



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**T
E
S
I
S**

PROYECTO EJECUTIVO PARA LA PAVIMENTACION DEL CAMINO:



PALOMAS - PUENTE DE TIERRA.

TRAMO: Del km. 0+000 al km. 1+600

MUNICIPIO DE HIDALGO, MICH.

PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO CIVIL

AUTOR: JUAN RICARDO ONTIVEROS MARTÍNEZ

ASESOR: MAESTRO EN INGENIERIA JOSÉ FERNANDO LÓPEZ NAVA.

Morelia, Mich., Septiembre 2013

INDICE.



Contenido

Introducción.....	4
CAPITULO I.- Antecedentes.....	6
CAPITULO II.- Levantamiento Topográfico.....	18
CAPITULO III.- Proyecto Geométrico.....	22
Tipos de Caminos.....	23
Alineamiento Horizontal.....	26
Alineamiento Vertical.....	39
Secciones Transversales de Construcción.....	64
Drenaje.....	56
Proyecto del Pavimento.....	74
CAPITULO IV.- Proyecto de Señalamiento.....	80
Señalamiento Horizontal.....	81
Señalamiento Vertical.....	90
CAPITULO V.- Procedimiento Constructivo.....	121
CAPITULO VI.- Conclusiones.....	124
Anexos.....	126
Bibliografía.....	128



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN.

El aumento de la población en las ciudades de las primeras civilizaciones y la necesidad de comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios y transportarlos a otros consumidores, esto llevó al ser humano a trazar a su paso: veredas y brechas, y es ahí donde surgen los primeros caminos, mismos que con el paso del tiempo hubo la necesidad de desarrollar métodos para el mejoramiento y conservación de esas vías primitivas de comunicación.

En la época prehispánica en México, los habitantes de una civilización tenían contacto con pueblos cercanos y lejanos gracias a un ingenioso sistema de mensajería y entrega consistente en relevos de corredores cada determinada distancia, que permitía por ejemplo que el emperador Moctezuma tuviera pescado fresco de mar proveniente de diversos sitios marítimos diariamente en su mesa, estas rutas nos sirvieron para trazar las primeras vías de comunicación que fueron eficientes en su tiempo.

Con el crecimiento de los pueblos se hizo necesario transportar mayores volúmenes de carga por lo que se tuvo que idear la forma de mejorar en todos los aspectos las rutas ya conocidas y trazar nuevas de acuerdo a las necesidades que iban surgiendo, mejorando con el transcurso del tiempo desde los caminos de terracería hasta las modernas autopistas de pavimento flexible o rígido que en la actualidad nos permiten transportar grandes y pesados volúmenes con relativa facilidad.

Actualmente, el Estado de Michoacán cuenta con una infraestructura de la red carretera y de caminos de 12,885 kilómetros, distribuidos de la siguiente manera: 2,842 corresponden a carretera troncal federal; 2,978 kilómetros son carreteras alimentadoras estatales; 3,065 kilómetros son caminos rurales, y 4,000 kilómetros corresponden a brechas.



CAPITULO I

6

ANTECEDENTES



CAPITULO I

ANTECEDENTES

LOCALIZACIÓN.

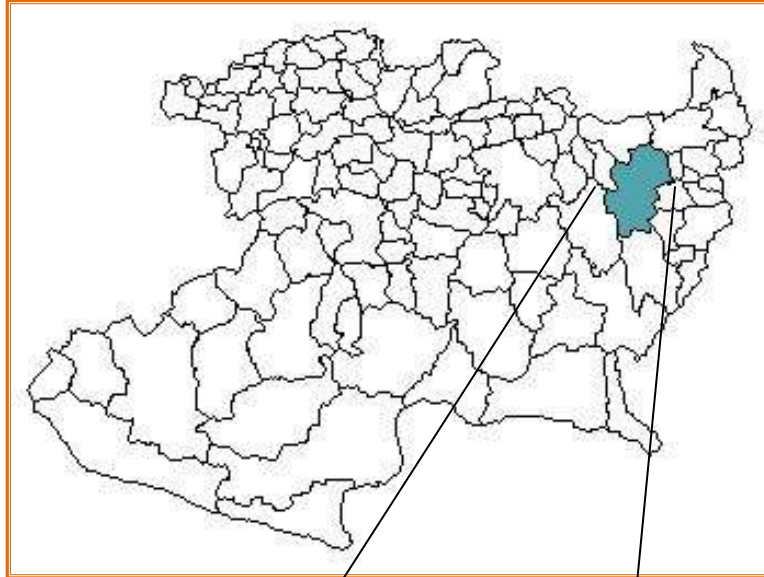
7

Hidalgo es un municipio ubicado al noroeste del estado de Michoacán, cuya cabecera es Ciudad Hidalgo, la cual se encuentra a 100 km por carretera hacia el oriente de la capital del estado, Morelia y a 50 km al noroeste de Zitácuaro, en las coordenadas 19°42' de latitud norte y 100 °33' de longitud oeste, a una altura de 2,040 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Queréndaro, Zinapécuaro y Maravatío, al este con Irimbo, Tuxpan y Jungapeo, al sur con Tuzantla y Tiquicheo, y al oeste con Tzitzio, Quréndaro, Indaparapeo y Charo. Su distancia a la capital del Estado es de 104 km.

Tiene una población aproximada de 106,000 habitantes, su clima templado y sub-húmedo propicia que en sus montañas y fértiles valles existan diferentes tipos de coníferas, árboles frutales, plantas de ornato y una variada fauna que abarca mamíferos, reptiles, aves, batracios, peces e insectos.



MACROLOCALIZACIÓN



8



MUNICIPIO DE HIDALGO MICHOACAN.



CROQUIS DEL MUNICIPIO

Latitud 19° 42' N

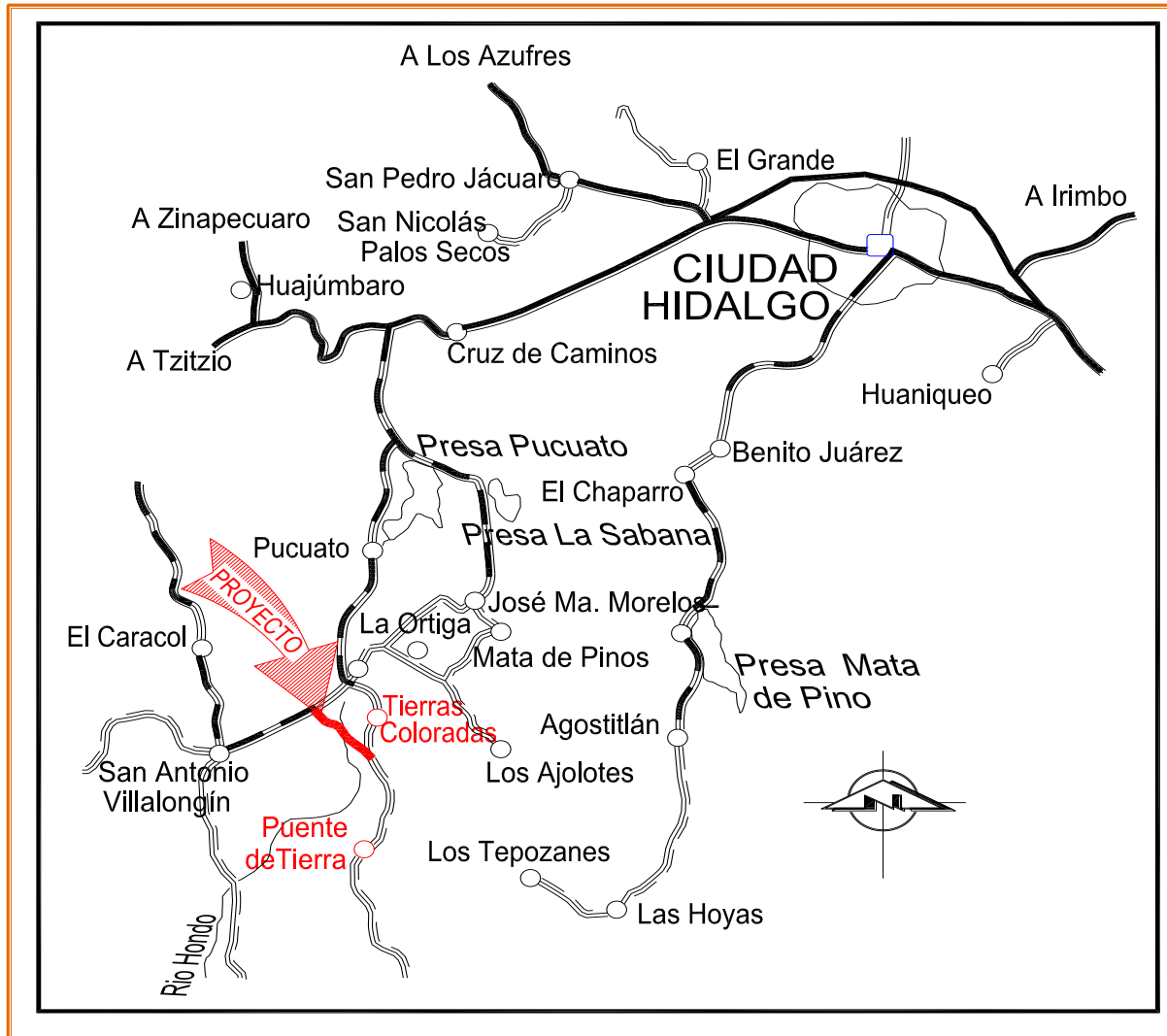
Longitud 100° 33' O

Altitud 2,040 msnm

9



MICROLOCALIZACIÓN.



10

Puente de Tierra se localiza en el Municipio Hidalgo del Estado de Michoacán de Ocampo México y se encuentra en las coordenadas:

Longitud (dec): -100.710833

Latitud (dec): 19.505833

La localidad se encuentra a una mediana altura de 2480 metros sobre el nivel del mar.

PRINCIPALES LOCALIDADES.

Ciudad Hidalgo.

Es la cabecera municipal. Sus principales actividades económicas son la silvicultura y el comercio. Cuenta con 55,225 habitantes.

Agostitlán.

Su actividad económica es la explotación forestal (madera y resina). Se encuentra a 18 km de la cabecera municipal. Cuenta con 2,921 habitantes.

El Caracol.

Su actividad económica es la explotación forestal (madera y resina). Se encuentra a 24.5 km de la cabecera municipal. Cuenta con 884 habitantes.

San Matías.

Sus actividades económicas son la agricultura y alfarería. Se encuentra a 10 km de la cabecera municipal. Cuenta con 3,674 habitantes.

Huajúmbaro.

Su actividad económica es la explotación forestal. Se encuentra a 20 km de la cabecera municipal. Cuenta con 1,905 habitantes.

José Ma. Morelos.

Sus actividades económicas son la agricultura y el bosque. Se encuentra a 25.5 km de la cabecera municipal. Cuenta con 502 habitantes.

Puente de Tierra.

Su actividad económica es la explotación forestal. Se encuentra a 37 km de la cabecera municipal. Cuenta con 725 habitantes.

San Antonio Villalongín.

Su actividad económica es la explotación forestal. Se encuentra a 21.5 km de la cabecera municipal. Cuenta con 2,422 habitantes.

San Bartolo Cuitareo.

Sus actividades económicas son la explotación forestal y la agricultura. Se encuentra a 3 km de la cabecera municipal. Cuenta con 3,473 habitantes.



Extensión.

Tiene una superficie es de 1,063.06 Km² y representa un 1.78 por ciento del total del Estado.

Orografía.

Su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal, sierra de Mil Cumbres y Cerros: Del Fraile, Azul, San Andrés, Ventero, Guangoche y Blanco.

Hidrografía

La constituyen los ríos Agostitlán, Chaparro, Zarco y Grande; las presas de Sabaneta, Pucuató y Mata de Pinos.

Clima

Templado con lluvias en verano, y al norte con lluvias todo el año. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,810.2 milímetros y temperaturas que oscilan de 4.1 a 18.4 °Centígrados.

Principales Ecosistemas

El municipio tiene bosque mixto, con aile, encino y sauce; bosque de coníferas, con pino.

Su fauna la conforman: coyote, zorro, zorrillo, tlacuache, liebre, conejo, mapache, armadillo, pato y torcaz.

Recursos Naturales

El municipio tiene una superficie forestal maderable ocupada por pinos, encinos y oyamel; y una superficie no maderable ocupada por matorrales de distintas especies.

Existen yacimientos minerales no metálicos de caliza, arcilla, arcilla caolinítica, caolín, sub-bentonita, azufre y tierra fuller.

Características y Uso del Suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario y pleoceno; corresponden principalmente a los del tipo complejo de montaña. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción ganadera y agrícola.



PERFIL SOCIODEMOGRAFICO

Grupos Indígenas

El II Censo de Población y Vivienda del 2005 establece que el municipio cuenta con 155 personas que hablan alguna lengua indígena. Otomí, presente en dos localidades indígenas: San Matías y San Bartolo Cuitareo.

Evolución Demográfica.

En el municipio de Hidalgo en 1990, la población representaba el 2.7 por ciento del total del Estado. Para 1995, se tiene una población de 102,649 habitantes, su tasa de crecimiento es del 2.7 por ciento anual y la densidad de población es de 89.72 habitantes por kilómetro cuadrado. El número de mujeres es relativamente mayor al de hombres. En el año 2000 el municipio contaba con 106,421 habitantes y de acuerdo al II Censo de Población y Vivienda del 2005 el municipio cuenta con un total de 110,311 habitantes.

Religión

Predomina la religión Católica, seguida por la Evangélica.

Vivienda

En el 2005 existían aproximadamente 22,671 viviendas, predominando la construcción con muros de tabique y losa de concreto, seguidas de las construcciones de adobe en muros y techumbre de teja, y las de madera.

Servicios Públicos

La cobertura de servicios públicos de acuerdo a apreciaciones del H. Ayuntamiento es:

Agua potable 70%
Drenaje 50%
Electrificación 80%
Pavimentación 70%
Alumbrado Público 80%
Recolección de Basura 30%
Mercado 70%
Rastro 70%
Panteón 100%
Cloración del Agua 60%
Seguridad Pública 75%



Parques y Jardines 60%
Edificios Públicos 60%

Medios de Comunicación

Señal de radio y televisión, además de periódico e internet.

Vías de Comunicación

Al municipio lo comunica la carretera federal número 15 México-Morelia, cuenta con carreteras estatales: Hidalgo-Maravatío, Hidalgo-Mata de Pinos y Huajúmbaro-Zinapécuaro.

Además tiene servicio de teléfono, telégrafo, correo, autobuses locales y foráneos, así como taxis.



ACTIVIDAD ECONÓMICA

Principales Sectores Productos y Servicios

Agricultura

Los principales cultivos son el maíz, trigo, tomate, haba y ajo. Representa el 12% de su actividad económica. En la fruticultura se produce durazno, manzana, membrillo, capulín, maguey de pulque, chile perón, aguacate, granada roja, zapote blanco y chabacano, los cuales representan el 5% de la actividad económica.

Ganadería

Se cría ganado avícola, bovino, porcino, ovino, caprino, caballar, asnal, mular, además de apícola. Representa el 5% de la actividad económica.

Industria

Las ramas de la industria, comprende las siguientes actividades: fabricación de alimentos, de productos, metálicos (excepto maquinaria y equipo); muebles y accesorios (excepto de metal y los de plástico moldeado); industria y productos minerales no metálicos (excepto petróleo y del carbón mineral); prendas de vestir y otros artículos confeccionados con textiles y otros materiales, industria del papel y de productos de hule y plástico. Representa el 30% de la actividad económica.

Turismo

El municipio cuenta con zona arqueológica, balnearios, parque regional, comercio de artesanías y atractivos naturales. Representa el 3% de la actividad económica.

Comercio

Tiene establecimientos comerciales pequeños, medianos y grandes. Aproximadamente el 90% son pequeños y el resto son comercios medianos y grandes. Representa el 14% de la actividad económica.



Servicios

Cuenta con varios hoteles, hasta de tres estrellas; sucursales bancarias, varios restaurantes, taxis y servicio de transporte urbano.

Caza y pesca

En acuicultura, se produce principalmente trucha arcoíris. Representa el 2% de la actividad económica.

16

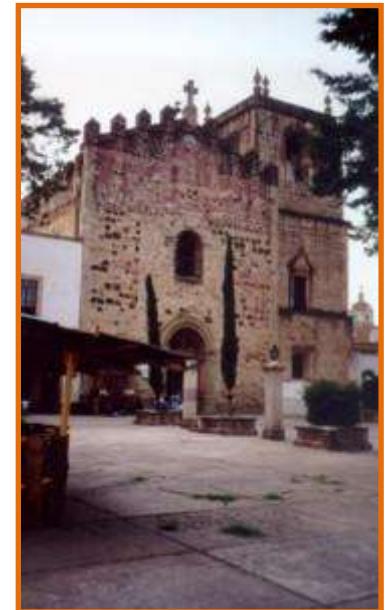
ATRATIVOS CULTURALES Y TURISTICOS

Monumentos Históricos

Arquitectónicos: Templo de San José y el ex convento, construidos en el siglo XVI; Santuario de la Inmaculada Concepción.

Escultóricos: Monumento a Don Miguel Hidalgo, su estatua se encuentra en la plaza principal.

Esculturas: Las 2 cruces en la tenencia de San Matías Carácuaro, una del siglo XVI y otra del siglo XVIII; la cruz atrial del templo de San José, reliquia del siglo XVI, labrada por los indígenas.



Centros Turísticos

Cuenta con una zona arqueológica, balnearios de aguas termales-azufrosas como son: Los Azufres, San Pedro Jacuaro, Santa Rosa y Jaripeo; Las Grutas, las presas de Sabaneta, Pucato y Mata de Pinos, Lagunas como: Laguna Larga y Laguna Verde; miradores los de Mil Cumbres y Puerto Garnica.



CARACTERISTICAS DEL CAMINO.

El camino se desarrolla en terreno tipo montañoso, tiene una longitud aproximada de 5 km., y un ancho promedio de 5.0 m.

De acuerdo a lo observado en campo el camino tiene un TDPA de 100 vehículos mezclados en ambas direcciones.

CONSIDERACIONES DEL PROYECTO.

La longitud que se pretende construir en una primera etapa es de 1600m., de acuerdo a las características topográficas existentes en el tramo se proyectara un camino tipo "D", con ancho de corona de 6.50 m para dar mayor seguridad al usuario.



CAPITULO II

18

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



CAPITULO II

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico es un conjunto de actividades de campo y gabinete necesarias para representar gráficamente y a una escala convenida, la topografía de un lugar, con el propósito de obtener la mayor información para proyectar el camino y las de drenaje.

Las actividades que se llevan a cabo en el levantamiento topográfico son la de trazar, nivelar, seccionar y referenciar en campo el eje preliminar de la carretera; obtener su perfil y las secciones transversales, generalmente con un ancho de veinte (20) metros a cada lado del eje, según los tipos de terreno y de la carretera por proyectar, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar el proyecto ejecutivo de la carretera.

Eje preliminar.

Es el eje preliminar del camino que corresponde al eje de la ruta definitiva, es decir, el eje preliminar de la carretera, o bien, el eje preliminar de cada uno de los diversos elementos de las obras especiales, que se determina sobre la planta topográfica.

Eje definitivo.

Es el eje que después de un análisis de alternativas, se elige como el más conveniente para el camino dentro de una ruta seleccionada, con base en el eje preliminar; para una obra menor de drenaje o para cada uno de los diversos elementos de las obras especiales, y que se determinan sobre la planta topográfica o directamente en campo y se precisa mediante sus puntos característicos como lo son el punto de inflexión (PI), de principio de espiral (TE), de principio de curva circular (PC o EC), de término de curva circular (PT o CE), y de término de espiral (ET), así como los puntos sobre tangentes (PST), sobre



subtangente (PSST o PSTe), sobre espiral y sobre curva (PSC) que identifican las secciones especiales; las longitudes y azimutes de sus tangentes, y los datos de las curvas horizontales, circulares y con espirales, que resultan del cálculo del alineamiento horizontal para el proyecto geométrico.

Trazo.

Es el conjunto de trabajos necesarios para replantear en el campo los puntos característicos del eje por trazar, según su tipo, tales como los puntos de inflexión (PI), de principio de espiral (TE), de principio de curva circular (PC o EC), de término de curva circular (PT o CE) y de término de espiral (ET), así como los puntos sobre tangente (PSST o PSTe), sobre espiral (PSE) y sobre curva (PSC), que identifican secciones especiales, y marcar las estaciones cerradas cada veinte (20) metros.

Referencias de trazo.

Son puntos fijos que permiten en cualquier momento reponer el trazo, particularmente durante la construcción de la carretera y de sus obras especiales.

Nivelación.

Consiste en obtener las elevaciones del terreno natural, mediante nivelación diferencial, en todos los puntos característicos del eje trazado, sus estaciones con cadenamientos cerrados a cada veinte (20) metros y sus puntos singulares que caractericen cambios en la pendiente del terreno cuando se presentes desniveles mayores de cincuenta (50) centímetros.

Bancos de nivel.

Cuando los puntos característicos de los puntos por trazar se hayan determinado a partir de un estudio para proyecto definitivo fuera del probable derecho de vía, se establecerán como mínimo dos (2) bancos de nivel por cada kilómetro de trazo, sobre objetos fijos permanentes e inamovibles, considerando que:

- a) La elevación del banco de nivel de arranque se determinará a partir de la elevación del punto de control terrestre más cercano, mediante nivelación diferencial y con comprobación de ida y vuelta, y las de los bancos



subsecuentes, a partir de los dos bancos de nivel que se establezcan en el subtramo inmediato anterior.

- b) Cada banco de nivel se designará mediante dos números precedidos de las siglas “BN”, el primero corresponderá al kilómetro cerrado inmediato posterior a donde se ubique el banco y el segundo, al número de orden de identificación que le corresponda al banco en ese kilómetro. Además, cada banco de nivel estará referido, ya sea radial o normalmente, al cadenamamiento en el eje trazado, indicando el lado en que se encuentra y su distancia a dicho eje, así como el tipo de objeto sobre el que se fijó el banco.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL CAMINO.

El levantamiento topográfico que se realizó para este proyecto fue realizado con estación total de la marca Sokkia, modelo SET 610.

El trabajo realizado en campo se desarrollo midiendo de manera aproximada secciones a cada 20 metros sobre el centro de la brecha existente, y 20 metros aproximadamente a cada lado de la brecha, detallando en su mayor parte la topografía existente, en cambios de pendiente, alcantarillas y/o obras de drenaje existentes, postes de comisión federal de electricidad, postes de teléfonos de México, escurrimientos naturales, árboles, cortes sobre la brecha o pequeñas barrancas naturales.

Se dejaron puntos fijos inamovibles para replantear, así como puntos fijos inamovibles usados como bancos de nivel.

En el plano de la planta topográfica se presenta la carretera Pucato – San Antonio Villalongín, así como la entrada de la brecha existente hacia las comunidades de Palomas – Puente de Tierra; se muestra además la poligonal de apoyo con el número de estación y banco de nivel con su elevación correspondiente, los linderos con los predios y las curvas de nivel del terreno natural con árboles importantes y las obras de drenaje y/o alcantarillas existentes. Y el cuadro de construcción de la poligonal abierta de apoyo.



CAPITULO III

22

PROYECTO GEOMÉTRICO



CAPITULO III

PROYECTO GEOMÉTRICO

Tipos de camino.

Clasificación: Las carreteras se clasifican de acuerdo con su tránsito diario promedio anual (TDPA) para el horizonte de proyecto, en la siguiente forma:

- a. **Tipo “A”:**
 1. Tipo “A2” para un TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.
 2. Tipo “A4” para un TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos.
- b. **Tipo “B”:** para un TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.
- c. **Tipo “C”:** para un TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.
- d. **Tipo “D”:** par un TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos.
- e. **Tipo “E”:** para un TDPA de hasta cien (100) vehículos.

Las normas geométricas de las carreteras clasificadas anteriormente varían de acuerdo a las características topográficas del terreno que atraviesen. Se consideran los siguientes tipos de terreno:

- a) Plano.
- b) Lomerío.
- c) Montañoso.

Las características de más de cuatro (4) carriles, se deberán estudiarse como proyecto particular.

Características: Las características a que se refieren los párrafos a, b, c, d, y e), deberán ajustarse a los anchos de corona, de calzada y de acotamientos.



Tabla de clasificación y características de las carreteras.

CONCEPTO	UNIDAD	T E R R E N O S																															
		E	D	C	B	A	R	R	E	T	A																						
TDPA	Veh / día	HASTA 100		DE 100 A 500		500 a 1500		1500 a 3000		MAS DE 3000																							
TERRENO	MONTAÑOSO	██		██		██		██		██																							
	LOMERÍO	██		██		██		██		██																							
	PLANO	██		██		██		██		██																							
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km / h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	80	90	100	110																		
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	115	135	155	175																		
DISTANCIA DE VISIBILIDAD REBASE	m	██	██	██	██	██	135	100	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	495														
GRADO MÁXIMO DE CURVATURA	o	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.3	3.3	2.8	11	7.5	5.5	4.25	3.25	275							
CURVAS K	CRESTA	4	7	12	23	36	3	4	9	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72		
	COLUMPIO	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43		
VERTICALES	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	30	40	40	30	40	40	30	40	40	30	40	40	50	50	60	60	60	
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9	7	██	6	6	8	6	6	6	5	6	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	
PENDIENTE MÁXIMA	%	13	10	7	██	8	12	9	6	6	7	8	7	7	5	6	6	6	7	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
LONGITUD CRÍTICA	m	VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4		VER FIG. No 004.4			
ANCHO DE CALZADA	m	4.0	4.0	██	██	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6	6	6	6	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	
ANCHO DE CORONA	m	4.0	4.0	██	██	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7	7	7	7	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
ANCHO DE ACOTAMIENTOS SEPARADORA CENTRAL	m	██	██	██	██	██	██	██	██	██	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
BOMBEO	%	3	3	██	██	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
SOBREELEVACIÓN MÁXIMA	%	10	10	██	██	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MÁXIMO	%	VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5			
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIONES	m	VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5		VER LA TABLA No 004-5			

VELOCIDADES DE PROYECTO.

