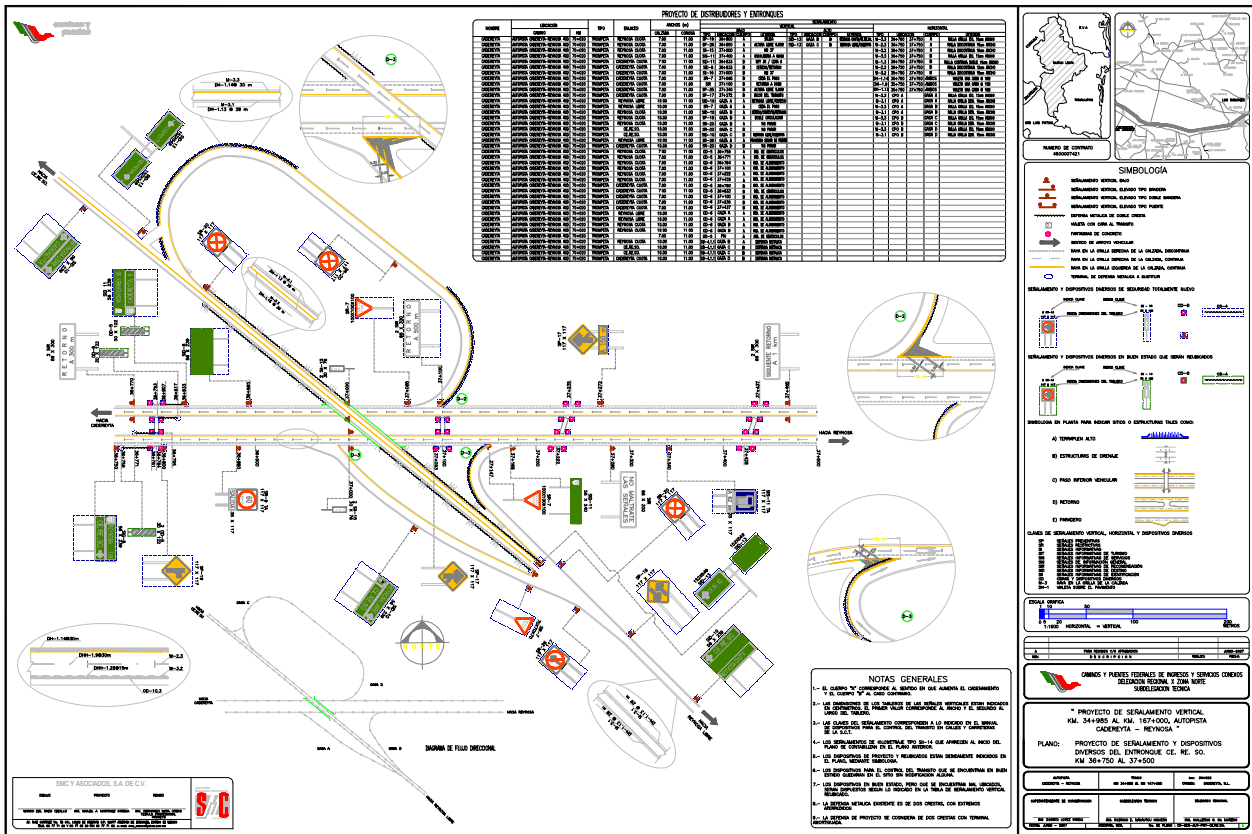


Figura V.4.2.2. Ejemplo de plano de proyecto de Entronques (Entronque CE.RE.SO)

El tercer grupo lo conforman 4 planos donde se detalla el señalamiento vertical en cada uno de los 8 retornos de la Autopista.

