



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

**“USO DE LA TOPOGRAFÍA DIGITAL PARA LA
ELABORACIÓN DE PROYECTO GEOMÉTRICO DEL
CAMINO FRANCISCO SERRATO – SAN BARTOLO
TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 4+000”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
ANGEL MIGUEL PÉREZ MORENO

ASESOR:
**Maestro en Infraestructura del Transporte en la Rama de
las Vías Terrestres LUIS MANUEL PÉREZ ALCALÁ**

Morelia, Michoacán.

Agosto 2015.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser guía y darme la oportunidad de cumplir metas.

A mis padres (Miguel Pérez García y Sandra Lilian Moreno Ramos), por brindarme su apoyo y ayuda incondicional.

A mis hermanos, por su colaboración y compañía en todos estos años

A mis amigos y compañeros de grupo por hacer este tiempo de estudio más corto y divertido.

A mi asesor, por su paciencia, ayuda y aportes en la realización del trabajo.

A todos los profesores que formaron parte de la carrera por ofrecer sus conocimientos para mejorar profesionalmente

Al CECTI por el apoyo brindado para la elaboración de este trabajo.

Contenido

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	7
PALABRAS CLAVE	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES HISTÓRICOS	10
1. LOS PRIMEROS CAMINOS.....	11
2. LAS CALZADAS ROMANAS.....	12
2.1. Orígenes de la red de calzadas romana.....	13
2.2. La técnica de construcción de calzadas.....	14
2.3. El ocaso del imperio.....	15
2.4. EL PERIODO MEDIEVAL.....	16
2.5. LOS ORÍGENES DE LA INGENIERÍA DE CARRETERAS	17
2.6. Gran Bretaña	17
2.7. Francia	18
2.8. Estados Unidos.....	20
2.9. México.....	21
2.10. Las carreteras actuales.....	23
2.11. Organismos e Instituciones.....	25
3. TOPOGRAFÍA.....	26
3.1 HISTORIA DE LA TOPOGRAFÍA	26
3.2. CRONOLOGÍA DE LOS INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA	30
1. Cuerda.....	30
2. Gnomon	30
3. Cadena	30
4. Jalones	30
5. Groma	31
6. Libra aquaria.....	31
7. Dioptra.....	31
8. Decempeda o Pértica.....	31
9. Corobate	32
10. Lámpara	32
11. Brújula	32

12. Wincha	32
13. Nivel Tubular.....	32
14. Mira.....	33
15. Anteojo.....	33
16. Micrómetro.....	33
17. Telemetro	33
18. Teodolito	34
19. Estación Total.....	34
20. GPS.....	34
4. GENERALIDADES DEL SITIO	35
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE MICHOACÁN	35
4.2. ZITÁCUARO	36
5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	38
5.1 TIPOS DE LEVANTAMIENTOS	38
5.1.1 Topográficos.....	38
5.1.2 Geodésicos.....	39
5.2. MEDICIONES	39
5.3. TOMA DE DATOS	40
5.4. EQUIPO UTILIZADO PARA EL PROYECTO.....	40
5.5. USO DE LA ESTACIÓN TOTAL.....	42
5.5.1 Montaje de la Estación Total	42
5.5.2. Selección y marcado del punto de control Topográfico.....	43
5.5.3. Montaje, centrado nivelado del instrumento	43
5.6. Selección del archivo de trabajo	51
5.7. Poner coordenadas.....	54
5.8. Descarga y procesado de datos.....	56
5.9. Plano topográfico.....	62
6. PROYECTO GEOMÉTRICO	63
6.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS	63
6.1.1. Definición de términos	63
6.2. CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS	67
6.2.1. Clasificación	67
6.2.2. Características.....	67