VELOCIDAD.

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la formula: $V = d/t$.

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a la que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada *Velocidad de Proyecto* o *Velocidad Directriz*, que no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional. La velocidad de proyecto es un factor de primordial importancia que determina normalmente el costo del camino y es por ello por lo que debe limitarse para obtener costos bajos. Todos los elementos del proyecto de un camino deben calcularse en función de la velocidad de proyecto. Al hacer esto, se tendrá un todo armónico que no ofrecerá sorpresas al conductor. Las velocidades de proyecto recomendadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes son las siguientes:

VELOCIDADES DE PROYECTO RECOMENDABLES				
TOPOGRAFÍA				
TIPO DE CAMINO	Plano o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañoso pero poco escarpado	Montañoso pero muy escarpado
Tipo especial	110 Km/h	110 Km/h	80 Km/h	80 Km/h
Tipo A	70 Km/h	60 Km/h	50 Km/h	40 Km/h
Tipo B	60 Km/h	50 Km/h	40 Km/h	35 Km/h
Tipo C	50 Km/h	40 Km/h	30 Km/h	25 Km/h

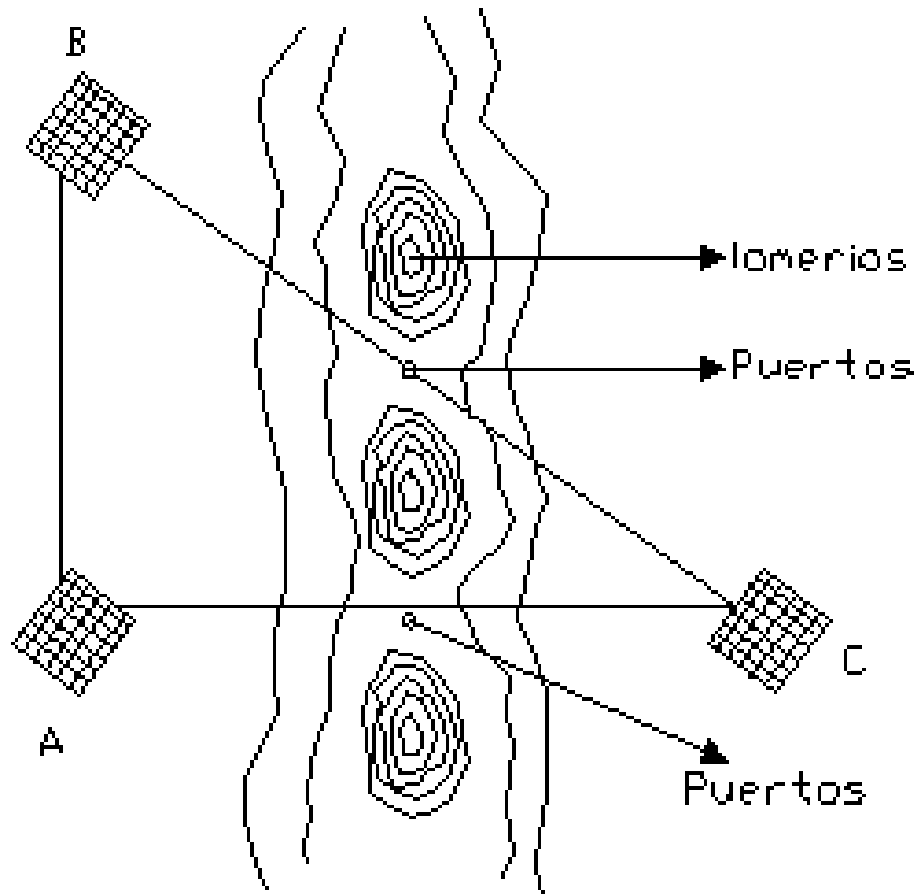
ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

En la construcción de un camino se trata siempre que la línea quede alojada dentro de la ruta general o más recta posible. Esto no es siempre posible debido a la topografía de los terrenos y así cuando llegamos al pie de una cuesta la pendiente del terreno es mayor que la máxima permitida para ese camino y es necesario entonces desarrollar la ruta.

Debido a estos desarrollos necesarios y a la búsqueda de pasos adecuados es por lo que los caminos resultan de mayor longitud de la marcada en la línea recta entre dos puntos. Sin embargo, debe tratarse siempre, hasta donde ello sea posible, que el alineamiento entre dos puntos obligados sea lo más recto que se pueda, de acuerdo con la topografía de la región y de acuerdo también con el tránsito actual y el futuro del camino a efecto de que las mejoras que posteriormente se lleven a cabo en el alineamiento no sean causa de una pérdida fuerte al tener que abandonar tramos del camino en el cual se haya invertido mucho dinero.

Es decir, que hay que tener visión del futuro con respecto al camino para evitar fracasos económicos posteriores, pero hay que tener presente también que tramos rectos de más de diez kilómetros producen fatiga a la vista y una hipnosis en el conductor que puede ser causa de accidentes. También hay que hacer notar que en el proyecto moderno de las carreteras deben evitarse, hasta donde sea económicamente posible, el paso por alguna de las calles de los centros de población siendo preferible construir libramientos a dichos núcleos.





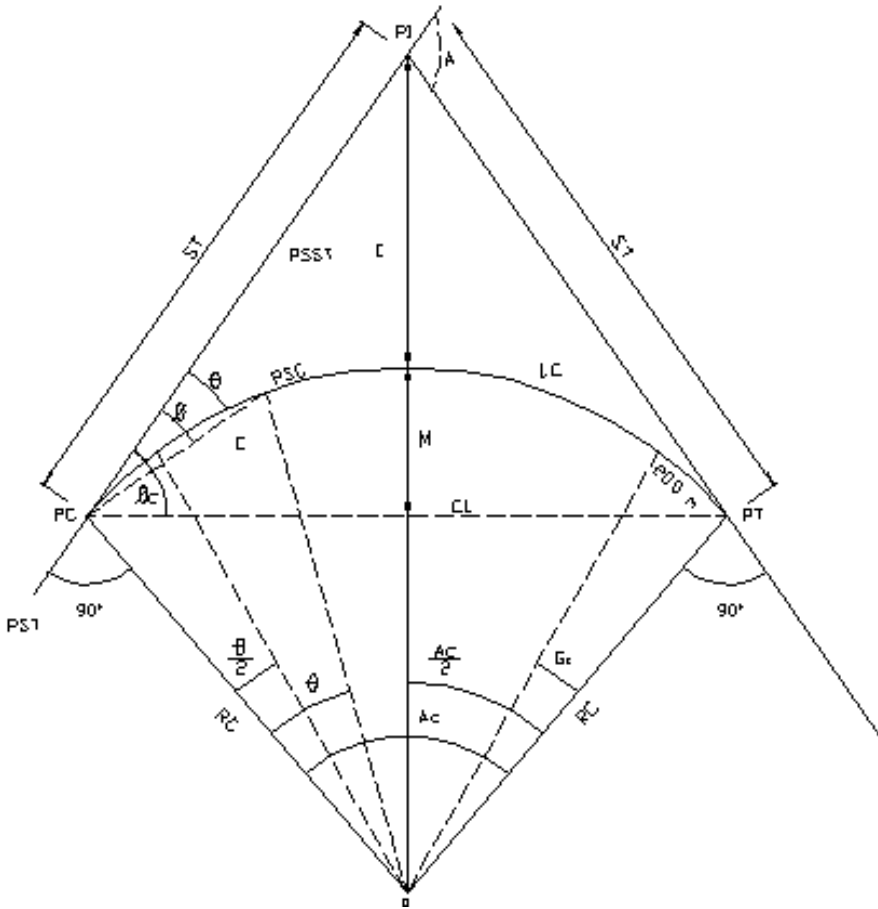
En base al reconocimiento se localizan puntos obligados principales y puntos obligados intermedios, cuando el tipo de terreno no tiene problemas topográficos únicamente se ubicaran estos puntos de acuerdo con las características geológicas o hidrológicas y el beneficio o economía del lugar, en caso contrario se requiere de una localización que permita establecer pendientes dentro de los lineamientos o especificaciones técnicas.



CURVAS HORIZONTALES.

Como la liga entre una y otra tangente requiere el empleo de curvas horizontales, es necesario estudiar el procedimiento para su realización, estas se calculan y se proyectan según las especificaciones del camino y requerimientos de la topografía.

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes	θ	Angulo a una cuerda Cualquiera
PC	Punto donde comienza la curva circular simple	θ_c	Angulo de la cuerda larga
PT	Punto en donde termina la curva circular simple	G_c	Grado de curvatura de la curva circular
PST	Punto sobre tangente	R_c	Radio de la curva circular
PSST	Punto sobre subtangente	ST	Subtangente
PSC	Punto sobre la curva circular	E	Externa
O	Centro de la curva circular	M	Ordenada media
A	Angulo de deflexión de la tangente	C	Cuerda
Ac	Angulo central de la curva circular	CL	Cuerda larga
θ	Angulo de deflexión a un PSC	T	Longitud de un arco
		L_c	Longitud de la curva circular

$$R_c = \frac{114592}{G_c}$$

$$t = \frac{20\theta}{G_c}$$

$$ST = R_c \tan\left(\frac{Ac}{2}\right)$$

$$C = 2R_c \sin\frac{\theta}{2}$$

$$E = R_c \left(\sec\frac{Ac}{2} - 1\right)$$

$$CL = 2R_c \sin\frac{Ac}{2}$$



Las normas de servicios técnicos de la **SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México)**, en la sección de **proyecto geométrico de carreteras**, indica las siguientes normas de cálculo para las curvas horizontales:

Tangentes.-Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut

A. Longitud mínima

1. Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones
2. Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero
3. Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
4. Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

B. Longitud máxima.- la longitud máxima de tangentes no tiene limite especificado.

C. Azimut.- el azimut definirá la dirección de las tangentes.

Curvas circulares.- las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que la caracterizan están definidos en la figura anterior.

a) Grado máximo de curvatura.- el valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = 146000 \left(\frac{\mu + S_{\text{máx}}}{V^2} \right)$$

$G_{\text{máx}}$ = Grado máximo de curvatura

μ = Coeficiente de fricción lateral

$S_{\text{máx}}$ = Sobre elevación máxima de la curva en m/m

V = Velocidad de proyecto en Km/h



En la siguiente tabla se indican los valores máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

Velocidad de proyecto Km/h	Coefficiente de fricción lateral	Sobreelevación máxima m/m	Grado máximo de curvatura calculado grados	Grado máximo de curvatura para proyecto Grados
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

b) Longitud mínima:

La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de esas transiciones.

La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser igual a cero.

c) Longitud máxima

La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado.

Curvas espirales de transición.- Las curvas espirales de transición se utilizan para unir las tangentes con las curvas circulares formando una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada.



- A. Para efectuar las transiciones se empleara la clotoide o espiral de Euler, cuya expresión es:

$$RcLe = K^2$$

En donde:

Rc = Radio de la curva circular en metros

Le = Longitud de la espiral de transición en metros

K = Parámetros de la espiral en mts.

- B. La longitud mínima de la espiral para carreteras tipo A de dos carriles y de cuatro carriles en cuerpos separados, B y C, estará dada por la expresión:

$$Le_{min} = 8VS$$

En donde:

Le min = Longitud mínima de la espiral en metros

V = Velocidad de proyecto en Km/h

S = Sobreelevación de la curva circular en m/m

Para carreteras tipo A de cuatro carriles en un solo cuerpo, la longitud mínima de la espiral calculada con esta fórmula deberá multiplicarse por uno punto siete (1.7)

- C. Las curvas espirales de transición se utilizaran exclusivamente para carreteras tipo A, B y C, y solo cuando la sobreelevación de las curvas circulares sea de siete por ciento (7%) o mayor.
- D. En la siguiente figura se muestran los elementos que caracterizan a las curvas circulares con espiral de transición.

Visibilidad.- Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada para una velocidad de proyecto y una curvatura dada, para ello cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia mínima "m" que debe haber entre él y el eje del carril interior de la curva estarán dadas por la expresión y la grafica que mencionaremos más adelante.



Distancia de visibilidad de parada.- La distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$D_p = Vt = \frac{V^2}{254f}$	En donde:
	D _p = Distancia de visibilidad de parada en metros V = Velocidad de marcha, en Km/h t = Tiempo de reacción, en segundos f = Coeficiente de fricción longitudinal

En la siguiente tabla se muestran los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de parada que corresponden a velocidades de proyecto de treinta a ciento diez Km/h.

Velocidad de proyecto (Km/h)	Velocidad de marcha (Km/h)	Reacción		Coeficiente de fricción longitudinal	Distancia de frenado (m)	Distancia de visibilidad	
		Tiempo (seg)	Distancia (m)			Calculada (m)	Para proyecto (m)
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	30
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	95
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.89	0.295	112.96	176.85	175

Distancia de visibilidad de rebase.- La distancia de visibilidad de rebase se obtiene con la expresión:

$D_r = 4.5v$	En donde:
	D _r = distancia de visibilidad de rebase, en metros V = velocidad de proyecto, en km/h

Los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de rebase se indican en la tabla de clasificación y características de las carreteras.



Distancia de visibilidad de encuentro.- La distancia de visibilidad de encuentro se obtiene con la expresión:

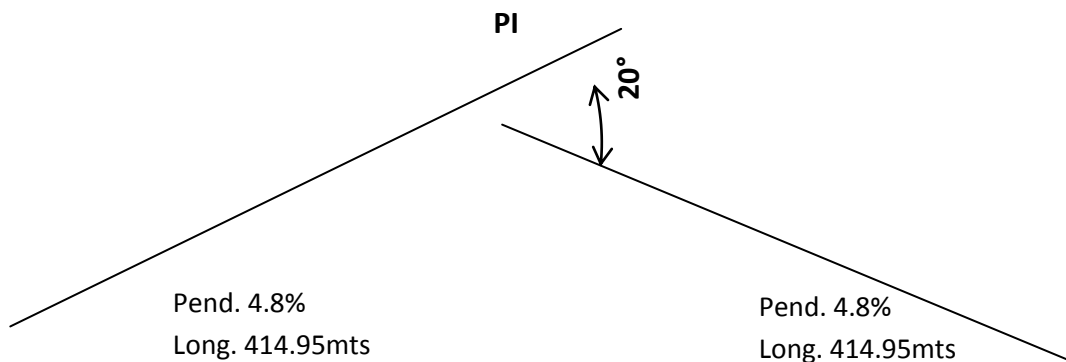
$$De = 2Dp$$

En donde:

De = Distancia de visibilidad de encuentro, en metros
Dp = Distancia de visibilidad de parada, en metros

Trazo de curva horizontal: Como se ha visto en nuestro trazo definitivo, tenemos que calcular una curva circular simple, con los datos obtenidos de la tabla de clasificación y tipos de carretera, procederemos al cálculo de la curva.

33



Para el cálculo de una curva horizontal es necesario el trazo de las tangentes a la curva y determinar el **ángulo de deflexión de la tangente (D)**, que en este caso es de 20°, es necesario también el valor del **grado de curvatura de la curva circular (Gc)**, que en este caso es propuesto de 10°, el grado de curvatura de la curva circular se propone cuidando que el punto donde comienza la curva y el punto donde termina la curva no se traslape con ninguna otra curva existente, así también cuidando que no sobrepase el grado máximo de curvatura de acuerdo a la tabla de clasificación y tipos de carretera.



Para la obtención del ángulo central de la curva circular, es necesario trazar dos líneas perpendiculares a las tangentes que se unan en un punto, de las cuales se podrá obtener Δc , que en este caso es de 20° .

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c} = \frac{1145.92}{10} = 114.592\text{mts}$$

$$ST = R_c \left(\tan \frac{\Delta c}{2} \right) = 114.92 \left(\tan \frac{20}{2} \right) = 20.21\text{mts}$$

$$E = R_c \left(\sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right) = 114.592 \left(\sec \frac{20}{2} - 1 \right) = 114.592 \left(\frac{1}{\cos(10)} - 1 \right) = 1.767\text{mts}$$

$$L_c = \frac{20(\Delta c)}{G_c} = \frac{20(20)}{10} = 40.0\text{mts}$$

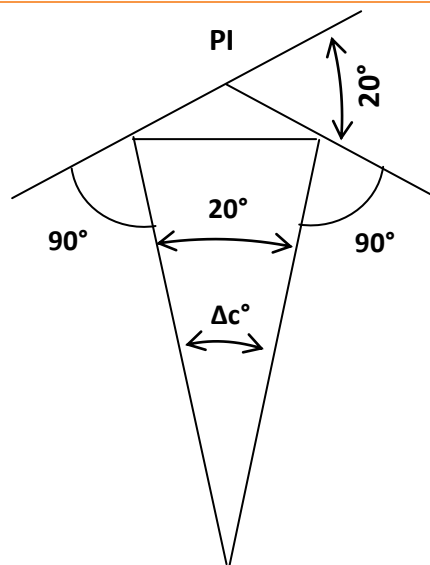
$$CL = 2(RC) \left(\sin \left(\frac{\Delta c}{2} \right) \right) = 2(114.592) \left(\sin \left(\frac{20}{2} \right) \right) = 39.79\text{mts}$$

$$P_c = PI - ST = 414.95 - 20.21 = 394.74\text{mts}$$

$$PT = P_c + L_c = 394.74 + 40 = 434.74$$

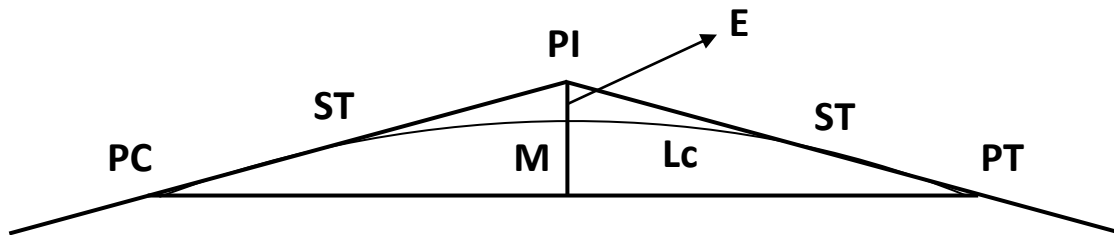
$$\text{Deflexión} = \left(\frac{\Delta}{2} \left(\frac{1}{L_c} \right) \right) = \left(\frac{20}{2} \left(\frac{1}{40} \right) \right) = 0.25000 \text{ }^\circ/\text{mts}$$

$$\text{Deflexión} = 0.25000 \left(\frac{\pi}{180} \right) = 0.004363 \text{ rad/mts}$$



Cadenamiento	Metros de curva	Def/metro	° Deflexión (decimales)	Deflexión acumulada	° ' ''
394.74					
400	5.26	0.25000	1.315	1.315	1°27'18"
420	20	0.25000	5.000	6.315	6°18'54"
434.18	14.18	0.25000	3.545	9.860	9°51'36"
434.18	0	0.25000	0.000	9.860	9°51'36"

Con los datos calculados es posible el trazo de la curva circular, como se muestra a continuación.



PROYECTO GEOMÉTRICO DEL CAMINO.

Por las características topográficas de la zona propusimos que el camino sea “Tipo D”, con una velocidad de proyecto de 40 km/h y curvatura máxima de 30°.

En el proyecto geométrico presentamos el acceso del camino hacia las comunidades de Palomas-Puente de tierra, así como el eje con sus dos carriles sobre la brecha existente y los linderos de los predios colindantes.

Además se muestra el cadenamiento total del tramo con secciones a cada 20 metros iniciando en el entronque con la carretera Pucuito – San Antonio Villalongín. También se muestra la ubicación de los bancos de nivel con su número y elevación correspondiente, las características de las todas las curvas horizontales dentro del tramo, ubicando su PC (principia curva) y su PT (principia tangente) con su cadenamiento correspondiente y de la misma forma las obras de drenaje y/o alcantarillas. Y el cuadro de construcción.



REGISTRO DE TRAZO.

CAMINO:	PALOMAS - PUENTE DE TIERRA
TRAMO:	DEL KM. 0+000 AL KM. 1+600
MUNICIPIO:	CD. HIDALGO, MICH.

ESTACION		deflexión	CUERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth
KM	TIP O				
0+000.00					
0+016.15	PC		16.155	$\Delta = 25^{\circ} 55' 31.43''$ de	108° 12' 30.96"
0+020.00		2° 53' 2.79"	3.844	ST = 8.792	111° 5' 33.74"
0+033.44	PT	12° 57' 45.72"	17.137	PI = 0+024.95	121° 10' 16.67"
				Gc = 30° 0' 0.00"	
				Lc = 17.284	
				Rc = 38.197	
0+040.00			6.562		134° 8' 2.39"
0+060.00			20.000		134° 8' 2.39"
0+080.00			20.000		134° 8' 2.39"
0+100.00			20.000		134° 8' 2.39"
0+111.75	PC		11.751	$\Delta = 22^{\circ} 20' 20.89''$ izq	134° 8' 2.39"
0+120.00		357° 56' 15.54"	8.248	ST = 22.626	132° 4' 17.93"
0+140.00		352° 56' 15.54"	28.178	PI = 0+134.38	127° 4' 17.93"
0+156.43	PT	348° 49' 49.56"	44.396	Gc = 10° 0' 0.00"	122° 57' 51.95"
				Lc = 44.678	
				Rc = 114.592	
0+160.00			3.571		111° 47' 41.50"
0+180.00			20.000		111° 47' 41.50"
0+200.00			20.000		111° 47' 41.50"
0+220.00			20.000		111° 47' 41.50"
0+240.00			20.000		111° 47' 41.50"
0+247.36	PC		7.358	$\Delta = 27^{\circ} 46' 55.84''$ de	111° 47' 41.50"
0+260.00		3° 9' 37.39"	12.635	ST = 28.340	114° 57' 18.89"
0+280.00		8° 9' 37.39"	32.531	PI = 0+275.70	119° 57' 18.89"
0+300.00		13° 9' 37.39"	52.180	Gc = 10° 0' 0.00"	124° 57' 18.89"
0+302.92	PT	13° 53' 27.92"	55.022	Lc = 55.564	125° 41' 9.42"
				Rc = 114.592	
0+320.00			17.077		139° 34' 37.34"
0+340.00			20.000		139° 34' 37.34"
0+360.00			20.000		139° 34' 37.34"
0+380.00			20.000		139° 34' 37.34"
0+400.00			20.000		139° 34' 37.34"
0+420.00			20.000		139° 34' 37.34"
0+424.83	PC		4.827	$\Delta = 18^{\circ} 33' 53.36''$ izq	139° 34' 37.34"
0+440.00		356° 57' 55.37"	15.166	ST = 23.411	136° 32' 32.71"
0+460.00		352° 57' 55.37"	35.085	PI = 0+448.24	132° 32' 32.71"
0+471.24	PT	350° 43' 3.32"	46.209	Gc = 8° 0' 0.00"	130° 17' 40.66"
				Lc = 46.412	
				Rc = 143.239	
0+480.00			8.761		121° 0' 43.98"
0+500.00			20.000		121° 0' 43.98"
0+507.92	PC		7.923	$\Delta = 11^{\circ} 44' 45.44''$ de	121° 0' 43.98"
0+520.00		3° 1' 9.66"	12.072	ST = 11.787	124° 1' 53.63"
0+531.41	PT	5° 52' 22.72"	23.451	PI = 0+519.71	126° 53' 6.70"
				Gc = 10° 0' 0.00"	
				Lc = 23.492	
				Rc = 114.592	



0+540.00			8.585		132° 45' 29.42"
0+560.00			20.000		132° 45' 29.42"
0+575.87	PC		15.870	$\Delta = 29^\circ 27' 23.83''$ der	132° 45' 29.42"
0+580.00		2° 41' 4.88"	4.129	ST = 11.586	135° 26' 34.30"
0+598.53	PT	14° 43' 41.91"	22.410	PI = 0+587.46	147° 29' 11.34"
				Gc = 26° 0' 0.00"	
				Lc = 22.659	
				Rc = 44.074	
0+600.00			1.471		162° 12' 53.25"
0+620.00			20.000		162° 12' 53.25"
0+626.06	PC		6.059	$\Delta = 16^\circ 24' 14.69''$ izq	162° 12' 53.25"
0+640.00		353° 1' 45.78"	13.907	ST = 8.259	155° 14' 39.03"
0+642.46	PT	351° 47' 52.66"	16.348	PI = 0+634.32	154° 0' 45.91"
				Gc = 20° 0' 0.00"	
				Lc = 16.404	
				Rc = 57.296	
0+660.00			17.537		145° 48' 38.56"
0+680.00			20.000		145° 48' 38.56"
0+700.00			20.000		145° 48' 38.56"
0+706.29	PC		6.285	$\Delta = 17^\circ 13' 10.29''$ der	145° 48' 38.56"
0+720.00		3° 25' 43.10"	13.706	ST = 17.350	149° 14' 21.66"
0+740.00		8° 25' 43.10"	33.593	PI = 0+723.64	154° 14' 21.66"
0+740.72	PT	8° 36' 35.15"	34.310	Gc = 10° 0' 0.00"	154° 25' 13.71"
				Lc = 34.439	
				Rc = 114.592	
0+760.00			19.276		163° 1' 48.86"
0+779.38	PC		19.375	$\Delta = 5^\circ 14' 45.56''$ izq	163° 1' 48.86"
0+780.00		359° 55' 18.78"	0.625	ST = 10.499	162° 57' 7.63"
0+800.00		357° 25' 18.78"	20.618	PI = 0+789.87	160° 27' 7.63"
0+800.36	PT	357° 22' 37.22"	20.977	Gc = 5° 0' 0.00"	160° 24' 26.08"
				Lc = 20.984	
				Rc = 229.183	
0+820.00			19.641		157° 47' 3.30"
0+840.00			20.000		157° 47' 3.30"
0+860.00			20.000		157° 47' 3.30"
0+880.00			20.000		157° 47' 3.30"
0+891.21	PC		11.209	$\Delta = 28^\circ 30' 11.78''$ izq	157° 47' 3.30"
0+900.00		356° 42' 11.53"	8.787	ST = 19.404	154° 29' 14.83"
0+920.00		349° 12' 11.53"	28.621	PI = 0+910.61	146° 59' 14.83"
0+929.21	PT	345° 44' 54.11"	37.614	Gc = 15° 0' 0.00"	143° 31' 57.40"
				Lc = 38.004	
				Rc = 76.394	
0+940.00			10.787		129° 16' 51.51"
0+960.00			20.000		129° 16' 51.51"
0+980.00			20.000		129° 16' 51.51"
0+982.41	PC		2.415	$\Delta = 12^\circ 2' 45.97''$ der	129° 16' 51.51"
0+995.80	PT	6° 1' 22.98"	13.360	ST = 6.717	135° 18' 14.50"
				PI = 0+989.13	
				Gc = 18° 0' 0.00"	
				Lc = 13.385	
				Rc = 63.662	