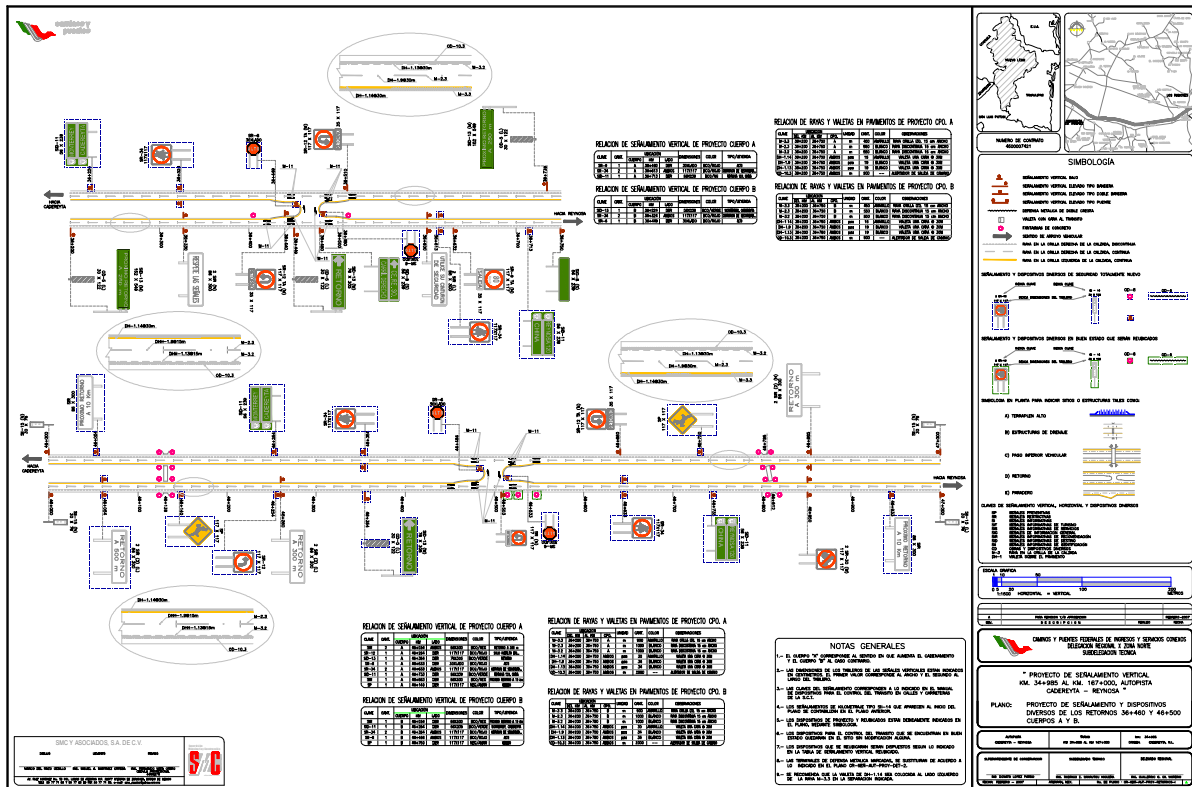


Figura V.4.2.3. Ejemplo de plano de retornos (Retorno km 36+460 y 46+500)

El cuarto bloque lo constituyen tres planos de detalles, donde se indican precisamente detalles de los dispositivos de señalamiento vertical como son forma, dimensiones de tableros, radios de curvatura en las esquinas de las láminas, bordes y filetes, ubicación lateral, colores, y especificaciones particulares de cada señal.