6.3.	DISTANCIAS DE VISIBILIDAD.....	68
6.3.1.	Distancia de visibilidad de parada.....	68
6.3.2.	Distancia de visibilidad de rebase.....	68
6.4.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	69
6.4.1.	Tangentes	69
6.4.2.	Curvas circulares.....	69
6.5.	Visibilidad	71
6.6.	Alineamiento Horizontal de Proyecto	72
6.7.	Planta del proyecto	74
6.8.	ALINEAMIENTO VERTICAL	75
6.8.1.	Tangentes	75
6.8.2.	Visibilidad.....	76
6.9.	Curvas verticales.....	77
6.10.	Alineamiento Vertical de Proyecto.....	78
6.11.	Perfil del Proyecto	79
	79
6.12.	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	81
6.12.1.	Corona	81
6.12.2.	Calzada.....	82
6.12.3.	Acotamientos	83
6.12.4.	Pendiente transversal	83
6.12.5.	Faja separadora central.....	85
6.12.6.	Cunetas	85
6.12.7.	Contracunetas	86
6.12.8.	Secciones Transversales de Proyecto.....	86
6.13.	Secciones de Proyecto	86
7.	PROYECTO DE SEÑALAMIENTO	88
7.1	SEÑALAMIENTO VERTICAL.....	88
7.1.1	Señales Preventivas (SP).....	88
7.2.	Señales Restrictivas (SR).....	93
7.3.	Señales Informativas (SI)	97
8.	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.....	125
8.1.	Marcas en el pavimento.....	126

8.2. Raya separadora de sentidos de circulación (M-1).....	126
8.3. Raya separadora de carriles (M-2).....	131
8.4. Raya en la orilla de calzada (M-3).....	132
8.5. Raya guía en zonas de transición (M-4).....	134
8.6. Rayas canalizadoras (M-5).....	134
8.7. Raya de alto (M-6).....	135
8.8. Rayas para cruce de peatones (M-7).....	137
8.9. Marcas para cruce de ferrocarril (M-8).....	138
.....	139
8.10. Rayas con espaciamiento logarítmico (M-9).....	139
.....	140
.....	140
.....	141
.....	141
8.11. Marcas para estacionamiento (M-10).....	142
.....	143
8.12. Símbolos para regular el uso de carriles (M-11).....	143
8.13. Marcas en guarniciones (M-12).....	144
8.14. Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento (M-13)	
.....	145
8.15. Vialitas y botones.....	146
9. NOM 034 – SCT – 2003.....	149
9.1. Señales Preventivas (SP).....	150
9.2. Señales Restrictivas (SR).....	151
9.3. Señales Informativas (SI).....	151
9.4. INDICADORES DE CURVA PELIGROSA (OD – 12).....	153
CONCLUSIÓN.....	154
BIBLIOGRAFÍA.....	154

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la elaboración de un proyecto de camino mediante la Topografía Digital que consta del uso de equipos electrónicos como la Estación Total, además apoyado de los programas AutoCAD y CivilCAD, lo que facilita el trabajo del proyectista, ya que este último sus resultados se basan en la Normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

El trabajo muestra y describe cada una de las etapas que se necesitan para el proyecto ejecutivo, que van desde el reconocimiento del lugar hasta la planeación en gabinete.

Para complementar el trabajo se elaboró un manual sintetizado de uso de la Estación Total Sokkia, así como un paso a paso para la interpretación de los datos tomados en campo.

ABSTRACT

The aim of this work was the development of a road project by Digital Topography consisting of the use of electronic equipment such as Total Station also supported the AutoCAD and CivilCAD programs, facilitating the work of the designer, since the latter their results are based on the Regulations of the Ministry of Communications and Transport (SCT).

The work lists and describes each of the steps needed for the final design, ranging from reconnaissance to planning in cabinet.

To complement the work of a synthesized using the Total Station Sokkia manual and a stepper for the interpretation of the data collected in the field was developed.

PALABRAS CLAVE

- TOPOGRAFÍA DIGITAL
- ESTACIÓN TOTAL
- PROYECTO GEOMÉTRICO
- MANUAL
- ZITÁCUARO

1

INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos inmemorables el hombre ha tenido que transportarse de un lugar a otro, debido a que este vio la necesidad de transportar productos, mover personas y llevar mensajes, debido a esta problemática, y para un más rápido y fácil movimiento entre comunidades se dio inicio a la implementación de vías de transporte por donde en un inicio solo se trasladaban personas y animales, pero ahora en nuestros tiempos se han creado vehículos capaces de moverse por combustión de materiales fósiles, los cuales hacen que el medio de transporte sea más rápido y eficiente. Pero para que los vehículos puedan moverse de forma tal que el único esfuerzo que se requiera por los usuarios sea el de moverse y manejar se han ido implementando vías de transporte capaces de hacer nuestro viaje muy seguro.