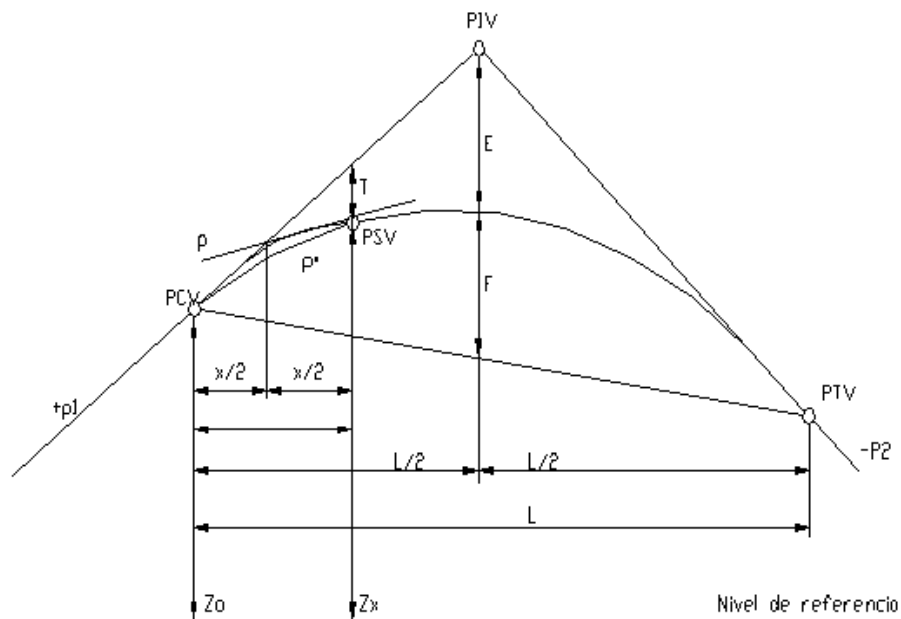
1+000.00			4.201		141° 19' 37.48"
1+020.00			20.000		141° 19' 37.48"
1+026.56	PC		6.563	$\Delta = 24^\circ 40' 0.90''$ izq	141° 19' 37.48"
1+040.00		351° 36' 6.51"	13.389	ST = 10.022	132° 55' 43.99"
1+046.30	PT	347° 39' 59.55"	19.581	PI = 1+036.58	128° 59' 37.03"
				Gc = 25° 0' 0.00"	
				Lc = 19.734	
				Rc = 45.837	
1+060.00			13.704		116° 39' 36.58"
1+065.07	PC		5.071	$\Delta = 57^\circ 6' 0.74''$ der	116° 39' 36.58"
1+080.00		11° 11' 48.97"	14.834	ST = 20.783	127° 51' 25.55"
1+100.00		26° 11' 48.97"	33.725	PI = 1+085.85	142° 51' 25.55"
1+103.14	PT	28° 33' 0.37"	36.511	Gc = 30° 0' 0.00"	145° 12' 36.95"
				Lc = 38.067	
				Rc = 38.197	
1+120.00			16.862		173° 45' 37.32"
1+140.00			20.000		173° 45' 37.32"
1+147.87	PC		7.873	$\Delta = 24^\circ 57' 21.81''$ izq	173° 45' 37.32"
1+160.00		352° 25' 14.47"	12.092	ST = 10.143	166° 10' 51.79"
1+167.84	PT	347° 31' 19.10"	19.807	PI = 1+158.02	161° 16' 56.41"
				Gc = 25° 0' 0.00"	
				Lc = 19.965	
				Rc = 45.837	
1+180.00			12.162		148° 48' 15.51"
1+197.73	PC		17.732	$\Delta = 25^\circ 9' 23.94''$ der	148° 48' 15.51"
1+200.00		0° 34' 1.59"	2.268	ST = 25.569	149° 22' 17.10"
1+220.00		5° 34' 1.59"	22.233	PI = 1+223.30	154° 22' 17.10"
1+240.00		10° 34' 1.59"	42.029	Gc = 10° 0' 0.00"	159° 22' 17.10"
1+248.04	PT	12° 34' 41.97"	49.910	Lc = 50.313	161° 22' 57.48"
				Rc = 114.592	
1+260.00			11.955		173° 57' 39.44"
1+280.00			20.000		173° 57' 39.44"
1+300.00			20.000		173° 57' 39.44"
1+320.00			20.000		173° 57' 39.44"
1+327.09	PC		7.088	$\Delta = 55^\circ 53' 17.97''$ izq	173° 57' 39.44"
1+340.00		356° 46' 19.02"	12.905	ST = 60.786	170° 43' 58.46"
1+360.00		351° 46' 19.02"	32.799	PI = 1+387.87	165° 43' 58.46"
1+380.00		346° 46' 19.02"	52.443	Gc = 10° 0' 0.00"	160° 43' 58.46"
1+400.00		341° 46' 19.02"	71.688	Lc = 111.777	155° 43' 58.46"
1+420.00		336° 46' 19.02"	90.388	Rc = 114.592	150° 43' 58.46"
1+438.86	PT	332° 3' 21.01"	107.398		146° 1' 0.46"
1+440.00			1.136		118° 4' 21.47"
1+460.00			20.000		118° 4' 21.47"
1+467.21	PC		7.210	$\Delta = 15^\circ 32' 8.73''$ der	118° 4' 21.47"
1+480.00		4° 9' 24.75"	12.779	ST = 12.024	122° 13' 46.22"
1+491.11	PT	7° 46' 4.36"	23.828	PI = 1+479.23	125° 50' 25.83"
				Gc = 13° 0' 0.00"	
				Lc = 23.901	
				Rc = 88.147	
1+500.00			8.889		133° 36' 30.20"
1+520.00			20.000		133° 36' 30.20"
1+540.00			20.000		133° 36' 30.20"
1+560.00			20.000		133° 36' 30.20"
1+566.56	PC		6.560	$\Delta = 21^\circ 53' 59.22''$ de	133° 36' 30.20"
1+580.00		5° 2' 24.25"	13.423	ST = 14.780	138° 38' 54.45"
1+595.76	PT	10° 56' 59.61"	29.022	PI = 1+581.34	144° 33' 29.81"
				Gc = 15° 0' 0.00"	
				Lc = 29.200	
				Rc = 76.394	
1+600.00			4.240		155° 30' 29.42"
1+616.88			16.882		155° 30' 29.42"



ALINEAMIENTO VERTICAL

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser en columpio o en cresta, la **curva vertical en columpio** es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba, y la **curva vertical en cresta** es aquella cuya concavidad queda hacia abajo.

ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL.



PIV	Punto de intersección de las tangentes verticales
PCV	Punto en donde comienza la curva vertical
PTV	Punto en donde termina la curva vertical
PSV	Punto cualquiera sobre la curva vertical
P1	Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
P2	Pendiente de la tangente de salida, en m/m
A	Diferencia algebraica de pendientes
L	Longitud de la curva vertical, en metros
K	Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
X	Distancia del PCV a un PSV, en metros
P	Pendiente en un PSV, en m/m
P'	Pendiente de una cuerda, en m/m
E	Externa, en metros
F	Flecha, en metros
T	Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
Z ₀	Elevación del PCV, en metros
Z _x	Elevación de un PSV, en metros



Nota: Si X y L se expresan en estaciones de 20 m la elevación de un PSV puede calcularse con cualquiera de las expresiones:

$$Z_x = Z_o + (20 p_1 - (10AX/L))X$$

$$Z_x = Z_{x-1} + 20 p_1 - (10A/L)(2X - 1)$$

$A = P_1 - (-P_2)$	$K = L / A$	$P = P_1 - A (X/L)$	$P' = \frac{1}{2} (P_1 + P)$
$E = (AL) / 8$	$F = E$	$T = 4E (X / L)^2$	$Z_x = Z_o + [P_1 - (AX/2L)] X$

Las normas de servicios técnicos de la **Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, en sección de **proyecto geométrico de carreteras**, indica los siguientes conceptos de cálculo para las curvas verticales:

Tangentes.- Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- **Pendiente gobernadora.-** Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la siguiente tabla de valores máximos de la pendiente gobernadora y de las pendientes máxima para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- **Pendiente máxima.-** Los valores determinados para pendiente máxima se indican en la siguiente tabla de valores máximos de las pendientes gobernadoras y de las pendientes máxima para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- **Pendiente mínima.-** La pendiente mínima en zonas de sección en corte y/o bacón no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en zonas con sección de terraplén la pendiente podrá ser nula.
- **Longitud crítica.-** Los valores de la longitud crítica de las tangentes verticales con pendientes con pendientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la grafica de longitud crítica de tangentes verticales con pendiente mayor que la gobernadora.



Valores máximos de las pendientes gobernadoras y de las pendientes máximas

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)	PENDIENTE MÁXIMA (%)
	TIPO DE TERRENO PLANO LOMERIO MONTAÑOSO	TIPO DE TERRENO PLANO LOMERIO MONTAÑOSO
E	-- 7 9	7 10 13
D	-- 6 8	6 9 12
C	-- 5 6	5 7 8
B	-- 4 5	4 6 7
A	-- 3 4	4 5 6

LONGITUD CRÍTICA DE TANGENTES VERTICALES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA

Visibilidad

- a) **Curvas verticales en cresta.**- Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2 \left(H^{\frac{1}{2}} + h^{\frac{1}{2}} \right)^2}$$

Donde:

D = distancia de visibilidad, en metros

H = altura al ojo del conductor (1.14m)

h = altura del objeto (0.15 m)

- b) **Curvas verticales en columpio.**- Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2(TD + H)}$$

Donde:

D = distancia de visibilidad, en metros

T = pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175)

H = altura de los faros (0.64 m)

- c) **Requisitos de visibilidad.**

1. La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito esta tomado en cuenta en el valor del parámetro K, especificado en la siguiente tabla "Valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales"



2. La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo "E", tal como se especifica en la siguiente tabla, "Valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales"

VALORES MINIMOS DEL PARÁMETRO K Y DE LA LONGITUD MINIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES

Velocidad de proyecto (km/h)	Valores del parámetro K (m/%)				Longitud mínima aceptable (m)
	Curvas en cresta		Curvas en columpio		
	Carretera tipo		Carretera tipo		
	E D,C,B,A		E,D,C,B,A		
30	4	3	4		20
40	7	4	7		30
50	12	8	10		30
60	23	12	15		40
70	36	20	20		40
80	-	31	25		50
90	-	43	31		50
100	-	57	37		60
110	-	72	43		60

La distancia de visibilidad de rebase solo se proporcionara cuando así lo indiquen las especificaciones de proyecto y/o lo ordene la secretaria, los valores del parámetro K, para satisfacer son:

Velocidad de proyecto en km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Parámetro K para rebase en m/%	18	32	50	73	99	130	164	203	245



Curvas verticales.- Las curvas verticales serán parábolas de eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que une.

a) Longitud mínima: La longitud mínima de las curvas verticales se calcula con la expresión:

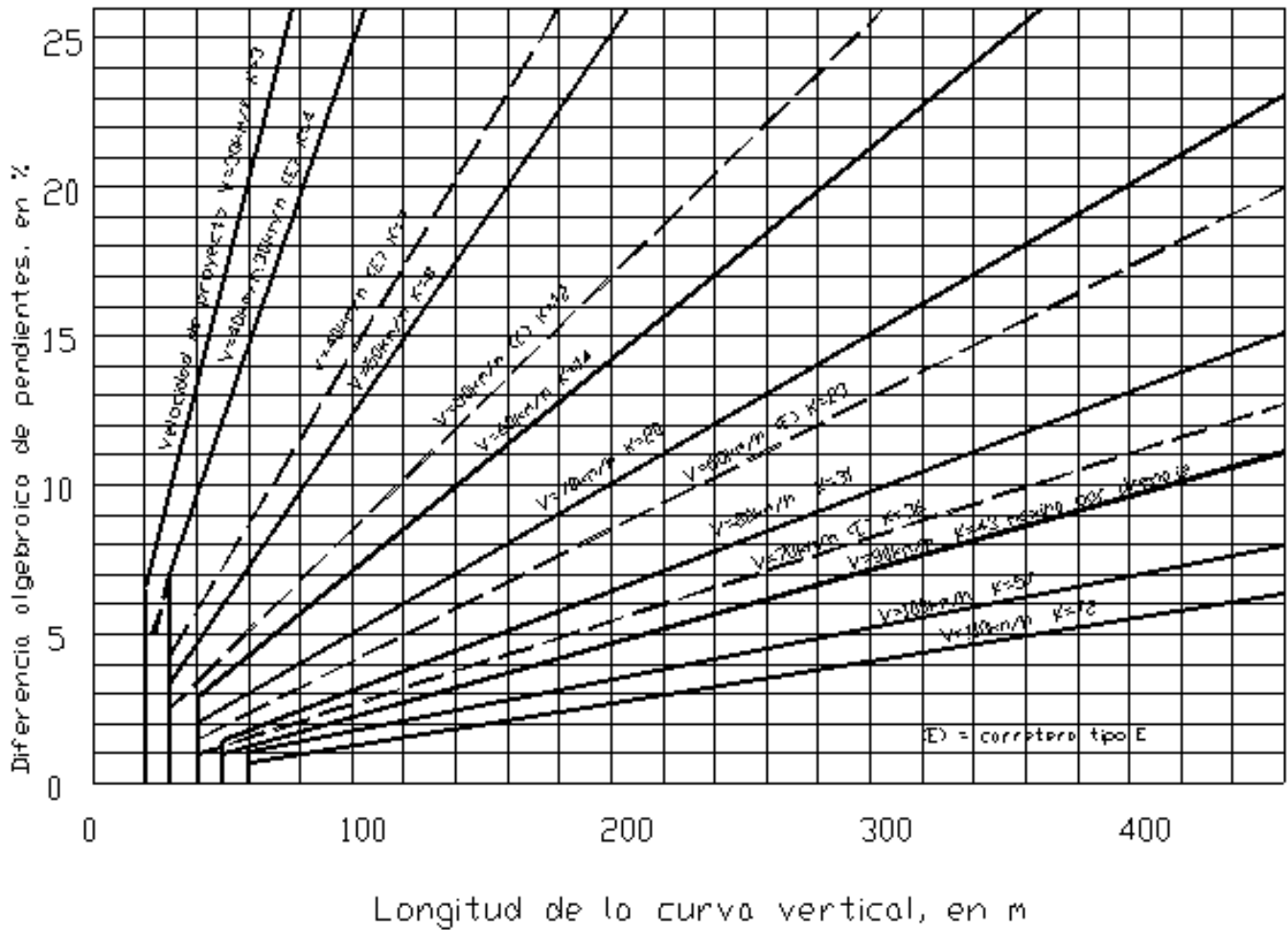
$L = KA$	En donde: L = Longitud mínima de la curva vertical, en metros K = Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica En la tabla de valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales A = Diferencia algebraica de las pendientes de las Tangentes verticales.
----------	---

La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a las mostradas en las siguientes dos tablas: "Longitud mínima de las curvas verticales en cresta" y "Longitud mínima de las curvas verticales en columpio"

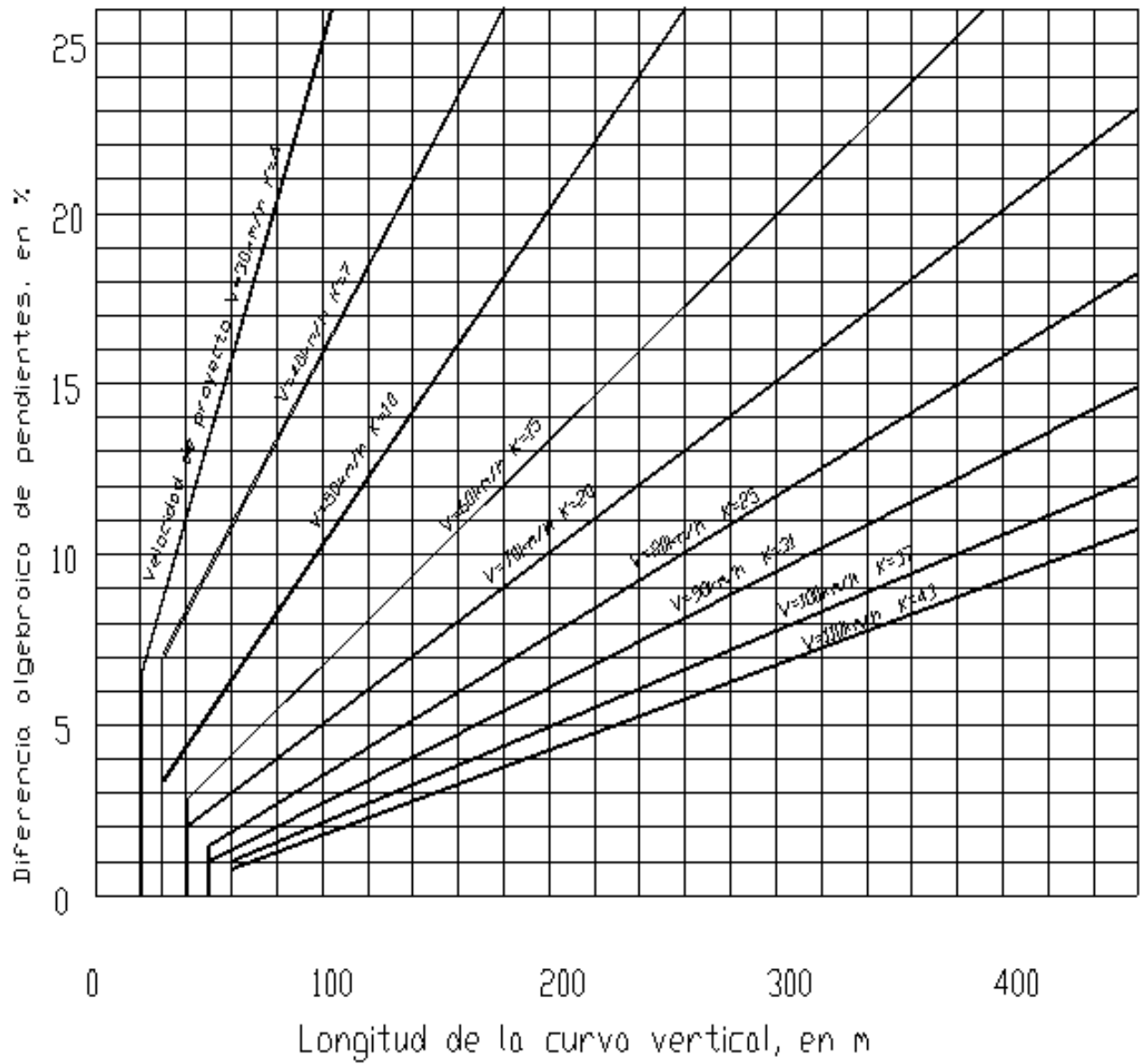
b) Longitud máxima.- No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.



LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA



LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO



CALCULO DE CURVAS VERTICALES.

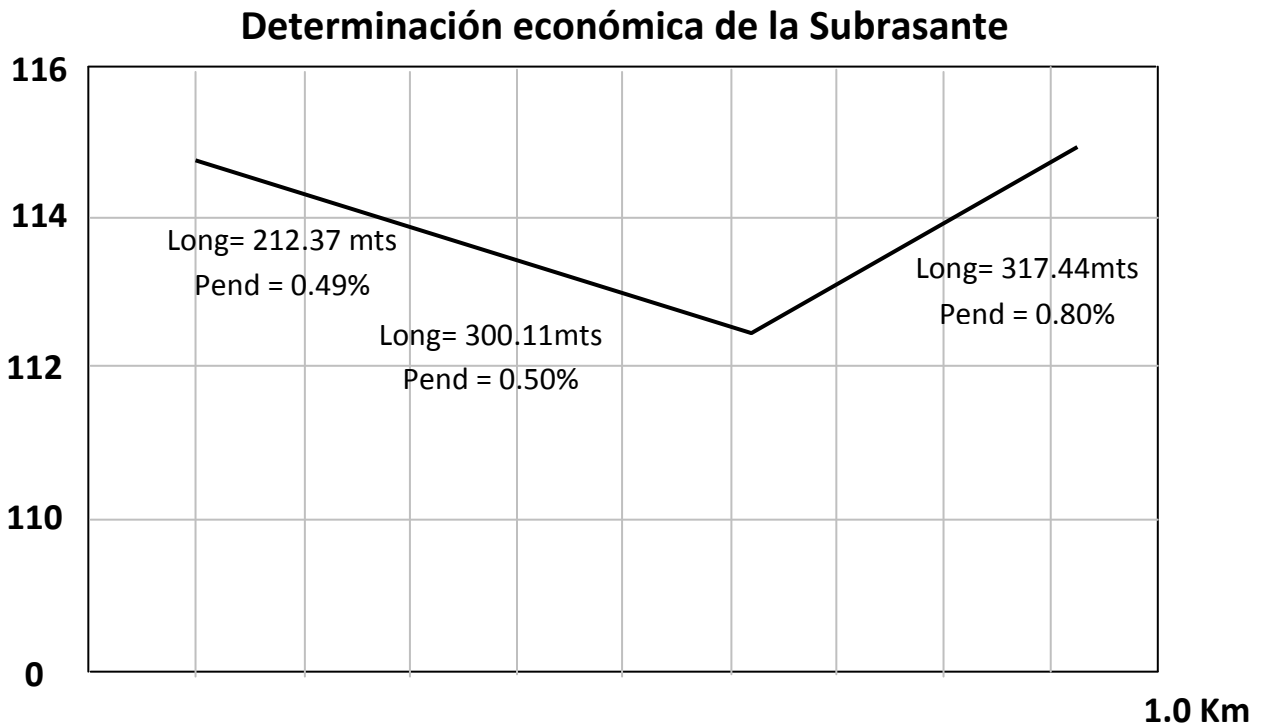
Pasara el cálculo y trazo de las curvas verticales es necesario contar con un perfil del terreno, así como las longitudes y pendientes de cada segmento del camino. Es necesario revisar que la pendiente en estos segmentos del camino nunca sea mayor a la pendiente máxima dada por la tabla de tipos y características de caminos.

Es necesario también respetar las condiciones de longitud mínima de las curvas verticales en cresta y columpio.

Las formulas de trazo de curvas verticales son en comparación, más simples que las de curvas verticales, como se muestra a continuación.