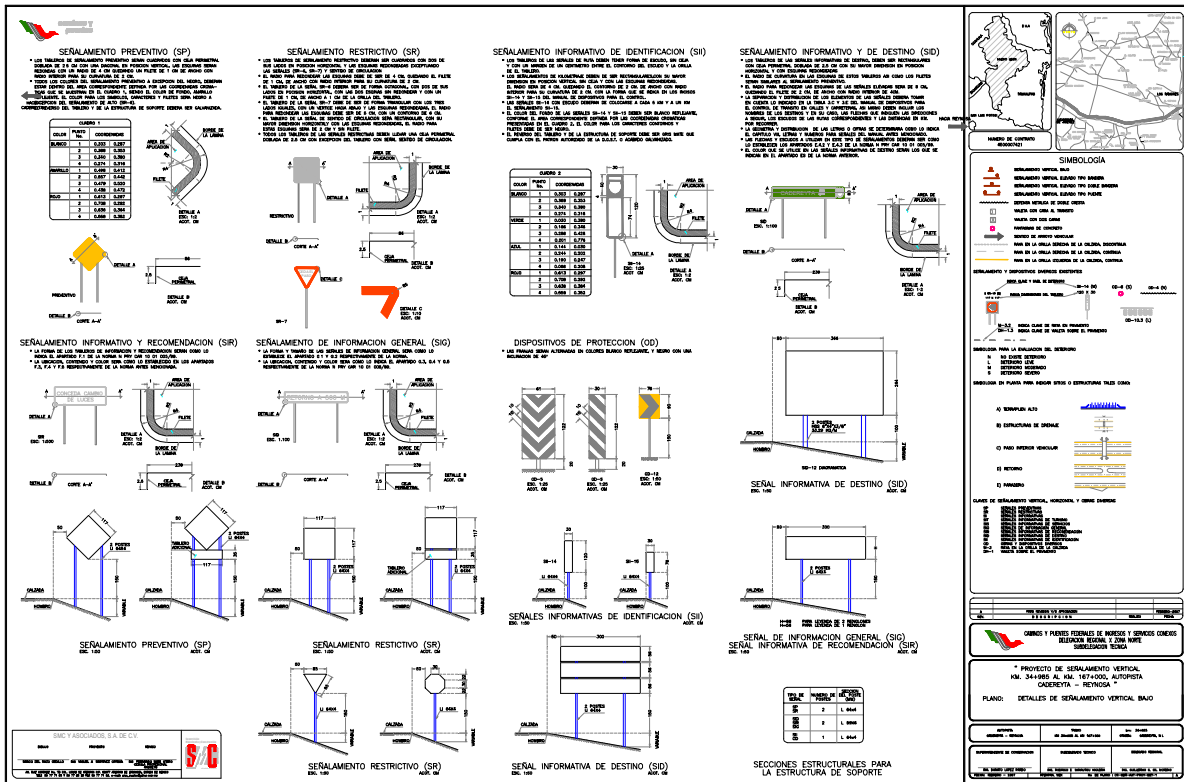


Figura V.4.2.4. Ejemplo de plano de detalles del señalamiento vertical de proyecto en la Autopista 40D.

El quinto grupo lo conforman los planos estructurales, constituidos por 10 documentos donde se consignan las, dimensiones, materiales, detalles de soldadura y sujeción, cimentación y anclaje, y especificaciones de las estructuras de soporte y tableros de los dispositivos que conforman el señalamiento vertical bajo y elevado.

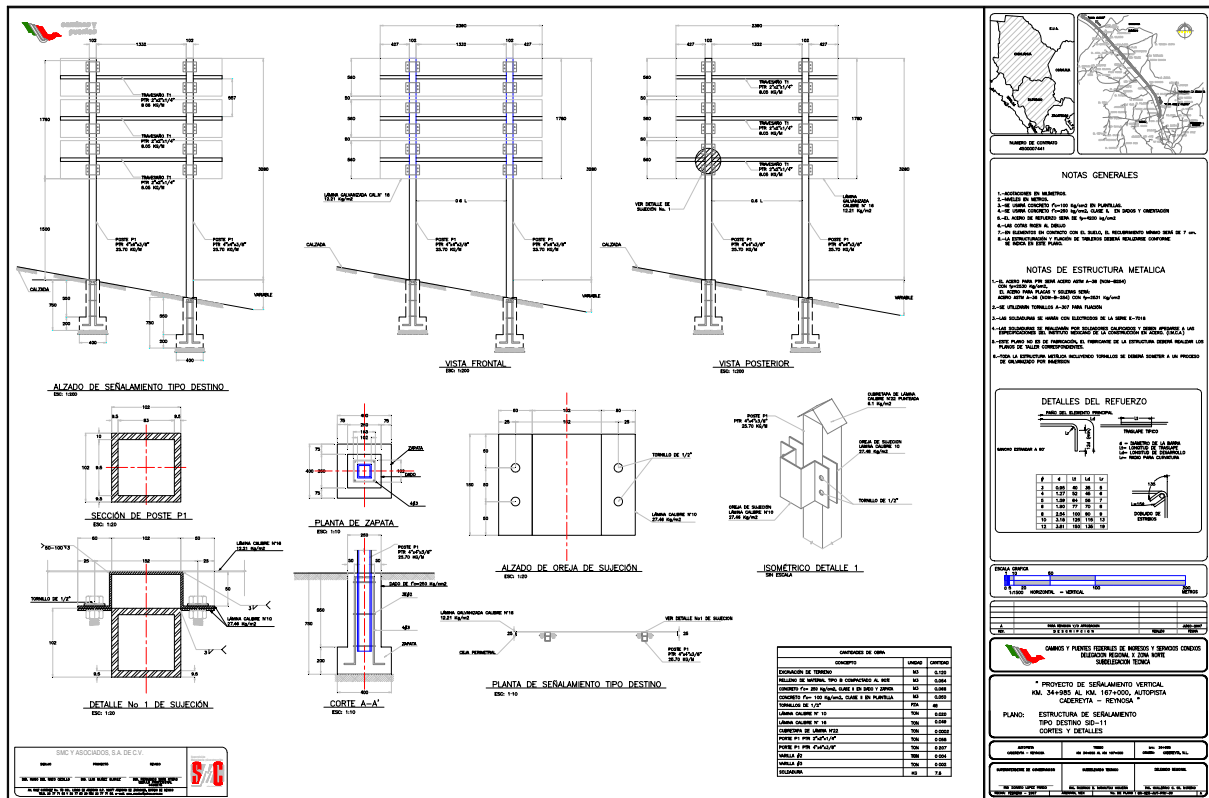


Figura V.4.2.5. Ejemplo de plano estructural. ESTRUCTURA DE SEÑALAMIENTO TIPO DESTINO SID-11 CORTES Y DETALLES.

### V.4.3. Catálogo de Conceptos

Otro aspecto necesario para el control y ejecución de la obra es el Catálogo de Conceptos el cual está conformado por los conceptos de trabajo que incluye las cantidades de obra, los precios unitarios y el programa de ejecución de obra. El catálogo se realizó por cada 3 km de camino, cubriendo los dispositivos comprendidos en el proyecto en dicho tramo. En la Figura V.4.3.1 se aprecia el modelo del formato empleado para la elaboración del Catálogo de conceptos del Proyecto, de acuerdo con los lineamientos marcados por CAPUFE. Como se observa en este documento se consigna los datos del proyecto, de la Dependencia, la especificación, una descripción del concepto de trabajo, la cantidad, la unidad de medición, el precio unitario, y el importe.