$L = (P_o - P_i)$ <p>→ 2 estaciones como min</p>	$K = \frac{(P_o - P_i)}{10L}$	<p>Po = pendiente de entrada Pi = pendiente de salida L = número total de estaciones</p>
--	-------------------------------	--

PERFIL DEL TERRENO:



CALCULO DE CURVA VERTICAL EN COLUMPIO

$$L = (-0.50) - (-0.8) = 1.3 = 2 \text{ estaciones de } 20 \text{ mts} = 40 \text{ mts}$$

$$K = (1.3) / (10)(2) = 0.065$$

$$E = (1.3)(40)/8 = 6.5$$

$$F = 6.5$$

$$0.50 \text{-----} 100$$

$$x \text{-----} 20$$

$$X = 0.1$$

$$0.8 \text{-----} 100$$

$$x \text{-----} 20$$

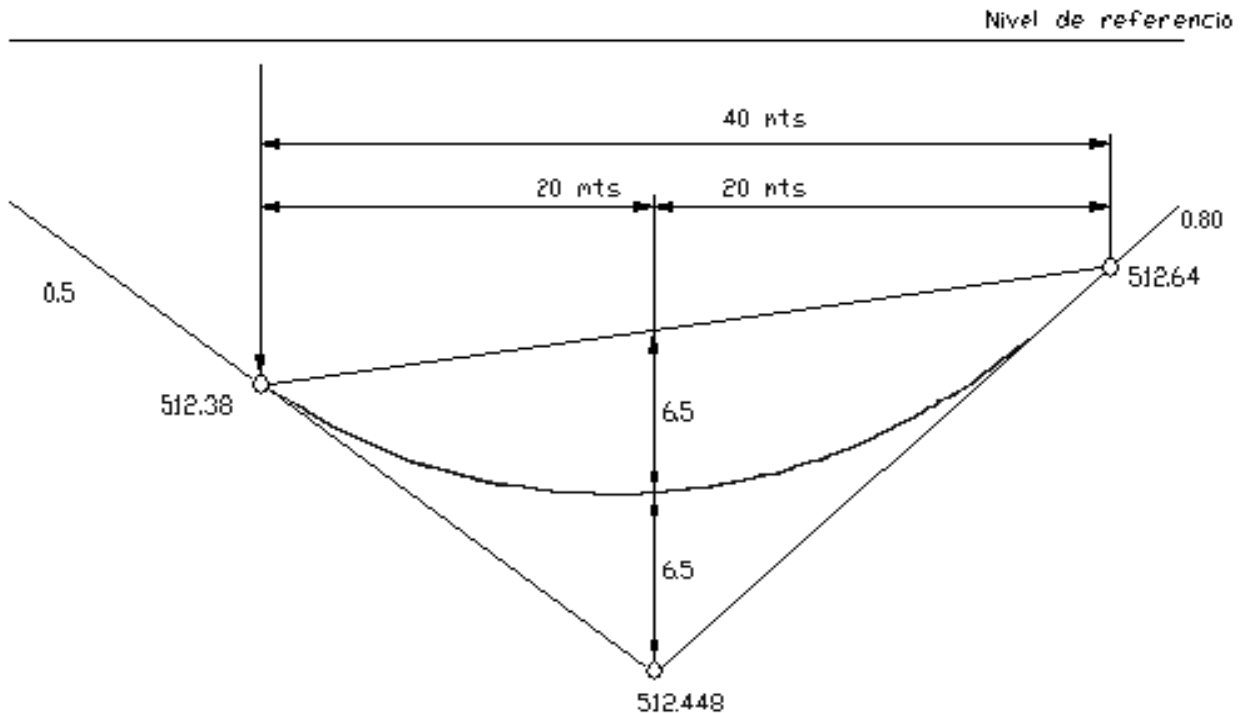
$$X = 0.16$$

$$PIV = 512.48$$

$$PCV = 512.48 - 0.1 = 512.38$$

$$PTV = 512.48 + 0.16 = 512.64$$

Punto	Elevación	X ²	K	Y	Cota
0	512.38	0	0.065	0	512.38
1	512.48	1	0.065	0.0315	512.4485
0	512.64	0	0.065	0	512.64



VALORES MÁXIMOS DE LAS PENDIENTES GOBERNADORAS Y DE LAS PENDIENTES MÁXIMAS

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)	PENDIENTE MÁXIMA (%)
	TIPO DE TERRENO	TIPO DE TERRENO
	PLANO LOMERIO MONTAÑOSO	PLANO LOMERIO MONTAÑOSO
E	-- 7 9	7 10 13
D	-- 6 8	6 9 12
C	-- 5 6	5 7 8
B	-- 4 5	4 6 7
A	-- 3 4	4 5 6

EMPLEO SIMULTÁNEO DE LAS CURVAS VERTICALES Y HORIZONTALES.

Con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical se procurara observar lo siguiente:

- A. En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales rectos o de muy suave curvatura.
- B. Los alineamientos horizontal y vertical deben estar balanceados. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, o bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos ofreciendo el máximo de seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad en la operación, además una apariencia agradable dentro de las restricciones impuestas por la topografía.
- C. Cuando el alineamiento horizontal está constituido por curvas con grados menores al máximo, se recomienda proyectar curvas verticales con longitudes mayores que las mínimas especificadas; siempre que no se incremente considerablemente el costo de construcción de la carretera.
- D. Conviene evitar la coincidencia de la cima de una curva vertical en cresta con el inicio o terminación de una curva horizontal.
- E. Debe evitarse proyectar la cima de una curva vertical en columpio en o cerca de una curva horizontal.



- F. En general, cuando se combinen curvas verticales y horizontales, o una este muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical este fuera de la curva horizontal o totalmente incluida en ella, con las salvedades mencionadas.
- G. Los alineamientos deben combinarse para lograr el mayor número de tramos con distancias de visibilidad de rebase.
- H. En donde este previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben de ser lo más suave posible.

PERFIL DEL CAMINO.

Con base en los datos obtenidos en el levantamiento topográfico logramos obtener el perfil del terreno natural y el eje definitivo para tener una idea de los tramos donde se llevaran a cabo cortes y terraplenes, además de la pendiente máxima del tramo.

También se indican las curvas izquierdas y derechas en el tramo con su cadenamamiento, Principio de Curva (PC), Principia Tangente (PT), Angulo de Deflexión de la Tangente (Δ), Subtangete (ST), Punto de intersección de la prolongación de las tangentes (PI), Grado de Curvatura (G_c), Longitud de la Curva (L_c), Radio de la Curva circular (R_c), Sobre Elevación de la Curva (Sc), Angulo Central de la Curva (Δc), Longitud de la espiral de transición de entrada (Le) y su Longitud de la espiral de transición de salida (Ls). Además a lo largo del perfil se especifica los porcentajes de las pendientes y la longitud de los tramos, con sus Bancos de Nivel, los Puntos de Inflexión vertical (PIV), Principio de Curva Vertical (PCV), Principio de Tangente Vertical (PTV), y Punto Sobre Tangente Vertical (PSTV). Cabe mencionar que para este camino en particular sólo se proyectaron curvas circulares.

Los Bancos de Nivel tienen una descripción detallada de donde fueron colocados y su ubicación, así como también las obras de drenaje y/o alcantarillas tienen su descripción detallada, es decir, pueden ser de tubo o losa de concreto y el estado actual en que se encuentran, en nuestro caso tenemos una alcantarilla de losa de concreto.



La pendiente máxima del camino es de -11.5 % en 90.00m, la cual cumple con la máxima establecida en la norma que es de 12%. Y la pendiente gobernadora es de 8%.

CALCULO DE CURVAS VERTICALES

CAMINO: PALOMAS - PUENTE DE TIERRA	
TRAMO: DEL KM. 0+000 AL KM. 1+600	ESTACION:
SUB-TRAMO:	ORIGEN: PALOMAS, MICH.

Aplicando la fórmula: $Z_n = Z_o + (P1/100 - A1/200L)l$

Datos de curva (1)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
2.000	-5.400	0+050.000	1001.1972	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 7.400%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+030.000	1000.797	1000.797
1		0+040.000	1000.997	1000.905
2		0+050.000	1001.197	1000.827
3		0+060.000	1000.657	1000.565
4	PTV	0+070.000	1000.117	1000.117

Datos de curva (2)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-5.400	-11.500	0+160.000	995.2572	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 6.100%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+140.000	996.337	996.337
1		0+150.000	995.797	995.721
2		0+160.000	995.257	994.952
3		0+170.000	994.107	994.031
4	PTV	0+180.000	992.957	992.957



Datos de curva (3)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-11.500	-2.520	0+300.000	979.1572	60.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -8.980%				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+270.000	982.607	982.607
1		0+280.000	981.457	981.532
2		0+290.000	980.307	980.607
3		0+300.000	979.157	979.831
4		0+310.000	978.905	979.205
5		0+320.000	978.653	978.728
6	PTV	0+330.000	978.401	978.401

Datos de curva (4)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-2.520	10.000	0+480.000	974.6212	60.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -12.520%				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+450.000	975.377	975.377
1		0+460.000	975.125	975.230
2		0+470.000	974.873	975.291
3		0+480.000	974.621	975.560
4		0+490.000	975.621	976.039
5		0+500.000	976.621	976.726
6	PTV	0+510.000	977.621	977.621

Datos de curva (5)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
10.000	4.890	0+550.000	981.6212	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 5.110%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+530.000	979.621	979.621
1		0+540.000	980.621	980.557
2		0+550.000	981.621	981.366
3		0+560.000	982.110	982.046
4	PTV	0+570.000	982.599	982.599

Datos de curva (6)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
4.890	1.200	0+620.000	985.0442	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 3.690%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+600.000	984.066	984.066
1		0+610.000	984.555	984.509
2		0+620.000	985.044	984.860
3		0+630.000	985.164	985.118
4	PTV	0+640.000	985.284	985.284

Datos de curva (7)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
1.200	-2.140	0+900.000	988.4042	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 3.340%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	0+880.000	988.164	988.164
1		0+890.000	988.284	988.242
2		0+900.000	988.404	988.237
3		0+910.000	988.190	988.148
4	PTV	0+920.000	987.976	987.976

Datos de curva (8)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-2.140	-0.620	1+060.000	984.9802	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -1.520%				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	1+040.000	985.408	985.408
1		1+050.000	985.194	985.213
2		1+060.000	984.980	985.056
3		1+070.000	984.918	984.937
4	PTV	1+080.000	984.856	984.856

Datos de curva (9)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-0.620	3.270	1+220.000	983.9882	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -3.890%				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	1+200.000	984.112	984.112
1		1+210.000	984.050	984.099
2		1+220.000	983.988	984.183
3		1+230.000	984.315	984.364
4	PTV	1+240.000	984.642	984.642

Datos de curva (10)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
3.270	-3.300	1+390.000	989.5472	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 6.570%				Tipo de curva: En cresta	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	1+370.000	988.893	988.893
1		1+380.000	989.220	989.138
2		1+390.000	989.547	989.219
3		1+400.000	989.217	989.135
4	PTV	1+410.000	988.887	988.887

Datos de curva (11)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-3.300	-0.900	1+460.000	987.2372	40.00	10.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -2.400%				Tipo de curva: En columpio	

Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)
0	PCV	1+440.000	987.897	987.897
1		1+450.000	987.567	987.597
2		1+460.000	987.237	987.357
3		1+470.000	987.147	987.177
4	PTV	1+480.000	987.057	987.057

REGISTRO DE ELEVACIONES

CAMINO: PALOMAS - PUENTE DE TIERRA
 TRAMO: DEL KM. 0+000 AL KM. 1+600
 MUNICIPIO: CD. HIDALGO, MICH.

ESTACION	ELEVACIONES(M)		ESPEORES(M)	
	TERRENO	RASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000.000	1000.20	1000.20		0.00
0+020.000	1000.56	1000.60		0.04
0+040.000	1000.87	1000.90		0.04
0+060.000	1000.51	1000.56		0.06
0+080.000	999.39	999.58		0.18
0+100.000	998.36	998.50		0.14
0+120.000	997.31	997.42		0.10
0+140.000	996.13	996.34		0.21
0+160.000	994.71	994.95		0.24
0+180.000	992.79	992.96		0.17
0+200.000	990.49	990.66		0.17
0+220.000	988.07	988.36		0.29
0+240.000	985.51	986.06		0.55
0+260.000	982.92	983.76		0.83
0+280.000	981.08	981.53		0.45
0+300.000	979.54	979.83		0.30
0+320.000	978.78	978.73	0.05	
0+340.000	977.96	978.15		0.19
0+360.000	977.54	977.65		0.11
0+380.000	977.21	977.14	0.07	
0+400.000	976.80	976.64	0.16	
0+420.000	976.31	976.13	0.18	
0+440.000	975.21	975.63		0.42
0+460.000	974.59	975.23		0.64
0+480.000	974.16	975.56		1.41
0+500.000	976.52	976.73		0.21
0+520.000	979.13	978.62	0.50	
0+540.000	981.02	980.56	0.46	
0+560.000	982.02	982.05		0.02
0+580.000	982.24	983.09		0.85
0+600.000	983.18	984.07		0.88
0+620.000	984.55	984.86		0.31
0+640.000	985.63	985.28	0.35	
0+660.000	986.33	985.52	0.81	
0+680.000	985.58	985.76		0.18
0+700.000	986.20	986.00	0.20	
0+720.000	986.68	986.24	0.44	
0+740.000	986.57	986.48	0.09	
0+760.000	986.07	986.72		0.65
0+780.000	985.67	986.96		1.29
0+800.000	985.78	987.20		1.42



0+820.000	987.18	987.44		0.26
0+840.000	987.35	987.68		0.33
0+860.000	987.56	987.92		0.36
0+880.000	987.92	988.16		0.25
0+900.000	987.87	988.24		0.37
0+920.000	988.49	987.98	0.51	
0+940.000	987.72	987.55	0.17	
0+960.000	986.11	987.12		1.01
0+980.000	986.06	986.69		0.63
1+000.000	986.33	986.26	0.07	
1+020.000	987.02	985.84	1.19	
1+040.000	986.53	985.41	1.12	
1+060.000	985.23	985.06	0.17	
1+080.000	984.49	984.86		0.36
1+100.000	984.19	984.73		0.54
1+120.000	984.80	984.61	0.19	
1+140.000	985.20	984.48	0.72	
1+160.000	985.29	984.36	0.93	
1+180.000	984.25	984.24	0.01	
1+200.000	983.68	984.11		0.43
1+220.000	983.77	984.18		0.41
1+240.000	984.16	984.64		0.48
1+260.000	984.80	985.30		0.50
1+280.000	985.66	985.95		0.29
1+300.000	986.13	986.60		0.47
1+320.000	987.38	987.26	0.12	
1+340.000	987.90	987.91		0.01
1+360.000	989.06	988.57	0.49	
1+380.000	988.72	989.14		0.41
1+400.000	990.16	989.14	1.03	
1+420.000	988.96	988.56	0.40	
1+440.000	987.80	987.90		0.10
1+460.000	987.08	987.36		0.27
1+480.000	986.99	987.06		0.07
1+500.000	987.27	986.88	0.39	
1+520.000	987.20	986.70	0.51	
1+540.000	986.46	986.52		0.06
1+560.000	986.14	986.34		0.20
1+580.000	986.28	986.16	0.12	
1+600.000	986.14	985.98	0.17	



DRENAJE

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- a. Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- b. Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- c. Evitar que el agua provoque daños estructurales.

56

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el **drenaje** encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

Cunetas.- Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Contra cunetas.- La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la practica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y zampeándolas en algunos casos para evitar filtraciones.

Bombeo.- Es la inclinación que se da a ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.



El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos.

Zampeado.- Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.

Lavaderos.- Son pequeños encauzamientos a través de cubiertas de concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se colocan en las salidas de las alcantarillas o terrenos erosionables, eliminando los daños que originaria la velocidad del agua, generalmente tienen sección triangular, con el propósito de facilitar la entrada de agua al lavadero.

Bordillos.- son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén formados por material erosionable.

Drenaje transversal.- Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

Las obras de drenaje mayor: requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas podemos mencionar los **puentes, puentes – vado y bóvedas.**

Las bóvedas de medio punto construidas con mampostería son adecuadas cuando queremos salvar un claro con una altura grande de la rasante al piso del río.

Los vados son estructuras muy pegadas al terreno natural, generalmente losas a piso, tienen ventajas en cauces amplios con tirantes pequeños y régimen torrencial por corto tiempo. La construcción de vados es económica y accesibles a los cambios rurales por el aprovechamiento de los recursos del lugar, ya que pueden ser construidos de mampostería, concreto simple, ciclópeo y hasta de lamina. Su diseño debe evitar provocar erosión aguas arriba y aguas abajo, además de evitar que se provoque régimen turbulento que también es causa de socavación.

El puente – vado, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.



La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura.

Los puentes son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas levan en la parte superior.

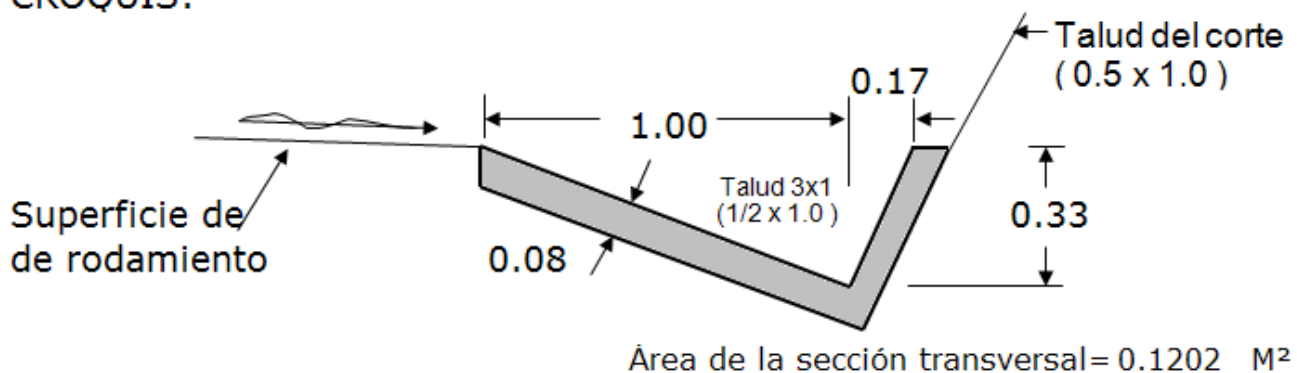
Las alcantarillas son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Para canalizar el agua se complementan con muros o aleros en la entrada y salida, podemos decir que actualmente en los caminos rurales, las más usuales son las alcantarillas laminares.



CUNETAS

CROQUIS:



59

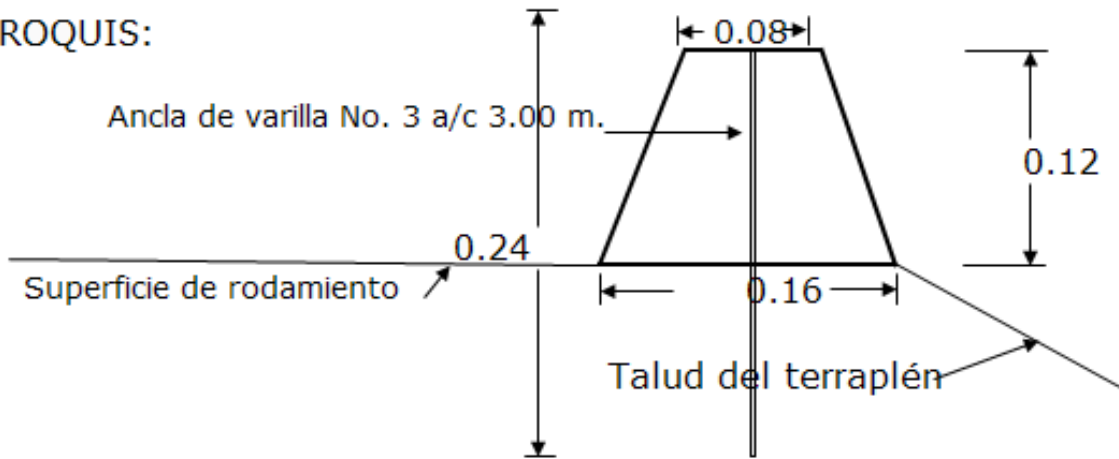
Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos de corte que indican los planos de secciones transversales de construcción, del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, se construirán las cunetas con la sección y dimensiones indicadas. Cuando las longitudes de las cunetas sean muy grandes, se colocarán obras de drenaje de alivio en intervalos de longitud máxima de 500 metros para terreno plano y 250 metros para terreno montañoso. Las cunetas tendrán la continuidad apropiada, sin ser interrumpidas antes de descargar el agua apropiadamente, con su respectivo lavadero de salida. No quedarán localizadas en los sitios de accesos a otros caminos o a casas y predios, en cuyo caso se construirá una cuneta con estructura especial.

BORDILLOS

CROQUIS:



Área de la sección transversal = 0.0144 M²

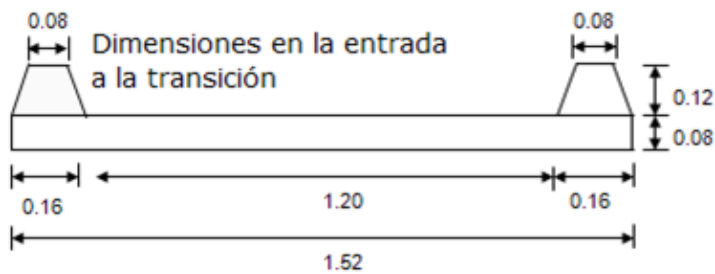
Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$

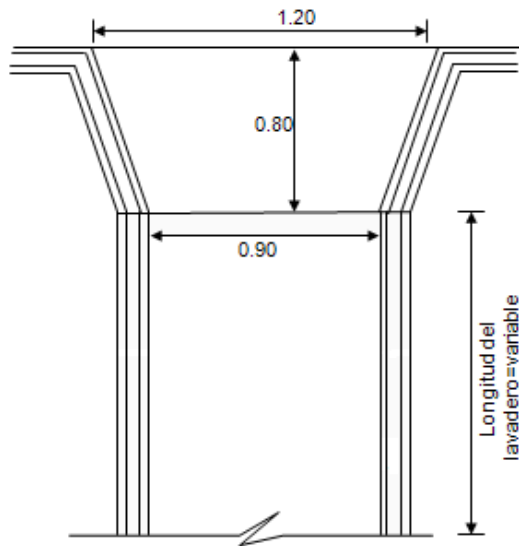
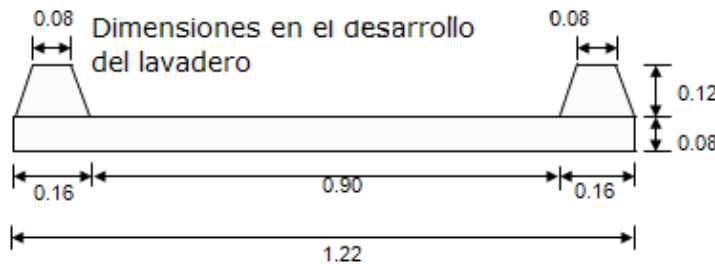
En los sub-tramos donde el proyecto geométrico lo indique y/o donde lo señale la Supervisión de Obra, se construirán bordillos de concreto hidráulico de acuerdo a la sección indicada. Se construirán sólo en los tramos donde la sección se define en terraplén, para impedir la erosión de los taludes, cuando estos tengan ese riesgo por carecer de vegetación, y sólo cuando la sobreelevación del camino induzca la circulación del agua hacia esa orilla.

LAVADEROS DE CONCRETO HIDRÁULICO

CROQUIS:



Volumen de concreto en la transición = 0.11 m^3

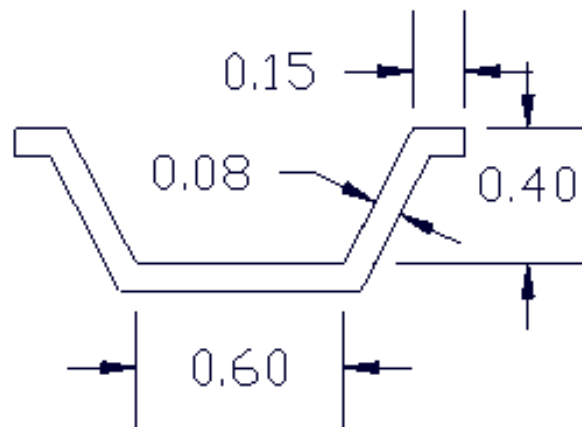


Volumen de concreto en el lavadero por metro lineal = 0.126 m^3

Se usará concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$

Se utilizarán cuando la altura de los terraplenes sean menores de 1.50 metros, los cuales tendrán el propósito de desfogar el agua que recolecta la corona, por la captación y conducción de los bordillos y en algunos casos de las mismas cunetas, así como en las salidas de algunas obras de drenaje (casos especiales), y en los tramos indicados en el proyecto o lo que indique la Supervisión de Obra. Se construirán a cada 50 metros de longitud.

CANAL CROQUIS:



Área de la sección transversal (promedio) = 0.1440 M²

Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos indicados en los planos de secciones transversales del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, se remplazará el canal existente con el canal de proyecto de las dimensiones propuestas en el croquis anterior.

El estudio hidrológico es el conjunto de trabajos en campo y gabinete que define el diseño hidráulico de las obras de drenaje, estableciendo las longitudes mínimas de las estructuras y de sus claros, así como el espacio libre vertical mínimo que ha de dejarse entre el nivel de agua de diseño y el lecho inferior de las estructuras. Comprende la recopilación de información fisiográfica (cartas topográficas, geológicas, hidrológicas, edafológicas y de uso del suelo a escala 1:5000) e hidrológica (la existencia y ubicación de estaciones pluviográficas y pluviométricas más cercanas), el reconocimiento de campo, el levantamiento topográfico, el procesamiento de la información, y los análisis hidrológicos e hidráulicos, que permitan precisar las características del flujo en el cauce, y la determinación del tipo, número, ubicación y funcionamiento de las obras auxiliares.

Los requisitos para el estudio hidrológico son: el proyecto geométrico de la carretera y sus secciones transversales de construcción, el cual debe incluir el trazo, los datos de los bancos de nivel, las referencias topográficas y las elevaciones de la subrasante.

DRENAJE Y LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL CAMINO.

Existe una obra de drenaje de losa mal estado de 3.00 x 2.00 m. en el km. 0+482, la cual se demolerá y será sustituida por una losa de 4.00 x 3.00 m. Además se construirá una losa de 1.00 x 1.00 en el km. 1+210.00 para no interrumpir el escurrimiento pluvial de acuerdo a la rasante de proyecto.

Las cunetas para nuestro camino son de concreto con una longitud total de 1600 m.