## Capítulo V

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS		LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL					PRESUPUESTO BASE		ANEXO ECONÓMICO
DIRECCIÓN TÉCNICA		LUGAR Y FECHA: <b>Monterrey, Nvo. León</b> a ____ de ____ de ____.							
		OBRA: <b>PROYECTO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL KM. 34+985 AL KM 165+000, AUTOPISTA CADREYTA - REYNOSA</b>							
RELACIÓN DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA									
No.	ESPECIFICACIÓN GENERAL O COMPLEMENTARIA	CONCEPTOS DE OBRA  DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE ACUMULADO DE LA HOJA ANTERIOR			IMPORTE PESOS	
					PRECIO UNITARIO				
					CON NUMERO	CON LETRA			
		<b>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 150+000 AL Km 153+000</b>							
1		Suministro y colocación de señal vertical SIS-7, de 117x117 cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	1.00	pza	3,453.80	TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 80/100 M.N.	3,453.80		
2		Suministro y colocación de señal vertical SIR de 86x300 cm; incluye valor de adquisición, almacenaje, transporte al sitio de proyecto y colocación; P.U.O.T.	12.00	pza	4,974.15	CUATRO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS 15/100 M.N.	59,689.80		
3		Suministro y colocación de señal vertical SIS-7, de 117x117 cm y tablero adicional de 35x117cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	1.00	pza	6,607.80	(SEIS MIL SEISCIENTOS SIETE PESOS 80/100 M.N.)	6,607.80		
4		Suministro y colocación de señal vertical SII-15 de 30x76 cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	8.00	pza	1,201.56	(UN MIL DOSCIENTOS UN PESOS 56/100 M.N.)	9,612.48		
5		Suministro y colocación de señal restrictiva vertical SR, de 117x117 cm y tablero adicional de 35x117cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	1.00	pza	6,607.80	(SEIS MIL SEISCIENTOS SIETE PESOS 80/100 M.N.)	6,607.80		
6		Suministro y colocación de señal vertical SIG-8 de 40x239 cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	4.00	pza	2,953.11	(DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 11/100 M.N.)	11,812.44		
7		Suministro y colocación de señal restrictiva vertical SR, de 117x117 cm; incluye valor de adquisición, transporte, almacenaje y colocación; PUOT	4.00	pza	3,453.80	TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 80/100 M.N.	13,815.20		
8		Reubicación de señalamiento vertical, a cualquier altura y señal tipo; incluye, desmantelamiento de la señal, traslados, limpieza de la señal y colocación; PUOT	4.00	pza	2,953.11	(DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 11/100 M.N.)	11,812.44		
9		Suministro y colocación de dispositivo OD-5, incluye, valor de adquisición, transporte al sitio de obra, almacenaje y colocación, PUOT	2.00	pza	1,312.48	(UN MIL TRESCIENTOS DOCE PESOS 48/100 M.N.)	2,624.96		
10		Suministro y colocación de dispositivo OD-6, incluye, valor de adquisición, transporte al sitio de obra, almacenaje y colocación, PUOT	32.00	pza	94.02	(NOVENTA Y CUATRO PESOS 02/100 M.N.)	3,008.64		
11		Suministro y colocación de pintura M 3.3 en orilla izquierda, color amarillo, de 15 cm de ancho, con características SCT; incluye valor de adquisición de la pintura, transporte, preparación, almacenamiento y colocación; PUOT	6,000.00	ml	2.18	(DOS PESOS 18/100 M.N.)	13,080.00		
NOMBRE DE LA EMPRESA O PERSONA FÍSICA		FIRMA DEL REPRESENTANTE	PARA USO EXCLUSIVO Y POSTERIOR DE CAPUFE		SUMA DEL IMPORTE PARCIAL DE ESTA HOJA PROPOSICION QUE TIENE UN IMPORTE ACUMULADO O TOTAL ESTA HOJA ACUMULADO				
					Hoja: de:				

Figura V.4.3.1 Modelo del formato empleado para la elaboración del Catálogo de conceptos del Proyecto

En la siguiente tabla se aprecia un desglose del costo del proyecto de señalamiento vertical por cada 3 kilómetros de carretera, resultando un monto total del Proyecto Cadereyta-Reynosa de \$33,897,672.32 (treinta y tres millones ochocientos noventa y siete mil seiscientos setenta y dos pesos 32/100 M.N.); lo que corresponde a un costo por kilómetro de \$ 288,490.83 (Doscientos ochenta y ocho mil cuatrocientos noventa pesos 83/100 M.N.)

Tabla V.4.3.1. Costo del proyecto en tramos de 3 km.

<b>CADENAMIENTO</b>	<b>MONTO</b>	<b>ACUMULADO</b>
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 35+500 AL Km 38+000	\$300,075.69	\$300,075.69
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 38+000 AL Km 41+000	\$554,608.52	\$854,684.21
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 41+000 AL Km 44+000	\$439,359.13	\$1,294,043.34
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 44+000 AL Km 47+000	\$340,789.61	\$1,634,832.95
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 47+000 AL Km50+000	\$810,582.11	\$2,445,415.06
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 50+000 AL Km 53+000	\$444,206.26	\$2,889,621.32
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 53+000 AL Km 56+000	\$441,546.07	\$3,331,167.39
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 56+000 AL Km 59+000	\$328,117.83	\$3,659,285.22
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 59+000 AL Km 62+000	\$555,982.24	\$4,215,267.46
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 62+000 AL Km 64+000	\$294,403.39	\$4,509,670.85
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 64+000 AL Km66+000	\$335,789.28	\$4,845,460.13
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 66+000 AL Km69+000	\$516,781.22	\$5,362,241.35
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 69+000 AL Km 72+000	\$441,592.33	\$5,803,833.68
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 72+000 AL Km 75+000	\$183,154.68	\$5,986,988.36
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 75+000 AL Km 78+000	\$466,150.46	\$6,453,138.82
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 78+000 AL Km 81+000	\$558,836.11	\$7,011,974.93
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 81+000 AL Km84+000	\$440,427.24	\$7,452,402.17
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 84+000 AL Km 87+000	\$478,499.22	\$7,930,901.39
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 87+000 AL Km 90+000	\$334,831.61	\$8,265,733.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 90+000 AL Km93+000	\$826,047.34	\$9,091,780.34
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 93+000 AL Km 96+000	\$780,945.62	\$9,872,725.96
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 96+000 AL Km 99+000	\$560,543.25	\$10,433,269.21
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 99+000 AL Km 102+000	\$822,522.02	\$11,255,791.23
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 102+000 AL Km 105+000	\$521,339.88	\$11,777,131.11
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 105+000 AL Km 108+000	\$759,225.83	\$12,536,356.94
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 108+000 AL Km 111+000	\$554,948.52	\$13,091,305.46
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 111+000 AL Km 114+000	\$751,353.64	\$13,842,659.10
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 114+000 AL Km 117+000	\$759,669.05	\$14,602,328.15
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 117+000 AL Km 120+000	\$643,644.83	\$15,245,972.98
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 120+000 AL Km 123+000	\$738,466.80	\$15,984,439.78
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 123+000 AL Km 126+000	\$791,418.09	\$16,775,857.87
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 126+000 AL Km 129+000	\$765,899.87	\$17,541,757.74
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 129+000 AL Km 132+000	\$796,026.06	\$18,337,783.80
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 132+000 AL Km 135+000	\$72,502.61	\$18,410,286.41
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 135+000 AL Km 138+000	\$774,358.24	\$19,184,644.65
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 138+000 AL Km 141+000	\$738,328.64	\$19,922,973.29
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 141+000 AL Km 144+000	\$882,164.72	\$20,805,138.01
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 144+000 AL Km 147+000	\$804,375.30	\$21,609,513.31
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 147+000 AL Km 150+000	\$792,036.80	\$22,401,550.11
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 150+000 AL Km 153+000	\$795,171.58	\$23,196,721.69



<b>CADENAMIENTO</b>	<b>MONTO</b>	<b>ACUMULADO</b>
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 153+000 AL Km 156+000	\$749,785.16	\$23,946,506.85
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 156+000 AL Km 159+000	\$804,758.73	\$24,751,265.58
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 159+000 AL Km 162+000	\$795,543.54	\$25,546,809.12
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 162+000 AL Km 165+000	\$724,841.28	\$26,271,650.40
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL Km 165+000 AL Km 167+000	\$65,441.37	\$26,337,091.77
TERMINAL AMORTIGUADA EN DEFENSA METALICA	\$2,730,000.00	\$29,067,091.77
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE CHINA	\$669,258.89	\$29,736,350.66
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE LA SIERRITA	\$867,311.39	\$30,603,662.05
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE CADEREYTA	\$244,195.43	\$30,847,857.48
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE C.E.R.E.S.O.	\$648,002.44	\$31,495,859.92
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE RAMONES	\$1,674,906.90	\$33,170,766.82
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ENTRONQUE GENERAL BRAVO	\$726,905.50	\$33,897,672.32
	TOTAL =	<b>\$33,897,672.32</b>