63



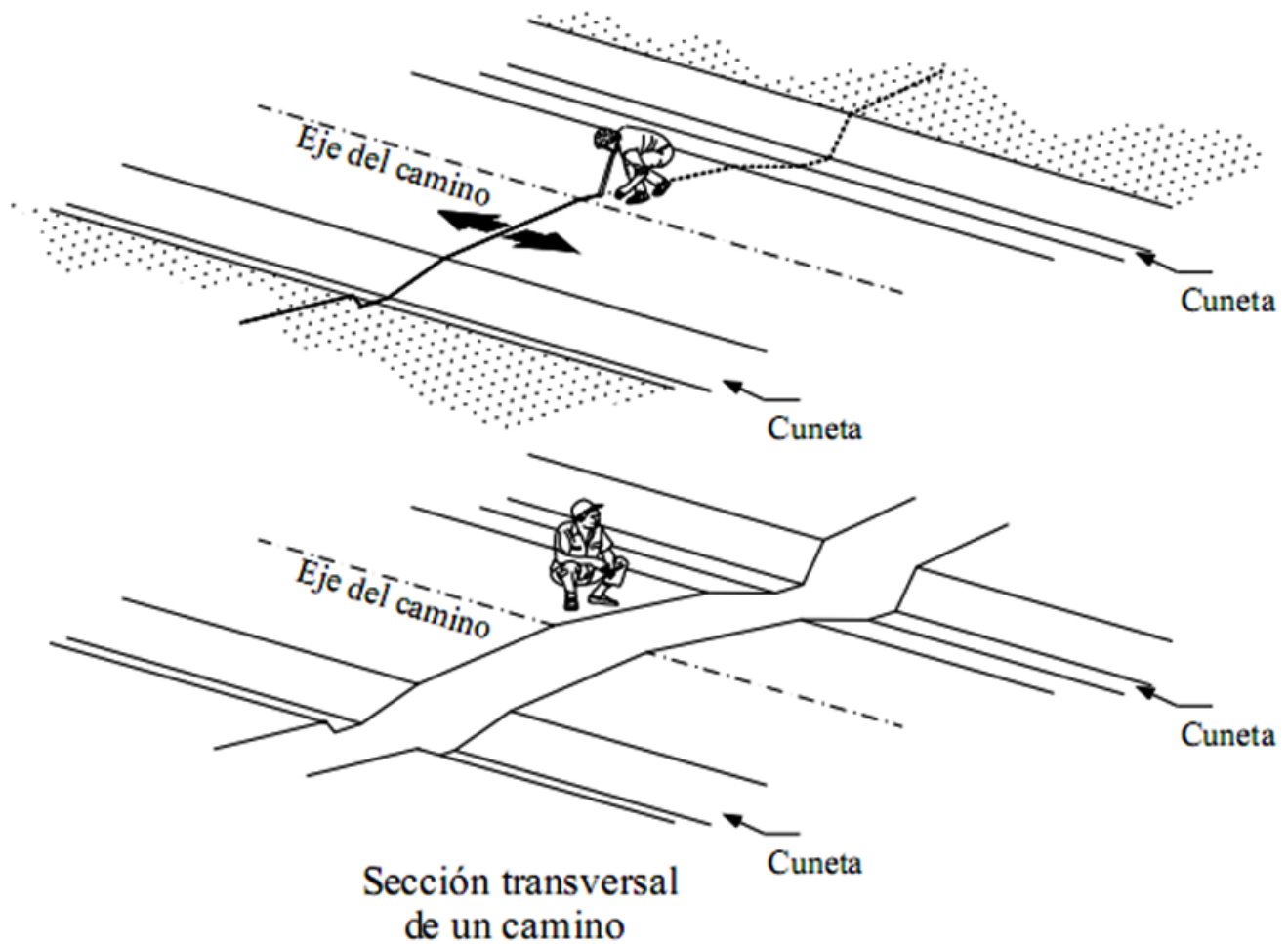
VISTA DE LA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE, SE OBSRVAN DAÑOS EN LA GUARNICION DE LA LOSA.



SECCIONES TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN

Corte transversal.

Es un corte atravesado que se le hace a un objeto por su parte más angosta. Es como si el camino fuera cortado por una zanja de un lado a otro.



Sección Transversal.



La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía, "Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos E, D, C, B y A2" y "Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos A4"

TIPO DE CARRETERA	ANCHOS DE					
	CORONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMIENTOS (m)		FAJA SEPARADORA CENTRAL (m)	
E	4.00	4.00	--		--	
D	6.00	6.00	--		--	
C	7.00	6.00	0.50		--	
B	9.00	7.00	1.00		--	
A	A2	12.00	7.00	2.50		--
	A4	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT 3.00	INT 0.50	1.00 mínimo
	A4S	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00	1.00	8.00 mínimo

Corona.- La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central.

En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla anterior de "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central".

Calzada.- el ancho de la calzada deberá ser:

- En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla anterior "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central"
- En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente mas una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en las siguientes cuatro tablas "Ampliaciones, sobre elevaciones y transiciones para carreteras"
- En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas.



El ancho en tangente más una ampliación variable en el lado interior de la curva espiral o en el de la transición mixta, cuyo valor esta dado por la expresión:

$$A = \frac{L}{L_e} A_c$$

En donde:

A = Ampliación del ancho de la calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

L = Distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación de desea determinar, en metros

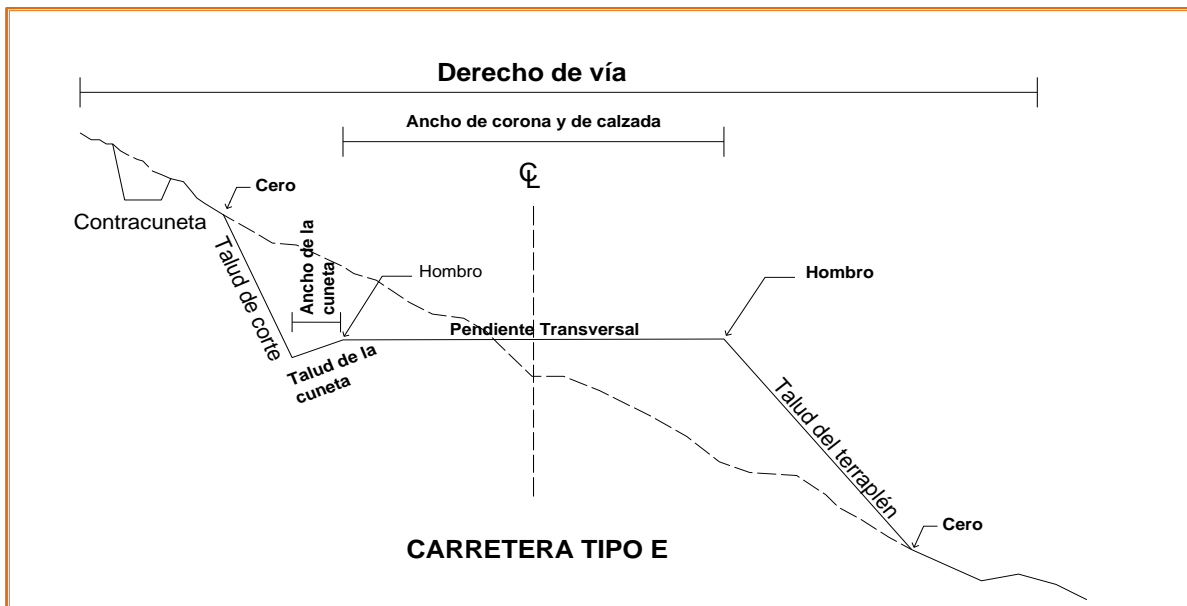
L_e = Longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

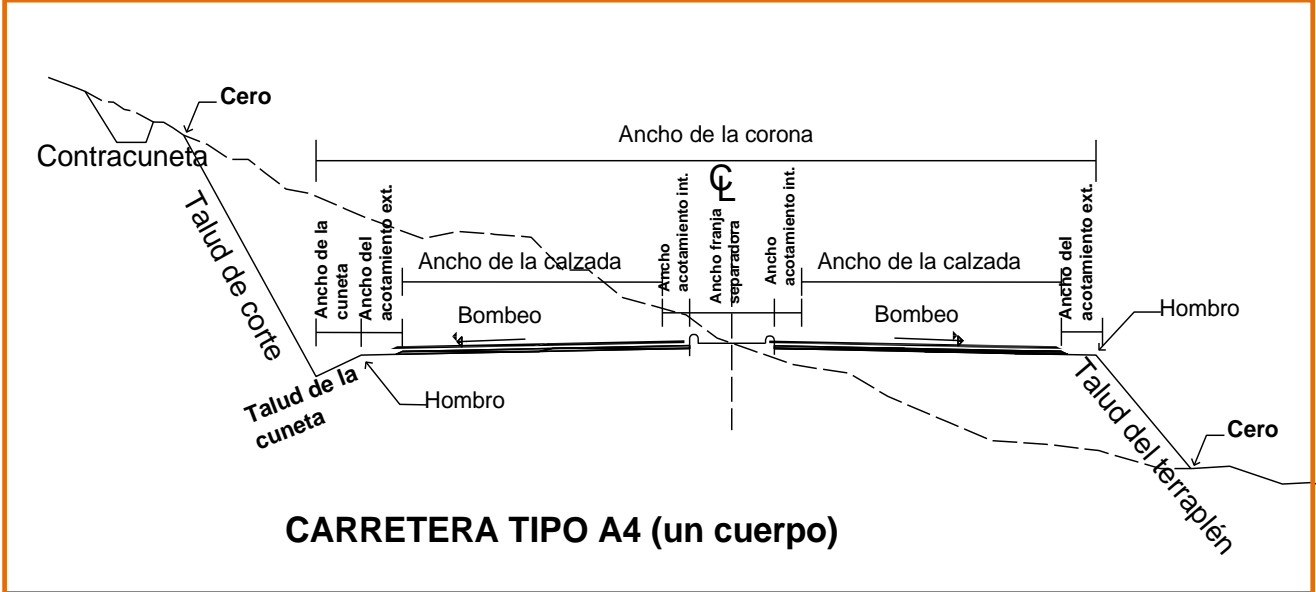
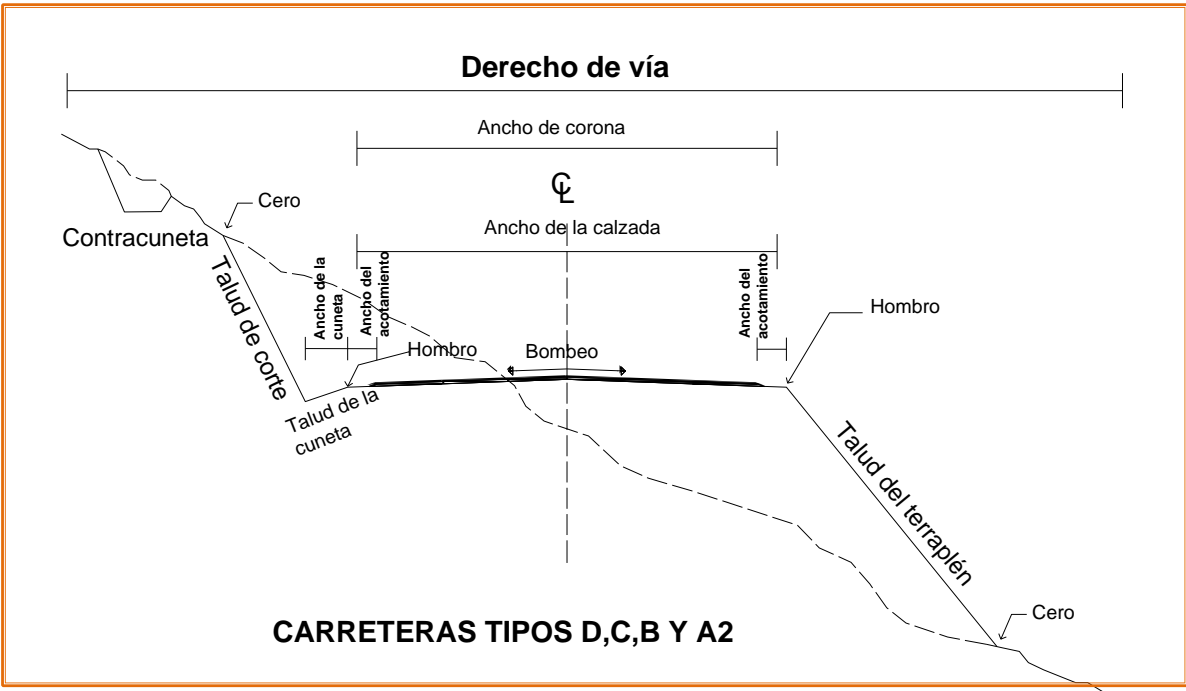
A_c = Ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros.

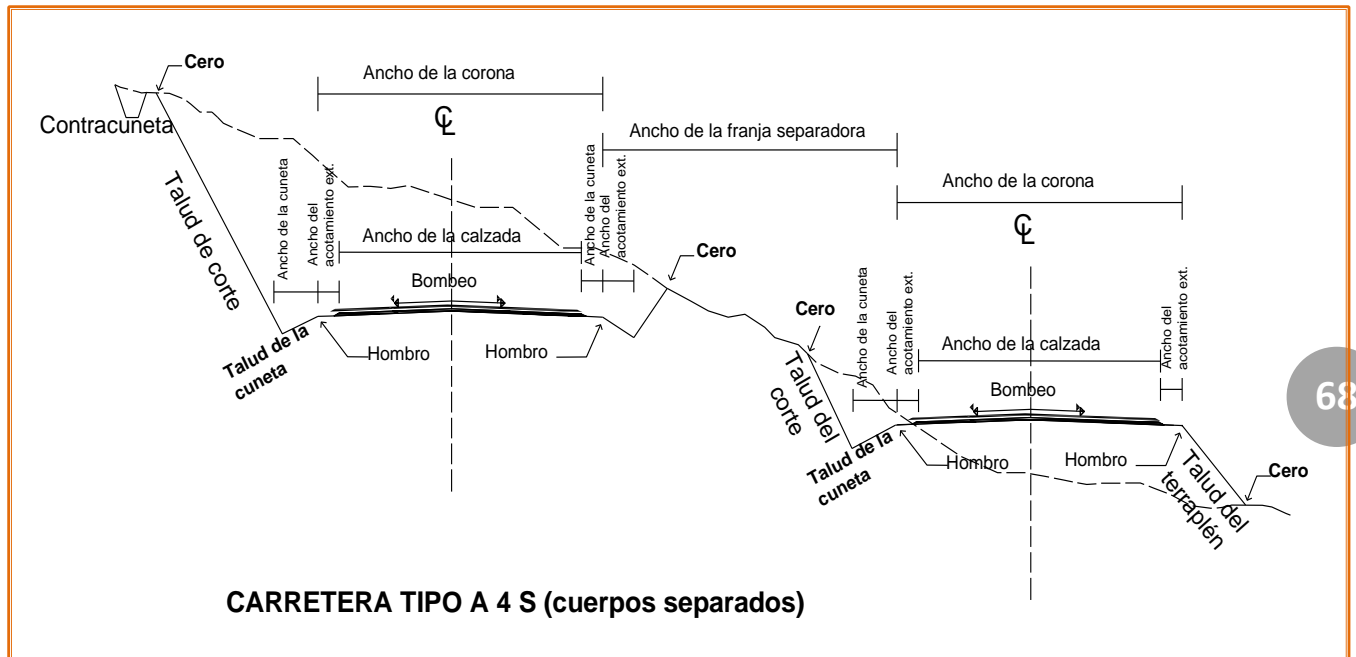
Acotamientos.- El ancho de los acotamientos deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central"

Tipos de secciones transversales

Se han determinado los tipos de secciones transversales para los caminos dependiendo de su topografía como se muestra en las figuras siguientes:







Pendiente transversal.- En tangentes de alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:

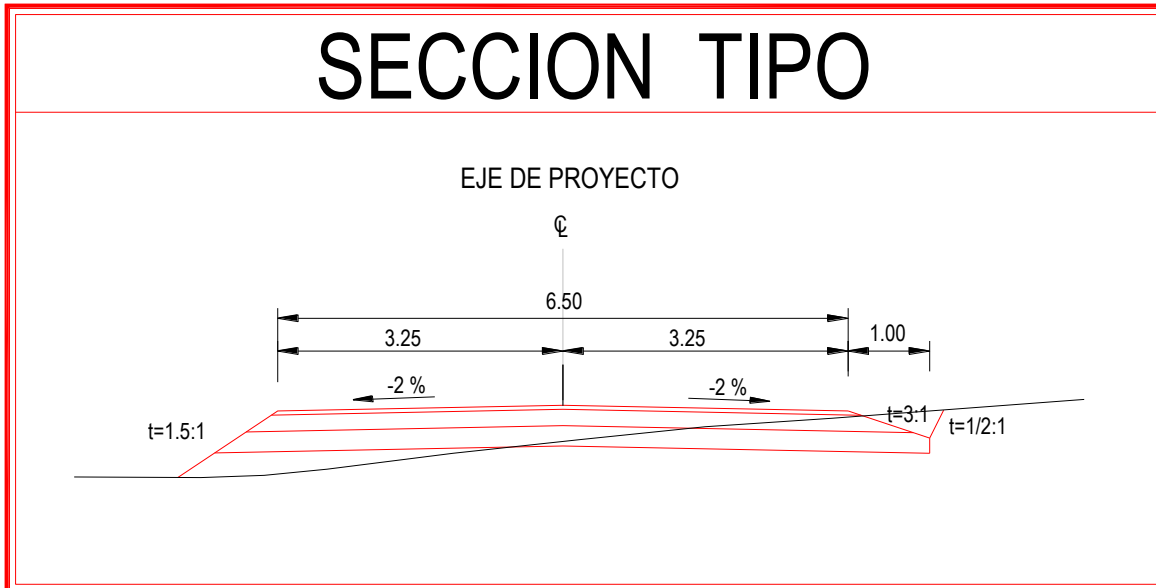
- a. De menos dos por ciento en carreteras tipo A, B, C, y D pavimentadas
- b. De menos tres por ciento en carreteras tipo D y E revestidas.

SECCIONES TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

Las secciones transversales de nuestro proyecto tienen un 2.00 % de bombeo para ayudar al escurrimiento del agua pluvial, la cuneta es de 0.5 : 1 en corte y 1.5 : 1 en terraplén, contienen además la elevación del terreno natural y la elevación de la subrasante, además contienen el área de cada capa que debe llevar el camino y el área de corte y terraplén. Las capas para este proyecto son: Área de Corte, Área de Terraplén, Sub-Rasante, Base Hidráulica y Carpeta Asfáltica todo en metros cuadrados.



SECCIÓN TIPO DEL CAMINO.



AREAS Y VOLÚMENES DE OBRA.

CAMINO: PALOMAS - PUENTE DE TIERRA
 TRAMO: DEL KM. 0+000 AL KM. 1+600
 MUNICIPIO: CD. HIDALGO, MICH.

CONCEPTO	ESTACION	AREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
CORTE	0+000.000	3.98	0.00	0.00
	0+020.000	6.45	10.00	104.30
	0+040.000	3.65	10.00	101.00
	0+060.000	3.33	10.00	69.80
	0+080.000	2.95	10.00	62.80
	0+100.000	4.06	10.00	70.10
	0+120.000	3.50	10.00	75.60
	0+140.000	3.17	10.00	66.70
	0+160.000	1.73	10.00	49.00
	0+180.000	3.20	10.00	49.30
	0+200.000	3.96	10.00	71.60
	0+220.000	2.48	10.00	64.40
	0+240.000	0.73	10.00	32.10
	0+260.000	0.10	10.00	8.30
	0+280.000	2.14	10.00	22.40
	0+300.000	4.78	10.00	69.20
	0+320.000	7.34	10.00	121.20
	0+340.000	5.91	10.00	132.50
	0+360.000	5.79	10.00	117.00
	0+380.000	6.80	10.00	125.90
	0+400.000	7.43	10.00	142.30
	0+420.000	4.66	10.00	120.90
	0+440.000	0.91	10.00	55.70
	0+460.000	0.00	10.00	9.10
	0+480.000	0.00	10.00	0.00
	0+500.000	2.85	10.00	28.50
	0+520.000	13.35	10.00	162.00
	0+540.000	12.36	10.00	257.10
	0+560.000	5.83	10.00	181.90
	0+580.000	0.15	10.00	59.80
	0+600.000	3.69	10.00	38.40
	0+620.000	7.45	10.00	111.40
	0+640.000	13.03	10.00	204.80
	0+660.000	16.18	10.00	292.10
0+680.000	6.34	10.00	225.20	
0+700.000	9.68	10.00	160.20	
0+720.000	13.22	10.00	229.00	
0+740.000	7.16	10.00	203.80	
0+760.000	0.14	10.00	73.00	
0+780.000	0.18	10.00	3.20	
0+800.000	0.18	10.00	3.60	



0+820.000	1.25	10.00	14.30
0+840.000	1.27	10.00	25.20
0+860.000	1.32	10.00	25.90
0+880.000	2.66	10.00	39.80
0+900.000	2.59	10.00	52.50
0+920.000	9.99	10.00	125.80
0+940.000	7.44	10.00	174.30
0+960.000	2.81	10.00	102.50
0+980.000	0.10	10.00	29.10
1+000.000	6.30	10.00	64.00
1+020.000	16.23	10.00	225.30
1+040.000	22.65	10.00	388.80
1+060.000	7.11	10.00	297.60
1+080.000	0.86	10.00	79.70
1+100.000	3.15	10.00	40.10
1+120.000	4.60	10.00	77.50
1+140.000	12.93	10.00	175.30
1+160.000	17.23	10.00	301.60
1+180.000	4.53	10.00	217.60
1+200.000	0.70	10.00	52.30
1+220.000	1.05	10.00	17.50
1+240.000	0.80	10.00	18.50
1+260.000	0.88	10.00	16.80
1+280.000	2.50	10.00	33.80
1+300.000	1.89	10.00	43.90
1+320.000	3.73	10.00	56.20
1+340.000	5.52	10.00	92.50
1+360.000	9.08	10.00	146.00
1+380.000	3.57	10.00	126.50
1+400.000	14.38	10.00	179.50
1+420.000	10.83	10.00	252.10
1+440.000	4.77	10.00	156.00
1+460.000	2.64	10.00	74.10
1+480.000	4.85	10.00	74.90
1+500.000	9.26	10.00	141.10
1+520.000	10.75	10.00	200.10
1+540.000	3.84	10.00	145.90
1+560.000	2.16	10.00	60.00
1+580.000	5.68	10.00	78.40
1+600.000	5.79	10.00	114.70
TOTAL VOLUMEN CORTE (M3):			8512.90



TERRAPLEN	0+000.000	0.00	0.00	0.00
	0+020.000	0.00	10.00	0.00
	0+040.000	0.00	10.00	0.00
	0+060.000	0.00	10.00	0.00
	0+080.000	0.00	10.00	0.00
	0+100.000	0.00	10.00	0.00
	0+120.000	0.00	10.00	0.00
	0+140.000	0.00	10.00	0.00
	0+160.000	0.00	10.00	0.00
	0+180.000	0.00	10.00	0.00
	0+200.000	0.00	10.00	0.00
	0+220.000	0.00	10.00	0.00
	0+240.000	1.59	10.00	15.90
	0+260.000	3.56	10.00	51.50
	0+280.000	1.77	10.00	53.30
	0+300.000	0.00	10.00	17.70
	0+320.000	0.00	10.00	0.00
	0+340.000	0.00	10.00	0.00
	0+360.000	0.00	10.00	0.00
	0+380.000	0.00	10.00	0.00
	0+400.000	0.00	10.00	0.00
	0+420.000	0.00	10.00	0.00
	0+440.000	0.00	10.00	0.00
	0+460.000	1.64	10.00	16.40
	0+480.000	12.46	10.00	141.00
	0+500.000	0.00	10.00	124.60
	0+520.000	0.00	10.00	0.00
	0+540.000	0.00	10.00	0.00
	0+560.000	0.00	10.00	0.00
	0+580.000	2.74	10.00	27.40
	0+600.000	1.46	10.00	42.00
	0+620.000	0.00	10.00	14.60
	0+640.000	0.00	10.00	0.00
0+660.000	0.00	10.00	0.00	
0+680.000	0.00	10.00	0.00	
0+700.000	0.00	10.00	0.00	
0+720.000	0.00	10.00	0.00	
0+740.000	0.15	10.00	1.50	
0+760.000	1.90	10.00	20.50	
0+780.000	5.17	10.00	70.70	
0+800.000	6.94	10.00	121.10	

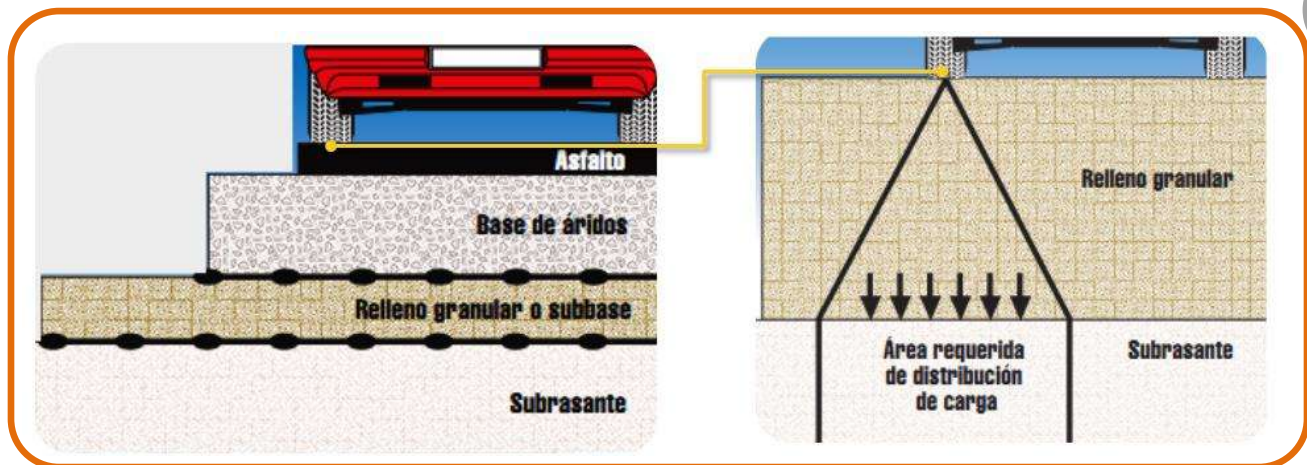


0+820.000	0.00	10.00	69.40
0+840.000	0.00	10.00	0.00
0+860.000	0.00	10.00	0.00
0+880.000	0.00	10.00	0.00
0+900.000	0.07	10.00	0.70
0+920.000	0.00	10.00	0.70
0+940.000	0.16	10.00	1.60
0+960.000	2.41	10.00	25.70
0+980.000	1.09	10.00	35.00
1+000.000	0.00	10.00	10.90
1+020.000	0.00	10.00	0.00
1+040.000	0.00	10.00	0.00
1+060.000	0.00	10.00	0.00
1+080.000	1.32	10.00	13.20
1+100.000	0.93	10.00	22.50
1+120.000	0.00	10.00	9.30
1+140.000	0.00	10.00	0.00
1+160.000	0.00	10.00	0.00
1+180.000	0.41	10.00	4.10
1+200.000	0.12	10.00	5.30
1+220.000	0.00	10.00	1.20
1+240.000	0.20	10.00	2.00
1+260.000	0.00	10.00	2.00
1+280.000	0.00	10.00	0.00
1+300.000	0.00	10.00	0.00
1+320.000	0.00	10.00	0.00
1+340.000	0.00	10.00	0.00
1+360.000	0.00	10.00	0.00
1+380.000	0.12	10.00	1.20
1+400.000	0.00	10.00	1.20
1+420.000	0.00	10.00	0.00
1+440.000	0.00	10.00	0.00
1+460.000	0.00	10.00	0.00
1+480.000	0.00	10.00	0.00
1+500.000	0.00	10.00	0.00
1+520.000	0.00	10.00	0.00
1+540.000	0.00	10.00	0.00
1+560.000	0.00	10.00	0.00
1+580.000	0.00	10.00	0.00
1+600.000	0.00	10.00	0.00
TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN (M3):			924.20



PROYECTO DEL PAVIMENTO.