#### **V.4.4. Especificaciones Técnicas.**

Se entenderá por Especificaciones Técnicas el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la Dependencia estipula para la ejecución de una obra y consigna en el volumen y que el Contratista se obliga a cumplir. Contienen todas las estipulaciones relativas a los diversos conceptos de trabajo que intervienen en la ejecución de las obras, o sea, la definición de la obra que se requiere en cada concepto de trabajo. Las normas técnicas a que deberá sujetarse su ejecución, la forma en que se medirá el trabajo ejecutado y la base sobre la cual se pagarán al Contratista las compensaciones a que tenga derecho. El objeto de las Especificaciones, es complementar las estipulaciones contenidas en los Contratos, además definir las obras cuya realización se pretenda lograr en cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de los mismos, establecer las normas técnicas generales a las que deberá sujetarse la ejecución de esos conceptos de trabajo, que permitan calificar la idoneidad de los resultados obtenidos.

De esta forma se presentaron los principales aspectos que conforman un proyecto de señalamiento vertical en una carretera federal de altas especificaciones. Cuyo principal objetivo es la seguridad y confianza de los usuarios, ello mediante la mejora y modernización del señalamiento y dispositivos de seguridad actuales. Haciendo énfasis en las principales actividades del proyecto como son las características geométricas, de operación y tránsito de la autopista; el inventario y evaluación de los dispositivos actuales, y el proyecto del señalamiento mediante planos, catálogo de conceptos y especificaciones técnicas.

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evolución de las carreteras de México no ha sido un hecho aislado sino más bien el resultado del incremento de la demanda de rutas de transporte para personas, bienes y mercancías desde el centro hacia las principales ciudades del interior, zonas de producción, puertos marítimos y fronterizos; que a su vez, está ligado con la evolución de los medios de transporte desde aquellos constituidos simplemente por el hombre, animales, carretas empleadas durante la época colonial; las diligencias del México independista, hasta la llegada de los primeros vehículos automotores, hecho que coincidió con el desarrollo industrial del país y por tanto con el incremento de vialidades rurales y urbanas, cuyas características fueron adaptándose a los vehículos cada vez más veloces, de mayor peso y dimensiones; para llegar a constituir los 377,660 kilómetros de longitud del sistema carretero en la actualidad.

A medida que las ciudades y centros de producción crecían, lo hacían también sus sistemas viales, a veces no de la forma requerida operando por arriba de su capacidad. La acción de transitar por vialidades creadas para vehículos automotores en constante evolución conlleva a problemas de tránsito; para subsanarlos surge la Ingeniería de Tránsito concebida para el estudio del aspecto funcional de la vialidad, del movimiento de vehículos y peatones, mediante la estructuración de planes adecuados, prácticos y racionales para mejorar la seguridad y la fluidez del tránsito en los sistemas viales.

Los medios fundamentales de que se dispone para el ordenamiento de la circulación son la señalización, los semáforos, las señales y marcas viales, mediante las cuales se orienta y encausa a los conductores a cumplir las normas y reglamentos de tránsito. De suma importancia es pues el estudio de los tres elementos relacionados en el sistema de transporte: la carretera, el vehículo y el usuario, puesto que su interacción llega a provocar una de las principales causas de muerte, los accidentes de tránsito.

El proyecto geométrico de carreteras contempla la conveniente interrelación entre el alineamiento horizontal y vertical, para definir de manera adecuada la geometría y superficie de rodamiento de la sección transversal del camino, atendiendo a ciertas características físicas del conductor, el vehículo, las propiedades del tránsito, condiciones topográficas y climáticas existentes; todas éstas englobadas en un estándar de proyecto que garantice la calidad en la construcción, operación y mantenimiento de carreteras, en aras de la seguridad de los usuarios, los medios e infraestructura vial, del entorno operacional y de la eficiencia económica.