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, como se muestra a continuación:

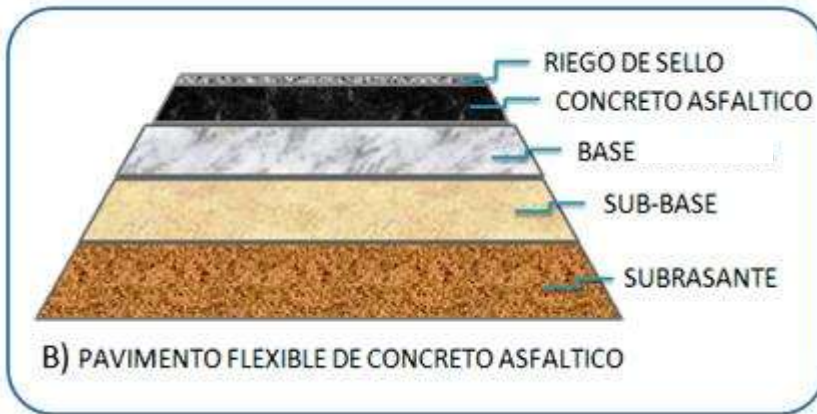


74

El diseño del pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén. Existen distintos tipos de pavimentos:

- A. Pavimento Flexible (de concreto asfáltico)
- B. Pavimento Rígido (de concreto hidráulico)





LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

76

El Tipo de Pavimento Empleado en nuestro Proyecto es:
B) PAVIMENTO FLEXIBLE DE CONCRETO ASFALTICO.

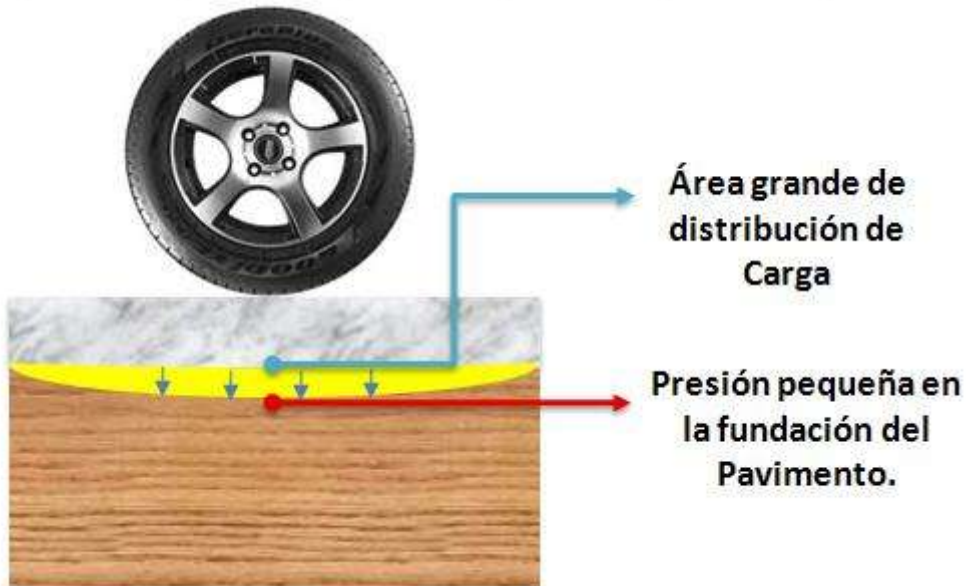


LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico.

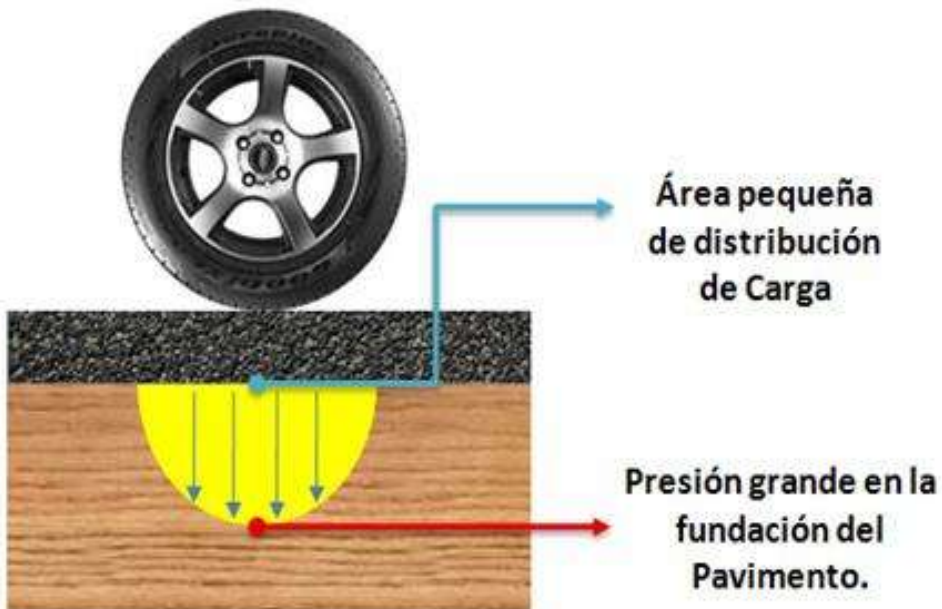


**LA PRINCIPAL DIFERENCIA ENTRE ESTOS ES LA FORMA
COMO REPARTEN LAS CARGAS.**

PAVIMENTO RIGIDO



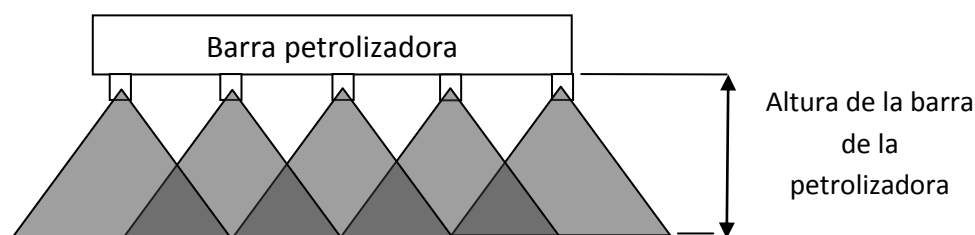
PAVIMENTO FLEXIBLE



Subbase Hidráulica.- Es una capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la base de un pavimento asfáltico, soportar las cargas que éste le permite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

Base Hidráulica.- Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la subbase o la subrasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, la capa de rodadura asfáltica o la carpeta de concreto hidráulico,; soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y proporcionar a la estructura del pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Riego de liga.- Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con el objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido.



Carpeta asfáltica con mezcla en caliente.- Las carpetas asfálticas con mezclas en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificada o no, utilizando color como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de



soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Carpetas asfálticas con mezclas en frío.- Las carpetas asfálticas con mezclas en frío son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, en emulsión o rebajado con solventes, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tiene la función estructural de soportar y disminuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

ESTRUCTURA PROPUESTA PARA EL CAMINO.

Tomando en cuenta las características físicas y mecánicas del suelo de desplante, así como los vehículos de carga que transitan por este camino, se propone la siguiente estructura para la construcción del pavimento:

CAPA	ESPESOR (cm)	GRADO DE COMPACTACIÓN
CARPETA ASFALTICA	5	95
BASE HIDRAULICA	20	100
SUBRASANTE	25	95



CAPITULO V

80

PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.



CAPITULO V

PROYECTO DE SEÑALAMIENTO

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN:

El proyecto de señalamiento para calles, carreteras y autopistas comprende desde la ejecución de la ingeniería de detalle necesaria para diseñar el señalamiento que permita regular el uso de la vialidad, 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 conductor los datos que le permitan su correcta ejecución.

Según su propósito y ubicación, el señalamiento se clasifica de la siguiente manera:

SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.

El señalamiento horizontal es el conjunto de marcas que tienen por objeto delinear las características geométricas de las vialidades y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas pueden ser rayas, símbolos, letras o dispositivos, que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes a las vialidades.



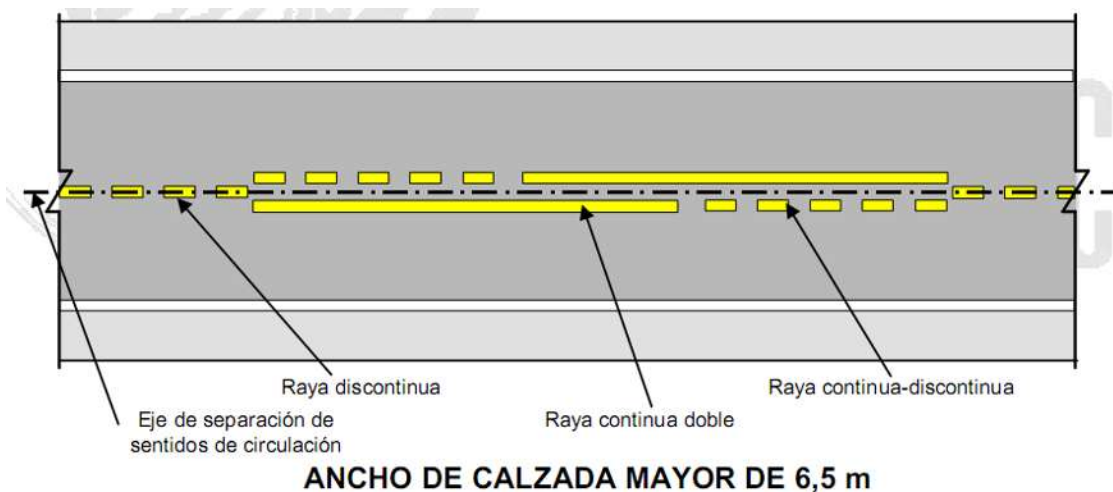
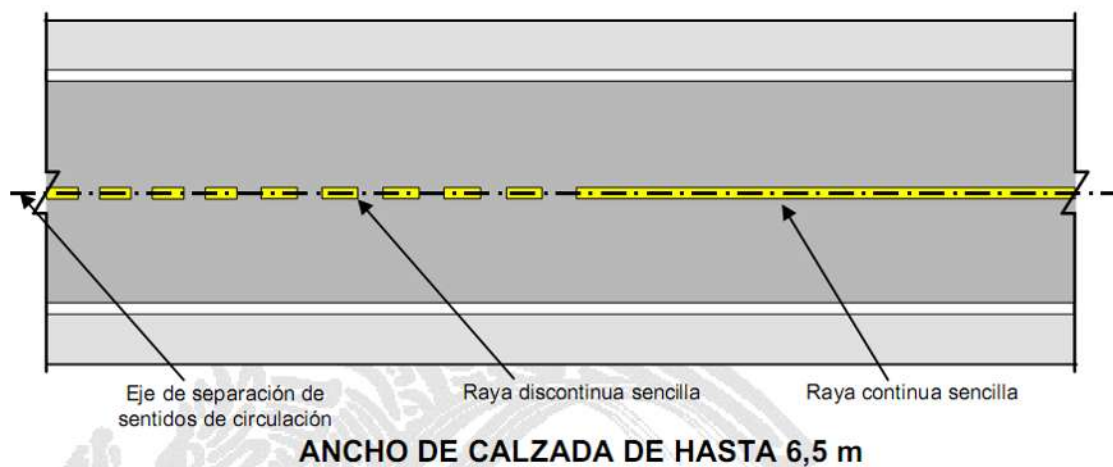
Clasificación del señalamiento horizontal.

clasificación.	Tipos de marcas.
M-1	Raya separadora se sentidos de circulación.
M-1.1	Raya continua sencilla (Calzada hasta 6.5 m).
M-1.2	Raya discontinua sencilla (Calzada hasta 6.5 m).
M-1.3	Raya continua doble (Calzada mayor de 6.5 m).
M-1.4	Raya continua-discontinua (Calzada .mayor de 6.5 m).
M-1.5	Raya discontinua sencilla (Calzada mayo de 6.5 m).
M-2	Raya separadora de carriles.
M-2.1	Raya separadora de carriles, continua sencilla.
M-2.2	Raya separadora de carriles, continua doble.
M-2.3	Raya separadora de cariiles, discptinua.
M-3	Raya en la orilla de la calzada.
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.
M-4	Raya guía en zonas de transición.
M-5	Rayas canalizadoras.
M-6	Raya de alto.
M-7	Rayas para cruce de peatones.
M-7.1	Rayas para cruce de peatones en vías rápidas.
M-7.2	Rayas para cruce de peatones en calles secundarias.
M-8	Marcas para cruce de ferrocarril.
M-9	Rayas con espaciamiento logarptmico.
M-10	Marcas para estacionameinto.
M-11	Símbolos para regular el uso de carriles.
M-12	Marcas en guarniciones.
M-12-1	Para prohibición del estacionamiento.
M-12.2	Para delinear guarniciones.
M-13	Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento.
M-13.1	Marcas en estructuras.
M-13.2	Marcas en otros objetos.
DH-1	Valetas sobre el pavimento.
DH-2	Violetas sobre estructuras.
DH-3	Botones.

Marcas en el pavimento: Se usan para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Deben ser de color retroreflejante, blanco o amarillo, y cuando el pavimento por su color no proporcione el suficiente contraste con las marcas, se recomienda delinearlas en todo su contorno, con franjas de cinco (5) centímetros de ancho de color negro. Los colores blanco y amarillo, deben cumplir con los patrones autorizados por la Secretaría General de Servicios Técnicos de la Secretaría. Las marcas en el pavimento son las siguientes:

Raya separadora de sentidos de circulación (M-1): Se utiliza para separar los sentidos de circulación vehicular en calles, carreteras y autopistas. Se sitúa por lo general al centro de la calzada, tanto en tangentes como en curvas, y debe ser de color amarillo retroreflejante.

En calles y carreteras de dos carriles, uno por sentido, con ancho de calzada de seis coma cinco (6,5) metros o menos; la raya separadora de sentidos de circulación debe ser de diez (10) centímetros de ancho.



Ubicación de la raya separadora de sentidos de circulación.

Raya continua sencilla (M-1.1): Se debe colocar en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase.

Raya discontinua sencilla (M-1.2): Se debe colocar en aquellos tramos donde la distancia es igual o mayor que la necesaria para el rebase.

Raya continua doble (M-1.3): Se debe utilizar en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor a la requerida para el rebase.

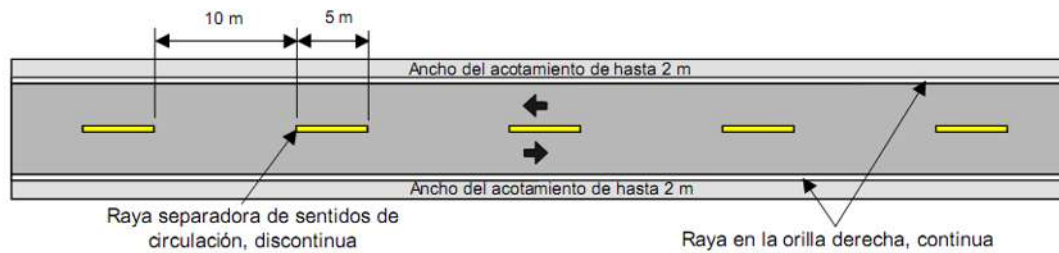
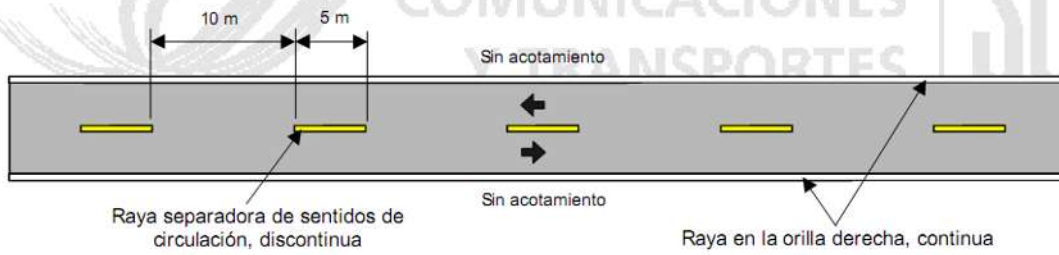
Raya continua-discontinua (M-1.4): Se debe utilizar en calles y carreteras de dos carriles, uno por sentido, donde la distancia de visibilidad disponible permite la maniobra de rebase únicamente desde uno de los dos carriles.

Raya discontinua sencilla (M-1.5): Se debe utilizar en calles y carreteras de dos carriles, uno por sentido, en los tramos donde, para ambos carriles, la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase.

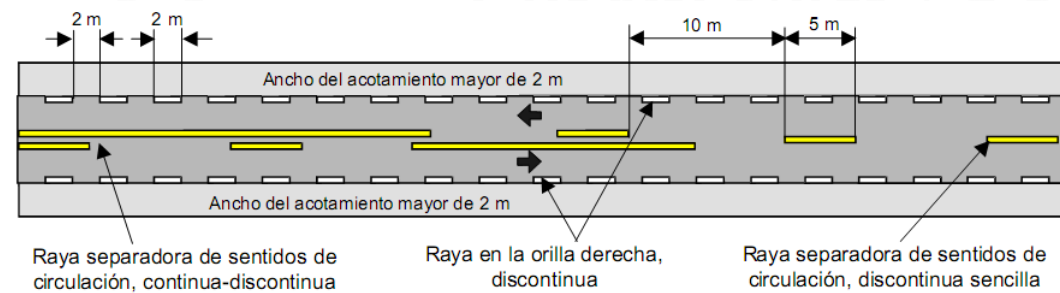
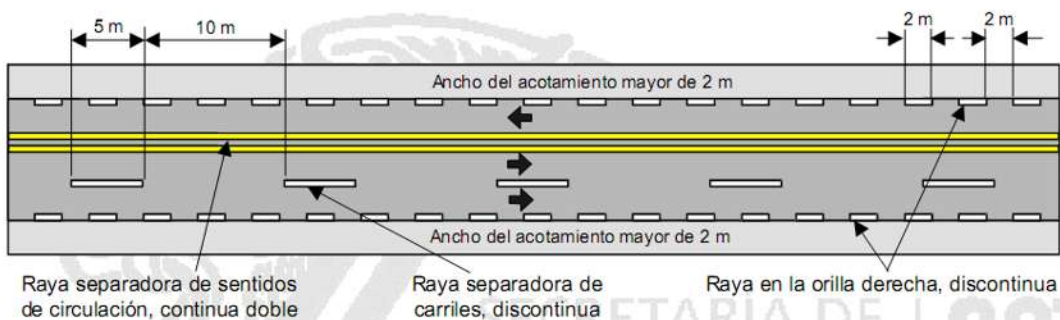
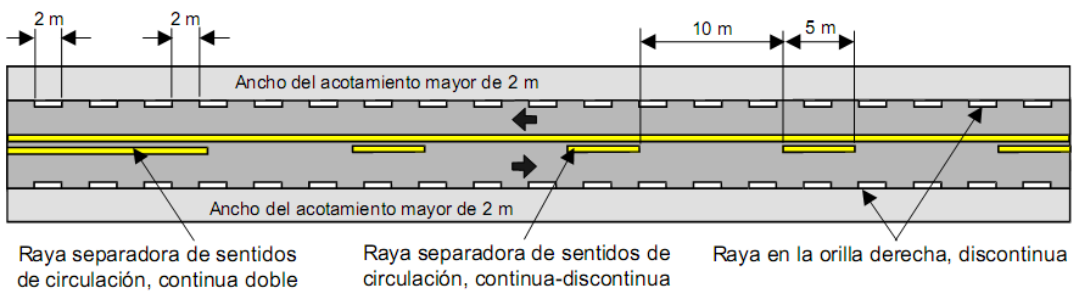
EN ZONA DE NO REBASE



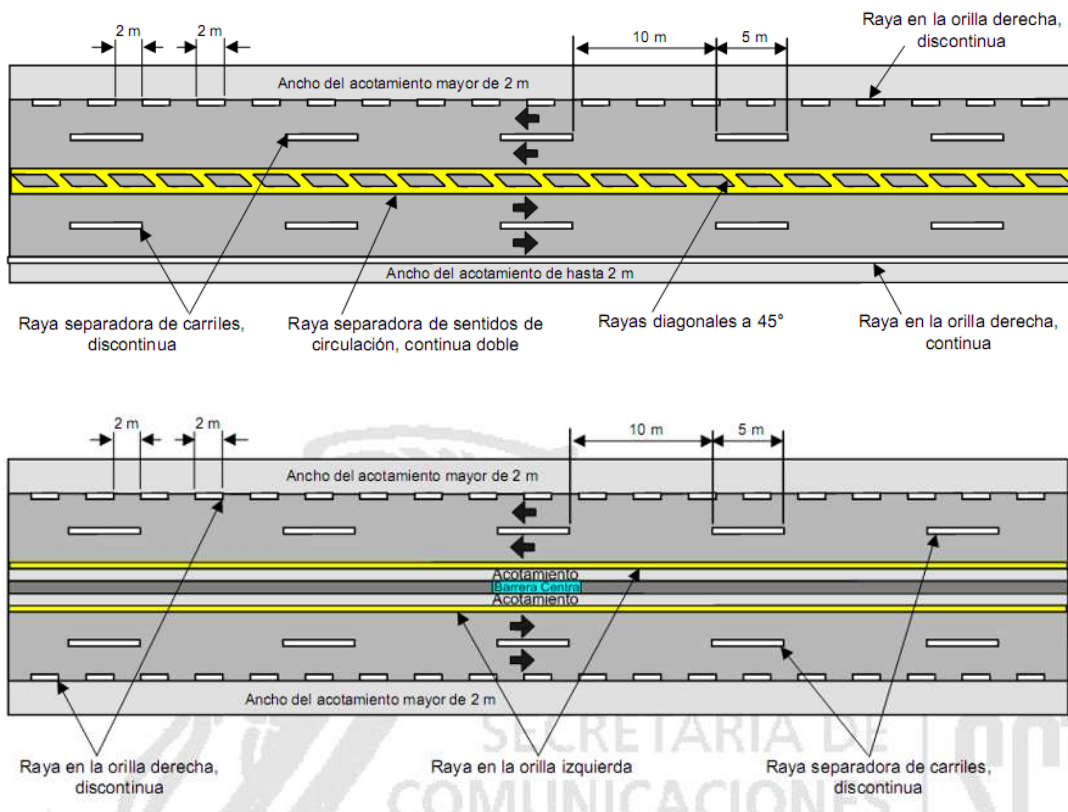
EN ZONA DE REBASE



Marcas en el pavimento en carreteras con ancho de calzada hasta 6.5 m.



Marcasen el pavimento en carreteras con ancho de calzada mayor de 6.5 m



Marcas en el pavimento en autopistas y carreteras de cuatro o más carriles.

RAYA SEPARADORA DE CARRILES (M-2).

Se utiliza para delimitar los carriles del mismo sentido de circulación, en calles, carreteras y autopistas de dos o más carriles por sentido.

Raya separadora de carriles, continua sencilla (M-2.1): La raya separadora de carriles debe ser continua sencilla en la aproximación de las intersecciones que tengan raya de alto o cuando delimite carriles especiales para vueltas.

Raya separadora de carriles, discontinua (M-2.3): Cuando se permita cruzar la raya separadora de carriles, ésta debe ser discontinua y, tanto en carreteras como en autopistas, colocarse en segmentos de cinco (5) metros separados diez (10) metros entre sí.

RAYA EN LA ORILLA DE LA CALZADA (M3).

Se utiliza en carreteras y autopistas, así como en calles cuando no existan banquetas o guarniciones, para indicarlas orillas de la calzada y delimitar, en su caso, los acotamientos.

Raya en la orilla derecha: La raya en la orilla derecha de la calzada, son respecto al sentido de la circulación, debe ser de color blanco reflejante.

Raya en la orilla derecha, continua (M-3.1): Esta raya debe ser continua cuando el acotamiento tenga un ancho de dos (2) metros o en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad en la operación del tránsito conviene restringir el estacionamiento sobre el acotamiento.

Raya en la orilla izquierda (M-3.2): Esta raya debe ser discontinua cuando el ancho del acotamiento sea mayor de dos (2) metros, conformada por segmentos de dos (2) metros de longitud separados dos (2) metros entre sí.

Raya en la orilla izquierda (M-3.3): La raya en la orilla izquierda de la calzada, se debe utilizar en calles, carreteras y autopistas con franja separadora central, de cuerpos separados o de un solo sentido de circulación, así como en rampas de salida. En todos los casos la raya debe ser continua y de color amarillo reflejante.