Los dispositivos para el señalamiento y de seguridad de tránsito en las carreteras y vialidades urbanas son elementos indispensables de toda vialidad, advierten a los usuarios de los caminos de las reglas de operación guiándolos hacia una conducción segura, uniforme y eficiente. El señalamiento horizontal y vertical se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes mediante tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, así como otros elementos, constituyendo un sistema que tiene por objeto *delinear* las características geométricas de las vías públicas, *prevenir* al usuario sobre la

---

existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza, *regular* el tránsito indicando la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad, *guiar* e *informar* sobre nombres y ubicación de las poblaciones, servicios o lugares de interés turístico y recreativo a lo largo de su itinerario. Lo anterior, con el propósito de facilitar la comprensión de esas indicaciones, el sistema debe ser *claro, preciso y uniforme* en todo el territorio nacional, para contribuir a la disminución de accidentes.

Los dispositivos de seguridad son los elementos que se colocan dentro de una vialidad, que tienen por objeto incrementar la seguridad de conductores y peatones, evitando en la medida de lo posible que los vehículos salgan de la carretera, invadan el carril contrario o colisionen con obstáculos o parte de la infraestructura de la vialidad misma, estos elementos deben cumplir con ciertos requerimientos para su efectividad:

- Llenar una necesidad.
- Llamar la atención.
- Transmitir un significado simple y claro.
- Ser respetado por los usuarios de los caminos.
- Dar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada.

Los dispositivos de control de tránsito deberán cumplir las especificaciones de diseño (forma, tamaño, ubicación, color y contenido), de acuerdo con lo estipulado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011. Situación que garantiza la uniformidad en todo el territorio nacional.

### **Recomendaciones**

Se invita a que los profesionales de las vías terrestres hagan hincapié en la importancia que tiene la instalación de los dispositivos de señalamiento y seguridad del tránsito y que no lo vean solo como un complemento del proyecto o construcción de la carretera, sino más bien como un elemento del estándar de proyecto que contribuirá al éxito y seguridad de la vialidad.

El presente trabajo está encaminado a brindar una herramienta tanto al estudiante como al profesional encargado del proyecto, conservación, construcción y/o supervisión de los trabajos de señalización y elementos de seguridad en vialidades. Con la finalidad de abundar más en el tema se recomienda consultar la Parte 10. Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Carreteras y Vialidades Urbanas de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas; en específico los Anexos:

- A. Instructivo para el trazo en campo de la raya separadora de sentidos de circulación en curvas y
- B. Sistemas de control de velocidad para cruces a nivel con vías férreas.

La Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2009, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.

---

La Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas.

Otro material de consulta importante es:

Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.

Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios editados por la DGST de la SCT.

Se pretende que con el presente trabajo, el profesional disponga de datos e información necesaria para que pueda llevar a buen término el Proyecto de Dispositivos para el Señalamiento Horizontal, Vertical y Elementos de Seguridad en Carreteras y Vialidades Urbanas.

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Rafael Cal y Mayor R.  
“Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicación”  
Ed. Alfaomega, México 1994.
2. William W. Hay  
“Ingeniería de Transporte”  
Ed. Limusa, México 1983.
3. Antonio Valdez  
“Ingeniería de Tráfico”  
Ed. Dossat, España 1971.
4. Nicholas J. Garber y Lester A. Hoel  
“Ingeniería de Tránsito y Carreteras”  
Thomson Editores, México 2005.
5. Alejandro Martínez Márquez  
“Control de Tránsito Urbano”  
Ed. Limusa, México 1979.
6. Cutberto Flores Cervantes  
“Los Accidentes de Tránsito”  
Ed. Porrúa, México 1998.
7. “Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras”  
Dirección General de Servicios Técnicos.  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México 1986.
8. “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras”  
Secretaría de Obras Públicas, México 1971.
9. NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
10. Página electrónica de CAPUFE  
[www.capufe.org.mx](http://www.capufe.org.mx)
11. Página electrónica de la SCT  
[www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx)
12. Página electrónica del IMT  
[www.imt.mx](http://www.imt.mx)