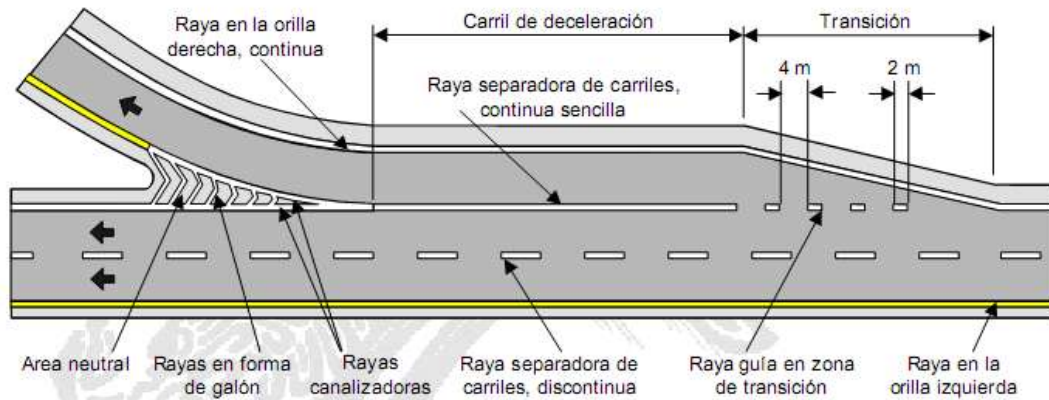
RAYA GUÍA EN ZONAS DE TRANSICIÓN (M.4).

Se utiliza para delimitar la zona de transición entre los carriles de tránsito directo y el cambio de velocidad en las entradas y salidas, o para ligar los extremos de los enlaces. Debe ser discontinua, de color blanco reflejante y del mismo ancho que el de la raya de la orilla de la calzada.

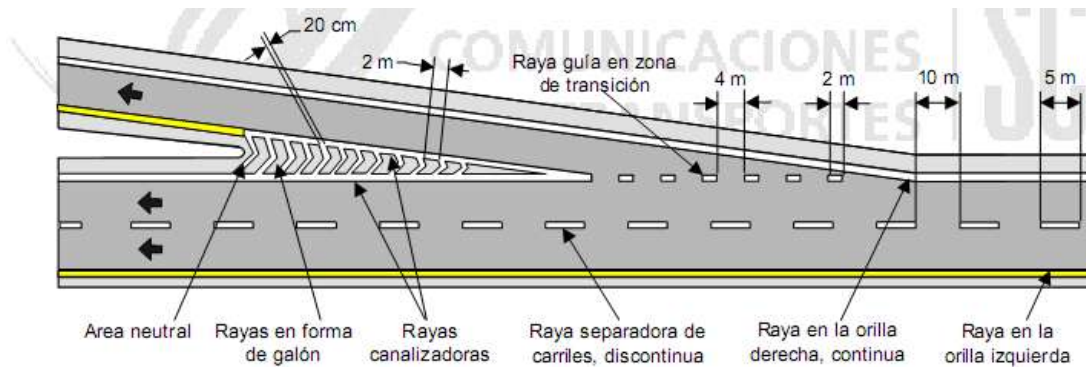
RAYAS CANALIZADORAS (M-5).

Se utilizan en calles, carreteras y autopistas para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito de 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.





CON CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD



SIN CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Raya discontinua guía en zonas de transición, raya separadora de carriles, rayas canalizadoras y rayas en la orilla de la calzada.

RAYA DE ALTO (M-6).

Se utiliza en calles y carreteras para indicar el sitio donde deben detenerse los vehículos, de acuerdo con la señal de alto semáforo. Debe ser continua sencilla, de color blanco retroreflejante y trazarse cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido.

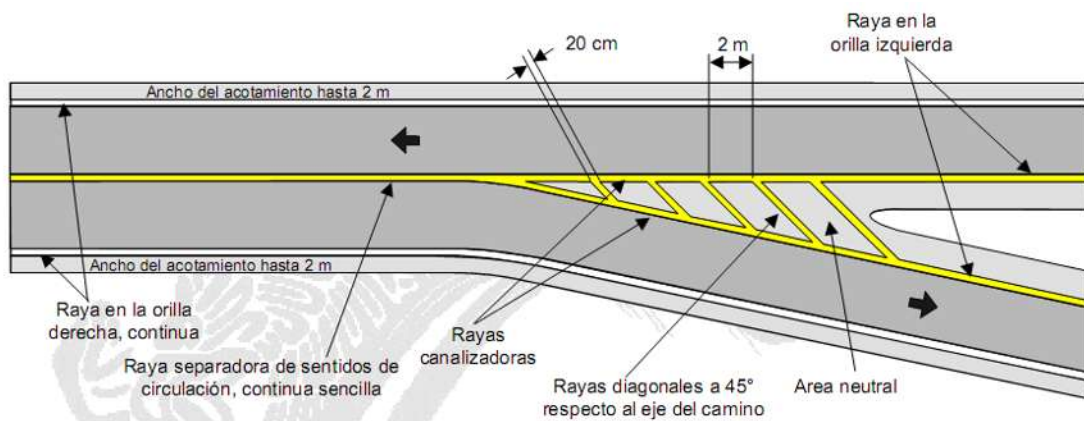
RAYAS PARA CRUCE DE PEATONES (M-7).

Se utiliza para delimitar las áreas de cruce de peatones. Deben ser continuas de color amarillo retroreflejante y trazarse en todo el ancho de la vialidad.

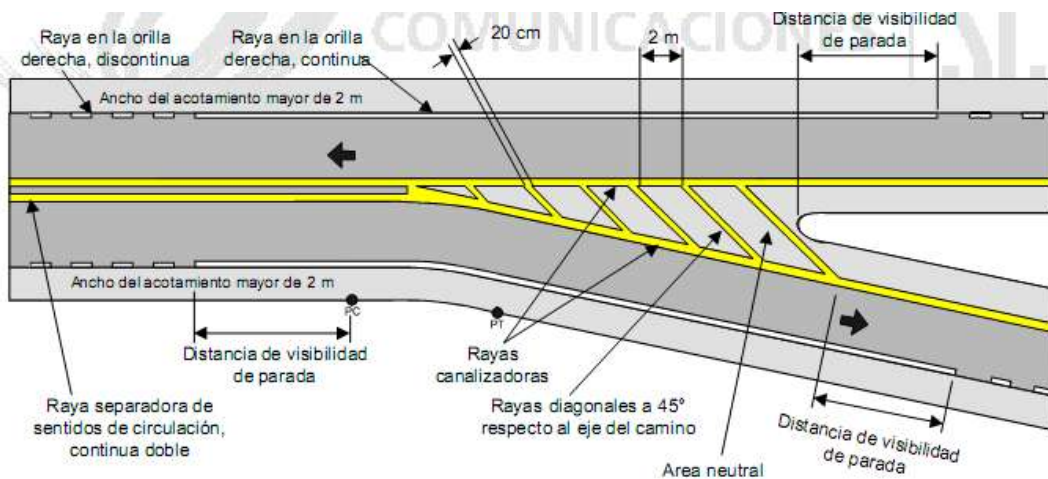
Raya para cruce de peatones (M-7.1): En carreteras y vías rápidas urbanas, las rayas para cruce de peatones deben ser una sucesión de rayas

paralelas de cuarenta (40) centímetros de ancho, perpendiculares a la trayectoria de los peatones y separadas entre sí cuarenta (40) centímetros, con una longitud igual al ancho de las banquetetas.

Rayas para cruce de peatones en calles secundarias (M-7.2): En calles secundarias, las rayas para el cruce de peatones deben ser de dos rayas paralelas a la trayectoria de los peatones, de veinte (20) centímetros de ancho, trazadas a una separación que se determina por el ancho de las banquetetas.



ANCHO DE CALZADA DE HASTA 6,5 m



ANCHO DE CALZADA MAYOR DE 6,5 m

Rayas canalizadoras.

SEÑALAMIENTO VERTICAL.

El señalamiento vertical es el conjunto de tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas y/o símbolos que tienen por objeto regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, la existencia de algún sitio turístico o servicio, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la calle, carretera o autopista.

Clasificación del señalamiento vertical.

Clasificación	Tipos de señales
SP	Señales Preventivas
SPR	Señales Restrictivas
SI	Señales Informativas
SII	Señales Informativas de Identificación De Nomenclatura De Ruta De Kilometraje
SID	Señales Informativas de Destino Previas Diagramáticas Decisivas Confirmativas
SIR	Señales Informativas de Recomendación
SIG	Señales de Información General
STS	Señales de Servicios Turísticos
SIT	Señales Turísticas
SIS	Señales de Servicios
OD	Señales Diversas
OD-5	Indicadores de Obstáculos
OD-6	Indicadores de Alineamiento
OD-8	Reglas y Tubos Guía para Vados
OD-12	Indicadores de Curvas Peligrosas

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

SEÑALES PREVENTIVAS (SP): Son tableros fijados en postes, con símbolo que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia se algún peligro en el camino y su naturaleza.

El tablero de las señales es cuadrado con esquinas redondeadas y se coloca con una diagonal vertical tomando la forma de diamante. El color de fondo de la señal es amarillo y de color negro para los símbolos, caracteres y filete.



Curva peligrosa
SP-6
Indica próxima curva peligrosa a la derecha o a la izquierda



Codo
SP-7
Indica curva cerrada a la izquierda o a la derecha



Curva inversa
SP-8
Indica la presencia de dos curvas peligrosas consecutivas de dirección contraria



Codo inverso
SP-9
Indica la presencia de dos curvas cerradas consecutivas de dirección contraria



Camino sinuoso
SP-10
Indica tres o más curvas consecutivas



Cruce de caminos
SP-11
Indica la intersección a nivel de dos caminos



Entronque en T
SP-12
Indica una intersección a nivel de tres ramas



Entronque en delta
SP-13
Indica una intersección a nivel de tres ramas, con isleta triangular central



Entronque lateral oblicuo
SP-14
Indica una intersección a nivel de tres ramas, cuando el ramal que entronca sea oblicuo



Entronque en Y
SP-15
Indica la bifurcación de un camino





**Glorieta
SP-16**
Indica una intersección a nivel de dos o más caminos que tenga una isleta central



Incorporación del tránsito SP-17
Indica la proximidad de una incorporación, derecha o izquierda, del tránsito vehicular en el mismo sentido



**Doble circulación
SP-18**
Indica el cambio de circulación en un solo sentido, a otro de dos carriles con circulación en ambos sentidos



**Salida
SP-19**
Indica la proximidad de una salida en los caminos de acceso controlado



**Estrechamiento simétrico
SP-20**
Indica la reducción simétrica de la anchura del camino



Estrechamiento asimétrico SP-21
Indica la reducción asimétrica de la anchura del camino



**Puente móvil
SP-22**
Indica la proximidad de un puente cuyo sistema de piso pueda estar momentáneamente desplazado



**Puente angosto
SP-23**
Indica la proximidad de un puente angosto (reducción de su anchura)



**Altura libre
SP-25**
Indica la proximidad de un paso inferior o estructura cuyo espacio vertical sea menos a 4.20 metros



**Vado
SP-26**
Indica la proximidad de un vado en el camino



**Termina pavimento
SP-27**
Indica la proximidad de la terminación del pavimento



**Superficie derrapante
SP-28**
Indica la proximidad de un tramo con pavimento resbaloso



Pendiente peligrosa
SP-29
Indica la proximidad de una pendiente descendente



Zona de derrumbes
SP-30
Indica la presencia de un tramo del camino donde puede encontrar derrumbes



Alto próximo
SP-31
Indica la proximidad de una señal de alto



Peatones
SP-32
Indica la proximidad de lugares frecuentados por peatones o cruce especialmente destinados a ellos



Escolares
SP-33
Indica la proximidad de una zona frecuentada por escolares o cruce especialmente destinados a ellos



Ganado
SP-34
Indica la proximidad de un tramo frecuentado por ganado o bien la existencia de cruce para el mismo



Cruce de ferrocarril
SP-35
Indica la proximidad de un ferrocarril a nivel



Maquinaria agrícola
SP-36
Indica la proximidad de un tramo frecuentado por maquinaria agrícola



Semáforo
SP-37
Indica la proximidad de intersecciones aisladas controladas por semáforos o en una zona donde no se espera encontrarlos



Camino dividido
SP-38
Indica el principio o el final de un camino dividido con faja separadora central



Ciclistas
SP-39
Indica la proximidad de un lugar frecuentado por ciclistas o un cruce especialmente para ellos



Grava suelta
SP-40
Indica la proximidad de un tramo en el que existe grava suelta sobre la superficie



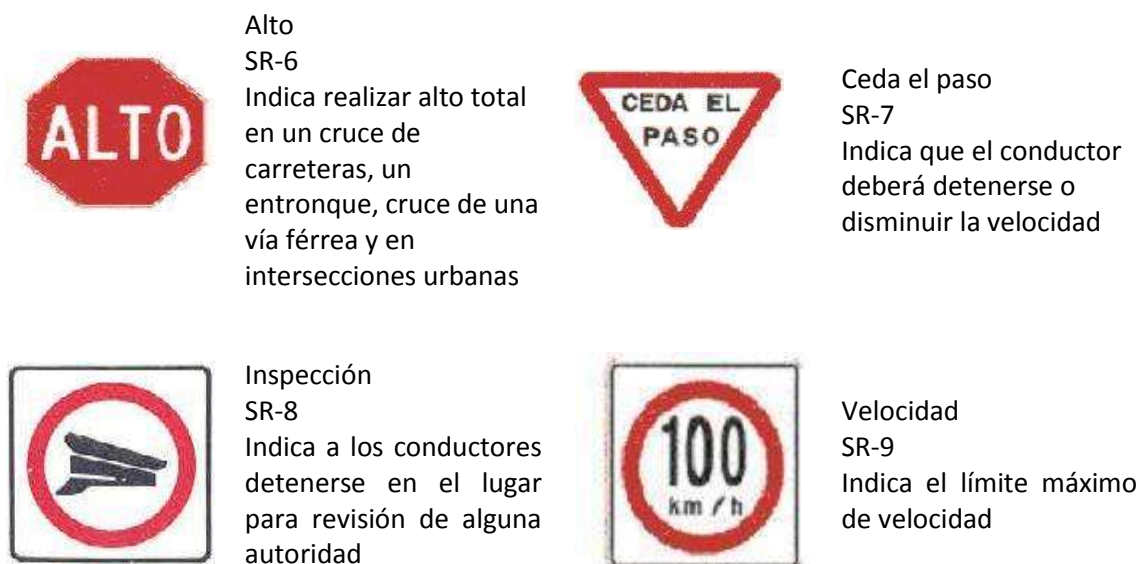
SEÑALES RESTRICATIVAS (SR): Las señales restrictivas son señales con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad. Generalmente son señales bajas que se fijan en postes y marcos, y en algunos casos pueden ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente.

Los tableros en las señales restrictivas deben ser tableros cuadrados, con dos de sus lados en posición horizontal y las esquinas redondeadas, exceptuando las señales de "ALTO".

El color del fondo de la señal será blanco, el anillo y la franja diagonal serán en rojo y el símbolo, letras y filete en negro, excepto en las señales de "ALTO" y "CEDA EL PASO".

Señal "ALTO": El tablero tendrá una forma octagonal y el color llevará el fondo rojo con letras y filete blanco.

Señal "CEDA EL PASO": El tablero tendrá una forma triangular, con un vértice hacia abajo, y el color llevará fondo blanco franja perimetral roja y leyenda en negro.





Vuelta continua derecha
SR-10
Indica que en las intersecciones controladas por semáforos o por agentes, está permitida la vuelta derecha en forma continua



Circulación
SR-11
Indica la obligación de circular en el sentido mostrado



Circulación
SR-11A
Indica el inicio de una faja separadora central



Solo vuelta a izquierda
SR-12
Indica que uno o más carriles deberán usarse exclusivamente para vuelta izquierda



Conserve su derecha
SR-13
Indica que los camiones deben circular por el carril de su derecha



Doble circulación
SR-14
Indica que en aquellas vías de un solo sentido cambian a dos carriles y se permite la doble circulación



Altura libre restringida
SR-15
Indica la altura libre de un paso inferior u otra estructura



Anchura libre restringida
SR-16
Indica que las dimensiones de alguna estructura no permiten el paso simultáneo de dos vehículos



Peso restringido
SR-17
Indica el peso permitido en puentes o algunos otros lugares del camino



Prohibido rebasar
SR-18
Indica los tramos en que no se permite rebasar



Parada prohibida
SR-19
Indica los lugares donde es prohibido el ascenso y descenso de pasajeros



No parar
Indica en aquellos lugares donde no se permite el estacionamiento ni la detención momentánea de vehículos sobre la superficie del camino





Estacionamiento permitido
SR-21
Indica los sitios donde es permitido el estacionamiento



Prohibido estacionarse
SR-22
Indica los sitios donde está prohibido el estacionamiento de vehículos



Prohibida vuelta a la derecha
SR-23
Indica que no se permite la vuelta derecha



Prohibida la vuelta a la izquierda
SR-24
Indica que no se permite la vuelta izquierda



Prohibido el retorno
SR-25
Indica que la vuelta en "U" no se permite por representar un riesgo mayor o causar inconvenientes al tránsito de vehículos



Prohibido seguir de frente
SR-26
Indica que en una calle o carretera no se permite el tránsito de frente



Prohibido el paso de bicicletas, vehículos pesados y motocicletas
SR-27
Se prohíbe la circulación de dichos vehículos en determinados tramos de la carretera o calle



Prohibido el paso de vehículos de tracción animal
SR-28
Se prohíbe la circulación de dichos vehículos sobre la carretera



Prohibido el paso de maquinaria pesada
SR-29
Se prohíbe la circulación de dicha maquinaria sobre la carretera



Prohibido el paso a bicicletas
SR-30
Se prohíbe la circulación de este tipo de vehículos



Prohibido el paso a peatones
SR-31
Indica que el paso o cruce de peatones es peligroso y éstos tengan otro lugar por donde transitar o cruzar



Prohibido el paso a vehículos pesados
SR-32
Indica que no se permite el paso de vehículos pesados



SEÑALES INFORMATIVAS (SI): Las señales informativas son tableros fijados en postes con leyendas, escudos y flechas que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarle sobre el nombre y ubicación de las poblaciones, lugares de interés, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. Son señales bajas o elevadas que se fijan en postes, marcos y otras estructuras.

a) Señales Informativas de Identificación: Son señales bajas que pueden ser de Nomenclatura cuando se usan para identificar las vialidades según su nombre, de Ruta cuando se usan para identificar carreteras y autopistas según su tipo y número de ruta y de kilometraje cuando se usan para ubicar al usuario dentro de la carretera o autopista.



Colocación de señales de nomenclatura complementadas con flechas en sentido de la circulación.

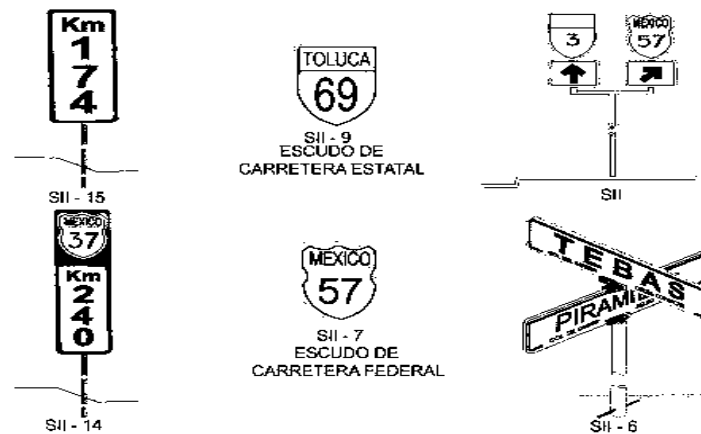
b) Señales de nomenclatura: Las señales de nomenclatura se deben fijar en postes colocados sobre la banqueta en el lugar más visible de las esquinas de las vialidades.

c) Señales de Ruta: En zonas urbanas por donde cruza la carretera las señales de ruta se deben colocar a intervalos deseables de doscientos (200) metros 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.

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

kilometraje 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 y autopistas, para cada sentido de circulación las señales de kilometraje con escudo deben estar a cada cinco (5) kilómetros y los tableros con escudo a cada kilómetro.



Señales Informativas de Destino (SID): Se usan para informar al usuario sobre el nombre y ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido. 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:** Indican la ubicación de los puntos de decisión, 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 doscientos (200) metros 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 quinientos (500) a mil (1000) metros del retorno o intersección, indicando el carril para cada destino.

Las señales 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.

- **DESICIVAS:** 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.



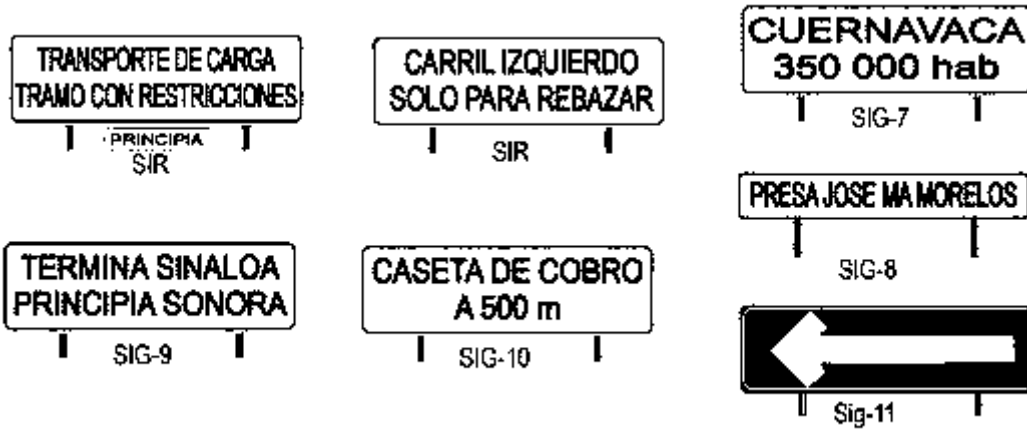
Señal informativa de destino diagramática.

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.

El color de fondo de las señales informativas de recomendación debe ser blanco reflejante, con los caracteres y filetes en color negro.

Señales de información general (SIG): Son señales bajas que se utilizan 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 otros.

El color del fondo de las señales de información general debe ser blanco reflejante, con los caracteres y filetes en color negro.



SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO TURÍSTICO O DE SERVICIOS (SIT O SIS): Son tableros con pictogramas o leyendas que tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos estas señales podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero.

El color de fondo de las señales debe ser azul reflejante con pictogramas, caracteres y filetes de color blanco reflejante, y en las señales "AUXILIO TURÍSTICO" y "MÉDICO" la cruz debe ser en color rojo reflejante.



SIS-1 Aeropuerto



SIS-2 Albergue



SIS-3 Área Recreativa



SIS-4 Auxilio Turístico





SIS-5

Campamento



SIS-6 Chalana



SIS-7

Depósito de basura



SIS-8 Estacionamiento



SIS-9 Estacionamiento para casas rodantes



SIS-11 Gasolinera



SIS-13 Hotel



SIS-15 Metro



SIS-16 Mecánico



SIS-19 Parada de Autobús



SIS-17 Médico





SIS-18 Muelle



SIS-22 Restaurante



SIS-23 Sanitarios



SIS-24 Taxi



SIS-25 Teleférico

SIS-26



Teléfono



SIT-1 Acueducto



SIT-2 Artesanías



SIT-3 Balneario



SIT-4 Cascada



SIT-5 Gruta



SIT-6 Lago-Laguna





SIT-7 Monumento Colonial



SIT-8 Parque Nacional



SIT-9 Playa



SIT-10 Zona Arqueológica



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

Este tipo de señalamiento auxilia al conductor a determinar las zonas de interés en su trayecto, también proporcionan información sobre la cultura y los lugares de mayor importancia en el Estado, teniendo así acceso a los atractivos turísticos.

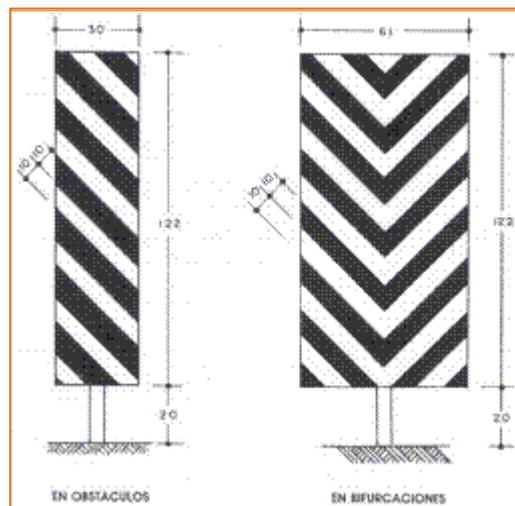




Además, pueden ir junto con las señales informativas de destino, ayudando así al conductor a conocer todos los servicios que las localidades y comunidades ofrecen, dando así una información confiable.

SEÑALES DIVERSAS (OD): Las señales diversas son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las vialidades. Según su función se clasifican como: Indicadores de Obstáculos, Indicadores de Alineamiento, Reglas y Tubos Guía para Vados, e Indicadores de Curvas Peligrosas.

- **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 treinta (30) centímetros y/o la existencia de una bifurcación. El color del fondo de los indicadores de obstáculos debe ser negro y el color de las franjas debe ser blanco reflejante.



- **Indicadores de Alineamiento:** Los indicadores de alineamiento son señales bajas que se utilizan que delimitan la orilla de una carretera o autopista, en cambios del alineamiento horizontal, para marcar estrechamientos de la corona y para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas. Los indicadores de alineamiento son postes que sobresalen setenta y cinco (75) centímetros 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, metálicos o de PVC, a criterio del proyectista.



- **Reglas y tubos guía para vados:** 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 en ellos. Los tubos guía son tubos metálicos que sobresalen un (1) metro respecto al nivel de la superficie de rodamiento, a los que se les adosa en el lado de aproximación del tránsito, una regla también metálica graduada cada veinticinco (25) centímetros.
- **Indicadores de curvas peligrosas:** Son señales bajas que se utilizan para indicar mediante puntas de flecha, los cambios de alineamiento horizontal de la vialidad, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los usuarios en las curvas peligrosas.



DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRA:

Los dispositivos de canalización para protección en obras, son el conjunto de elementos que se colocan provisionalmente donde se realicen trabajos de construcción o conservación, con el objeto de encauzar el tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en obra e indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección en una vialidad ocasionados por dichos trabajos.

Las señales para protección en obras pueden ser barreras, conos, tambos, dispositivos luminosos y señales manuales.

Barreras levadizas: Las barreras levadizas son tableros articulados que se utilizan para dar paso exclusivamente a determinados vehículos o personas en zonas restringidas de obra. El color del fondo de las barreras es negro y el color de las franjas será naranja reflejante.

Barreras fijas: son elementos modulares huecos que pueden ser llenados con agua, arena o concreto hidráulico, fabricados de materiales flexibles, ligeros y resistentes al impacto, que se colocan para impedir el paso de vehículos o peatones en zonas restringidas de obra y proteger a los usuarios, al personal de obra, a la maquinaria o a la obra en sí.



Conos: Son dispositivos de forma cónica con una base generalmente cuadrada, que se colocan a nivel del suelo para delimitar las zonas de trabajo y encauzar al tránsito hacia el carril adecuado. Están hechos de un material semirígido resistente a la intemperie y al impacto, de tal manera que no se deterioren ni causen daños a los vehículos.



Los conos serán de color naranja que cumpla con la normativa de SCT, pudiendo llevar o no una franja de color blanco reflejante de diez (10) centímetros de ancho colocada horizontalmente alrededor del cono a cinco (5) centímetros del extremo superior.

Espaciamiento longitudinal de los conos y tambos en encauzamientos.

Velocidad de operación (V) Km/h	$V < 40$	$40 \leq V < 60$	$60 \leq V < 90$	$V \geq 90$
Espaciamiento (m)	5	10	15	20



Tambos: Son dispositivos de forma cilíndrica, que se colocan a nivel del suelo para delimitar las zonas de trabajo y encauzar al tránsito hacia el carril adecuado. Están hechos de material semirígido resistente a la intemperie y al impacto, de tal manera que no se deterioren ni causen daños a los vehículos. Los tambos tendrán una altura mínima de noventa (90) centímetros con un diámetro mínimo de cuarenta y cinco (45) centímetros. Y se colocan de la misma forma que los conos.





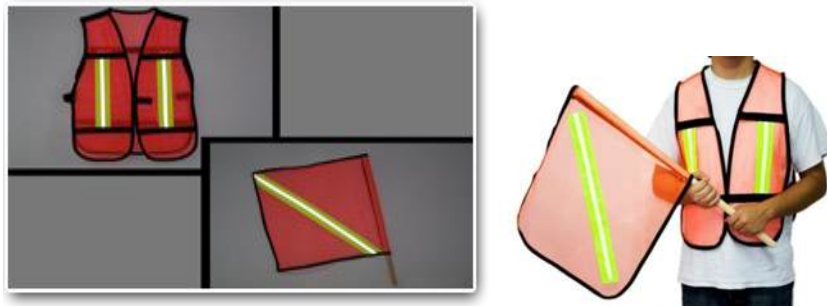
Dispositivos luminosos: Son fuentes de luz que se utilizan durante la noche o cuando la claridad y la distancia disminuyen la visibilidad y es necesario llamar la atención e indicar la existencia de obstrucciones o peligros. Pueden ser linternas, lámparas de destello o luces eléctricas.

- **LINTERNAS:** Son dispositivos de flama cautiva, que se utilizan como complemento de otros dispositivos de canalización, para delinear o destacar las obstrucciones peligrosas.
- **LÁMPARAS DE DESTELLO:** Son elementos portátiles con luz intermitente de color ámbar que emiten destellos de corta duración. Sirven para prevenir al usuario de la existencia de un peligro, colocándolas antes de éste.



- **LUCES ELÉCTRICAS:** Son lámparas que emiten un haz luminoso de alta o baja intensidad. Sirven para iluminar la zona o tramo que se encuentra en reparación o construcción y se colocarán de tal manera que no deslumbren al conductor.
- **SEÑALES MANUALES:** Están formadas por banderas de tela de 60 x 60 centímetros las cuales son sujetadas por una persona capacitada y con el equipo adecuado, conocido como banderero. El color de la bandera será rojo reflejante. El

banderero utilizará un chaleco color rojo reflejante el cual tendrá franjas de color blanco reflejante para mejor visibilidad nocturna.



DIMENSIONES DE LOS TABLEROS DE LAS SEÑALES.

Las estructuras de soporte para señales verticales son generalmente postes, marcos y armaduras, entre otras, diseñados con la finalidad de soportar los tableros y demás elementos que pudieran tener dichas señales.

Según su estructura de soporte, las señales verticales se clasifican como se muestra en la siguiente tabla:

Tipos de señales
Bajas: <ul style="list-style-type: none">• En poste• En dos postes
Elevadas: <ul style="list-style-type: none">• Bandera• Bandera doble• Puente

Clasificación del señalamiento vertical según su estructura de soporte.



	ZONA RURAL	ZONA URBANA
SEÑALES BAJAS		
SEÑALES ELEVADAS		

SEÑALES PREVENTIVAS: Los tableros de las señales preventivas deben ser cuadrados, con caja perimetral doblada de dos coma cinco (2,5) centímetros, con una diagonal en posición vertical y con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de cuatro (4) centímetros, quedando un filete de un (1) centímetro de ancho con radio interior para su curvatura de dos (2) centímetros.

Los tableros de las señales preventivas, deben tener las dimensiones de la siguiente tabla:

Dimensiones de la señal (cm)	Uso
71 x 71	En carreteras con ancho de corona menor de 9 m, calles y avenidas principales.
86 x 86	En carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m, vías rápidas y carreteras en cuatro carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido en ambos lados.
117 x 117	En carreteras de cuatro o más carriles, con o sin separador central y carreteras con accesos controlados.

Dimensiones del tablero de las señales preventivas.

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 dos coma cinco (2,5) centímetros, 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.

Los tableros adicionales que pueden complementar a las señales preventivas deben tener las siguientes dimensiones indicadas en la siguiente tabla:

Dimensiones de la señal	Dimensiones del tablero adicional	
	1 renglón	2 renglones
71 x 71	30 x 100	50 x 100
86 x 86	35 x 122	61 x 122
117 x 117	35 x 152	61 x 152

Dimensiones del tablero adicional de las señales preventivas.

UBICACIÓN: 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



a lo indicado en la siguiente tabla. Esta distancia puede variar a juicio del proyectista en situaciones especiales para lograr las mejores condiciones de visibilidad.

Velocidad (Km/h)	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia (m)	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

Ubicación longitudinal de las señales preventivas.

SEÑALES RESTRICTIVAS: La forma de los tableros según su uso deben ser cuadrados con dos de sus lados en posición horizontal y las esquinas redondeadas, exceptuando los de las señales de “ALTO”, “CEDA EL PASO” y “SENTIDO DE CIRCULACIÓN”. El radio para redondear las esquinas debe ser de cuatro (4) centímetros, quedando un filete de un (1) centímetro de ancho con radio interior para su curvatura de dos (2) centímetros.

El tablero de la señal de “ALTO” debe ser de forma octagonal, con dos de sus lados en posición horizontal, con las esquinas son redondear y con un filete de un (1) centímetro de ancho a un (1) centímetro 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 de las esquinas debe ser de cinco (5) centímetros, con un contorno de seis (6) centímetros.

El tablero de la señal de “SENTIDO DE CIRCULACIÓN” debe ser rectangular, con su mayor dimensión horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio de las esquinas debe ser de dos (2) centímetros y no lleva filete.



Dimensiones de la señal (cm)	Uso
71 x 71	En carreteras de ancho de corona menor de 9 m, calles y avenidas principales.
86 x 86	En carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m, vías rápidas y carreteras de cuatro carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido en ambos lados.
117 x 117	En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central y carreteras con accesos controlados.
Alto 30 por lado	En todos los casos.
Ceda el paso 85 por lado	En todos los casos.
Sentido de circulación 20 x 61	En zona urbana.
Sentido de circulación 30 x 91	En zona rural.

Dimensiones de tablero de las señales restrictivas.

TABLEROS ADICIONALES: los tableros adicionales que pueden complementar las señales restrictivas, deben tener las dimensiones indicadas en la siguiente tabla:

Dimensiones de la señal	Dimensiones del tablero adicional	
	1 renglón	2 renglones
71 x 71	30 x 71	50 x 71
86 x 86	35 x 86	61 x 86
117 x 117	35 x 117	61 x 117

Dimensiones del tablero adicional de las señales restrictivas.

UBICACIÓN: Las señales restrictivas se deben colocar en el mismo lugar donde existe la prohibición o restricción, eliminando cualquier objeto que pudiera obstruir su visibilidad.

SEÑALES INFORMATIVAS: La forma de los tableros, según su uso, debe ser como se indica continuación:

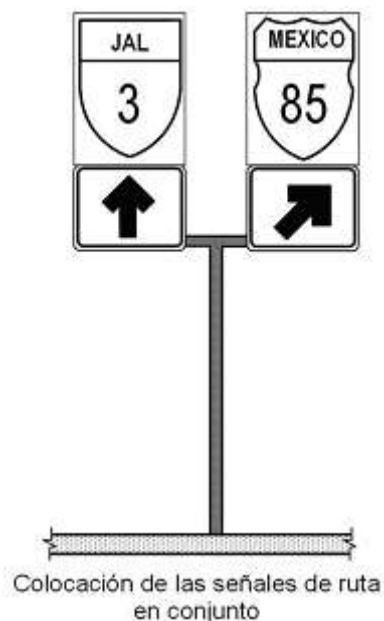
TABLEROS DE LAS SEÑALES DE NOMENCLATURA: deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición horizontal, sin ceja, con las esquinas redondeadas y tener la leyenda en ambas caras. El radio para redondear las

esquinas debe ser de cuatro (4) centímetros, quedando el filete de un (1) centímetro con radio interior para su curvatura de dos (2) centímetros. En filete se debe suspender en su parte inferior cuando la señal lleve alguna información complementaria, como colonia, delegación o código postal.

UBICACIÓN: se deben fijar en postes colocados sobre la banqueta en el lugar más visible de las esquinas de las vialidades, usando soportes especiales que permitan la legibilidad de ambas caras de los tableros.

TABLEROS DE LAS SEÑALES DE RUTA: Estos deben tener forma de escudo, sin ceja y con un margen de un (1) centímetro 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.

Los escudos pueden estar complementados con flechas de las formas y dimensiones establecidas en los incisos SII-11 y 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.



UBICACIÓN: en zonas urbanas por donde cruza la carretera, se deben colocar a intervalos deseables de doscientos (200) metros, 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.

TABLEROS DE LAS SEÑALES DE KILOMETRAJE: Deben ser rectangulares con su mayor dimensión en posición vertical, sin ceja con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas debe ser de cuatro (4) centímetros, quedando el contorno de dos (2) centímetros de ancho con radio interior para su curvatura de dos (2) centímetros.

UBICACIÓN: En carreteras de dos carriles, las señales de kilometraje con escudo deben ser colocadas a cada cinco (5) kilómetros 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 la circulación que corresponda al lado en que se coloquen.

SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO: El tamaño de los tableros de las señales informativas de destino se debe determinar en función de su tipo, como se indica a continuación:

- **Tableros de las señales bajas:** la altura de los tableros de las señales informativas de destino se debe determinar conforme a la siguiente tabla. 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.

En las señales de destino diagramáticas bajas, el tamaño de los tableros que se coloquen a un lado de la vialidad, deben ser de dos coma cuarenta y cuatro (2,44) metros de alto por tres coma sesenta y seis (3,66) metros de base.

Altura del tablero por renglón (cm)	Uso.
30	En calles.
40	En carreteras con un ancho de corona menor de 9 m y en avenidas secundarias.
56	En carreteras con ancho de corona mayor o igual a 9 m y avenidas principales.

Altura del tablero de las señales informativas de destino bajas.

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

Número de renglones.	Altura del tablero (cm).	Uso.
1	61	En avenidas principales y vías rápidas.
1	91	
2	122	
1	76	En carreteras de dos carriles.
2	122	
1	76	En carreteras de dos o más carriles y en carreteras con accesos controlados.
1	122	
2	152	

Altura del tablero de las señales informativas de destino elevadas.

UBICACIÓN DE LAS SEÑALES PREVIAS: se deben colocar antes de la intersección a una distancia que dependerá de las condiciones geométricas y topográficas de las vialidades que se intersectan, así como las velocidades de operación y de la presencia de otras señales con las que no debe interferir; sin embargo en carreteras y autopistas, las señales no deben estar a menos de ciento veinticinco (125) metros de la intersección o de doscientos (200) metros cuando sean elevadas en puente.

UBICACIÓN DE LAS 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 doscientos (200) metros antes del retorno o la intersección.

UBICACIÓN DE LAS SEÑALES DECISIVAS: se deben colocar en el sitio de la intersección, donde el usuario debe 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.

UBICACIÓN DE LAS SEÑALES CONFIRMATIVAS: estas señales se deben colocar después de una intersección 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 cien (100) metros.

SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN: Los tableros de las señales informativas de recomendación deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada en dos coma cinco (2,5) centímetros, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El radio de ser de cuatro (4) centímetros, quedando el filete de un (1) centímetro de ancho, con radio interior para su curvatura de dos (2) centímetros.

Las señales informativas de recomendación que requieran información complementaria, deben tener abajo un tablero de forma rectangular, con ceja perimetral doblada de dos coma cinco (2,5) centímetros, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. El tablero adicional puede tener, entre otras, la leyenda “PRINCIPIA”, “TERMINA”, o la longitud en que se presenta la situación que se señala.

La altura de los tableros de las señales informativas de recomendación se indican en la siguiente tabla:

Número de renglones	Altura del tablero de la señal (cm)	Altura del tablero adicional (cm)	Uso
1 2	30 56	30	En calles y avenidas principales
1 2	40 71	40	En bulevares, vías rápidas urbanas y carreteras de ancho de corona menor de 9 m
1 2	56 86	56	En carreteras con ancho de corona mayor o igual a 9 m, de cuatro o más carriles y carreteras con accesos controlados

Altura del tablero de las señales informativas de recomendación e informativas en general.

UBICACIÓN: Estas señales se deben colocar en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la recomendación que se trate. En ningún caso debe interferir con cualesquiera de los otros tipos de señales, y de preferencia se deben colocar en tramos donde no existan aquellas. No hay límite sobre las disposiciones o recomendaciones al usuario, sin embargo, se debe restringir el número de señales y evitar la diversidad de dimensiones.

SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL: Los tableros de estas señales deben ser rectangulares, con ceja perimetral doblada en dos coma cinco (2,5) centímetros, con su mayor dimensión en posición horizontal y con las esquinas redondeadas. La altura de los tableros de las señales se debe ajustar a lo correspondiente a la tabla anterior (¿tabla?). La longitud del tablero se debe definir en función del número de letras que contenga la leyenda.

UBICACIÓN: Las señales de información general se deben ubicar en la medida de lo posible, en el punto a que se refiera la información de la leyenda, o al principio del sitio que se desea anunciar. Se deben colocar señales previas, preferentemente a quinientos (500) y doscientos cincuenta (250) metros del lugar.

Las señales informativas se deben fijar en postes, marcos u otras estructuras, según se trate de señales bajas o elevadas.

DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRA:

Barreras levadizas: Los tableros de las barreras levadizas son un trapecio con base menor de quince (15) centímetros y la mayor de treinta (30) centímetros y la altura suficiente para que cuando se coloque horizontalmente cubra el ancho total del carril que se quiera cerrar al tránsito

UBICACIÓN: las barreras se colocan a la entrada de una zona restringida, perpendiculares al sentido del tránsito, de tal manera que el punto mas alto de su base mayor quede a un (1) metro del suelo.

Barreras fijas: las barreras fijas deben ser del tipo *New Jersey*, "F" o algún otro diseño aprobado por la Secretaría. Cada módulo tendrá como mínimo, cincuenta (50) centímetros de base por setenta y cinco (75) centímetros de



altura y un (1) metro de largo. Los módulos deben unirse entre sí para formar elementos más largos de acuerdo a las necesidades de la obra.

UBICACIÓN: Se pueden colocar aislados o en serie, en los límites o dentro de la zona de obra, con el objeto de prevenir y proteger al usuario a los peatones cuando exista un cierre o estrechamiento próximo de la calle o carreta. Así mismo se pueden colocar perpendiculares, diagonales o paralelas al sentido del tránsito de acuerdo con las necesidades de su uso.



Conos: como mínimo las dimensiones de los conos pueden ser de setenta y cinco (75) centímetros de altura con base de cuarenta por cuarenta (40 x 40) centímetros.

UBICACIÓN: Los conos se deben colocar en serie, la definición de su número y ubicación depende del tipo de vía y de la obra que se este realizando.

Tambos: los tambos tendrán una altura mínima de noventa (90) centímetros con un diámetro mínimo de cuarenta y cinco centímetros.

UBICACIÓN: los tambos se colocarán de la misma forma que los conos.



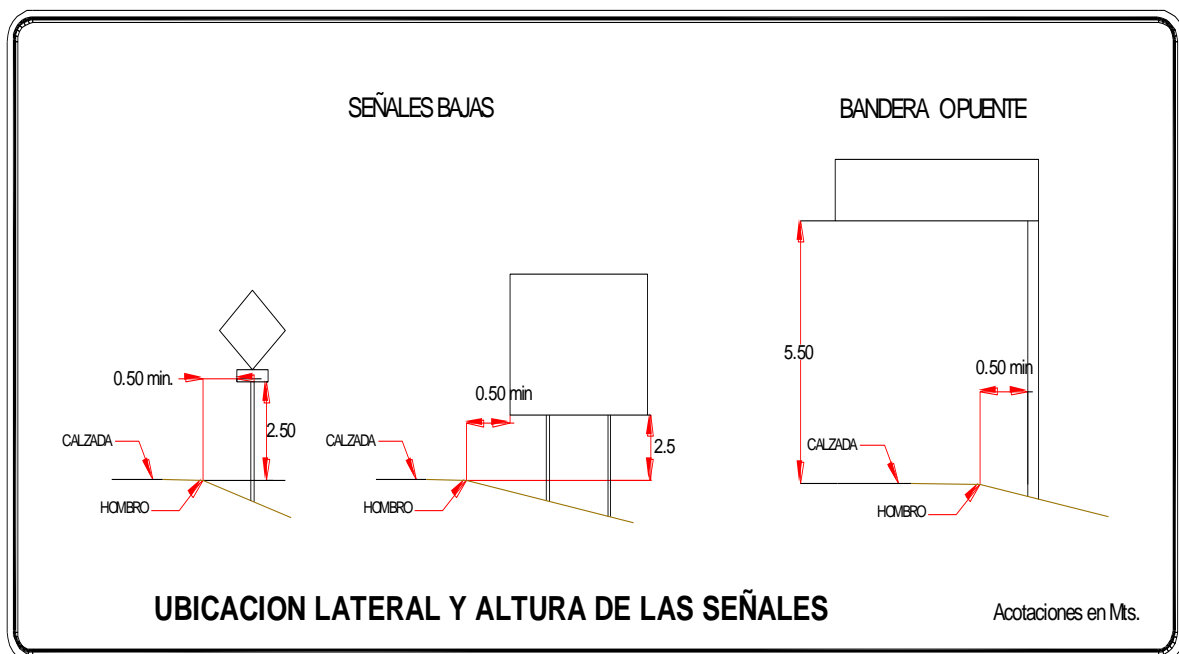
SEÑALAMIENTO DEL CAMINO.

Para el proyecto del señalamiento vertical y horizontal se realizó en base al Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, así como en la Normativa para la Infraestructura del Transporte vigentes, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Las señales que propuestas en el proyecto de señalamiento horizontal son raya blanca continua de 15 cm de ancho complementada con vialeta a cada 30 metros con reflejante blanco en cara al tránsito. Raya amarilla continua de 15 cm de ancho complementada con vialeta de 10x10x2 cm a cada 30 metros con reflejante amarillo en ambas caras.

En el señalamiento vertical tenemos señales preventivas principalmente de curvas, señales restrictivas de límite máximo de velocidad, señales informativas de destino. La ubicación lateral y la altura de las de las señales bajas y de bandera o puente son aproximadas:

120



CAPITULO V

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



CAPITULO V

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

TERRACERIAS.

Los cortes y terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico.

No se realizara despalme ya que el camino se desarrolla sobre una brecha existente la cual tiene un revestimiento con calidad de subrasante de 20cm., de espesor promedio de acuerdo a los trabajos de laboratorio de campo.

Se recomienda separar este material cuando sea necesario abrir caja de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico, para su posterior utilización.

Se compactara el piso descubierto al 90% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) determinado por la prueba AASHTO estándar, en un espesor de 20cm.

En donde se requiera la construcción de terraplenes, se recomienda hacerlo por capas no mayores de 30cm compactados al 90% del peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) determinado por la prueba AASHTO estándar.

Sobre el terreno natural descubierto y compactado, se construirá una la capa subrasante de 25cm de espesor compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) determinado por la prueba AASHTO estándar. Para esta capa se utilizara material de banco a tamaño máximo de 3" (76.2mm).



PAVIMENTO.

Base Hidráulica.

Sobre la capa subrasante compactada, construir una base hidráulica de 20cm compactos al 100% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) determinado por la prueba AASHTO modificada, con material de banco a tamaño máximo de 11/2" (38.1mm).

123

Riego de impregnación.

Una vez logrado el grado de compactación de proyecto de la base hidráulica y estando seca, se barrera para retirarle la basura, polvo y las partículas sueltas que pueda haber, se deberá proteger de la pérdida de humedad y de la permeabilidad de la superficie; para lo cual se dará un riego de impregnación con emulsión tipo rompimiento medio debidamente diseñada en la proporción de 1.5 litros por metro cuadrado, protegiendo el riego de impregnación con un poreo de arena gruesa a razón de 5 litros por metro cuadrado.

Carpeta asfáltica.

Sobre la base asfáltica, previo barrida la superficie de rodamiento, se aplicara un riego de liga con emulsión asfáltica tipo rompimiento rápido debidamente diseñada a razón de 0.5 litros por metro cuadrado, para que sobre este se construya una carpeta de concreto asfáltico de un espesor de 5cm compactados al 95% de su peso volumétrico Marshall.

En la superficie de rodamiento construida, es conveniente que se contemplen los recursos para la aplicación de un riego de sello con emulsión asfáltica catiónica de rompimiento rápido y material pétreo tipo 3-E, en una proporción de 1.5 litros por metro cuadrado y 10 litros por metro cuadrado respectivamente.



CONCLUSIONES.



CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- 1.- La utilización de la estación total en el levantamiento topográfico proporciona mayor precisión y reducción de tiempo, almacena datos recabados en campo, y reduce en gran medida los errores en las mediciones con equipo mecánico.
- 2.- El equipo electrónico es de gran ayuda debido a que al momento de bajar los datos a la computadora podemos seleccionar los puntos de acuerdo a los códigos fijados en el levantamiento, y que serán utilizados para realizar las triangulaciones, y evitar tener errores de altura tomados en campo debido a árboles, rocas que estén por encima del nivel del terreno natural, cercas colindantes, etc., para obtener una mejor precisión de las curvas de nivel del terreno.
- 3.- La utilización de herramientas como el software CivilCad proporcionan rapidez para realizar las operaciones de proyecto geométrico, como son los trazos de las curvas horizontales y verticales; debido a la versatilidad del programa reduce el tiempo de proyecto y cálculo.
- 4.- Es importante que el trazo de los caminos de penetración para desarrollo de las comunidades se realice sobre la brecha existente, para evitar afectaciones a los predios aledaños, efectuando sólo las modificaciones que sean necesarias para cumplir con la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- 5.- Cuando la brecha existente sea muy accidentada y con pendientes fuertes es obligación del ingeniero civil, prevenir a las comunidades del peligro que representa no mejorar el trazo lo cual puede provocar accidentes.



ANEXOS



ANEXOS

127



Vista hacia San Antonio Villalongin, se observa el inicio del camino en el lado izquierdo.



Vista general del camino hacia puente de tierra, se observa el estrechamiento de la terracería por la obra de drenaje.



Inicio de los trabajos de topografía en el camino con equipo electrónico (estación total).



BIBLIOGRAFÍA.



BIBLIOGRAFÍA.

❖ INSTRUCTIVO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CARRETERAS.
UNAM.

❖ ESTRUCTURACIÓN DE LAS VÍAS TERRESTRES.
FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE.
EDITORIAL CECSA, 2da EDICIÓN, MÉXICO 1999.

❖ MANUAL DE SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE CALLES Y CARRETERAS:

N-PRY-CAR-10-01-002/05.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-01-003/99.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALES PREVENTIVAS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-01-004/99.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALES RESTRICTIVAS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-01-005/99.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALES INFORMATIVAS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-01-006/99.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALES TURÍSTICAS Y DE SERVICIOS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.



N-PRY-CAR-10-01-007/99.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
DISEÑO DE SEÑALES DIVERSAS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-03-003/01.SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA
PROTECCIÓN EN OBRAS.
DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN EN OBRAS.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-03-003/01.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

N-PRY-CAR-10-03-004/01.PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE SEÑALAMIENTO.
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

- ❖ PROYECTO EJECUTIVO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SANTA RITA – ROSA DE CASTILLA, DEL MUNICIPIO DE COPANDARO DE GALEANA.
PRESENTADA POR EL ING. OSCAR HUGO ONTIVEROS MARTÍNEZ.
- ❖ MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS DE LA SCT.
- ❖ MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE SERVICIOS TECNICOS DE LA SCT.
- ❖ NORMATIVIDAD DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE LA SCT.
- ❖ <http://normas.imt.mx/>