Con el tiempo estas vías se han tenido que modernizar adaptándose a los tiempos, ya que en nuestros días el principal medio de transporte es el automóvil, y este ha requerido la creación de caminos tales que resistan los esfuerzos que este ejerce sobre el suelo, con este fin se inició la aplicación de materiales como el concreto hidráulico y asfáltico, siendo este último el de mayor aplicación en la mayor parte de las vías rápidas de todo el mundo, esto debido a que tiene un menor costo de fabricación y no requiere juntas de dilatación, permitiendo así velocidades altas sin provocar sonoridad en los neumáticos del vehículo que ese transporte.

La presente tesis intenta ser un apoyo al estudiante y profesional de Ingeniería Civil en el área de vías terrestres, para ser más específico en el diseño de carreteras, ya que en las páginas siguientes se dará una explicación del cómo se hace el proyecto ejecutivo, sin olvidar claro que para poder iniciar con la construcción hay que conocer de la historia de las vías terrestres en México y en el mundo, para poder tener una idea de el por qué se construyen.

Teniendo ya en cuenta esto, iniciaremos dando un viaje por las primeras vías de transporte construidas en el mundo, llegando así a lo que ha sido el desarrollo de los caminos hasta la actualidad.

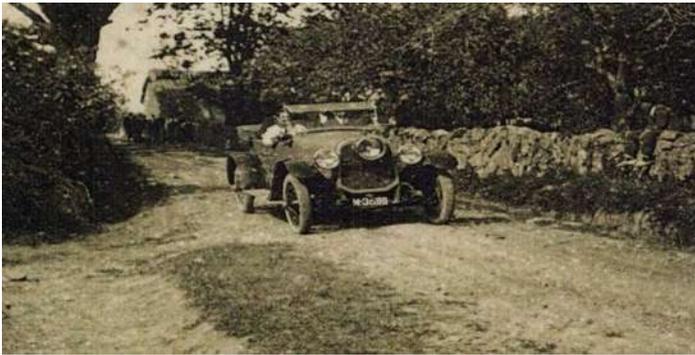
Pasando al tercer capítulo veremos la topografía, analizando su historia y la evolución de los equipos utilizados en campo.

En el capítulo siguiente se hablará de la macro y micro localización del lugar donde se ubica el camino del proyecto, obteniendo así algunos datos importantes de la zona.

El capítulo 5 trata del levantamiento topográfico, que es el trabajo que se vive en campo, este capítulo se complementa con un manual sintetizado de uso de Estación Total Sokkia, además de la descarga de datos en un archivo de texto y procesamiento de datos en AutoCAD y CivilCAD.

El siguiente capítulo empezamos a entrar en la normativa de Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la elaboración del proyecto geométrico, que consta del alineamiento horizontal el cual incluye el eje de proyecto y las curvas horizontales; el alineamiento vertical incluye el perfil del terreno natural y de proyecto, y las curvas verticales; y también las secciones de construcción que nos muestra los volúmenes de obra mediante cortes y terraplenes. Todo esto se hace mediante AutoCAD y CivilCAD ya que nos simplifican los cálculos laboriosos que se llevan a cabo para poder tener nuestro proyecto concluido.

En el último capítulo hablaremos sobre el Proyecto de Señalamiento el cual se realizó de acuerdo a los manuales de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) y a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.



2

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

“La historia de humanidad es la historia de los caminos y siempre éstos han cumplido análogas funciones en relación con el desarrollo y las tecnologías. Las civilizaciones y barbarie se sirven de los caminos, sin los cuales no se concibe su expansión. Rastro del paso del hombre fueron los primeros caminos; rastro de la historia son al fin y al cabo todos los caminos”, afirma el eminente filólogo e historiador español Ramón Menéndez Pidal

El ser humano muchas veces es definido como animal social, ya que necesita relacionarse con sus semejantes y con su entorno para poder desempeñar correctamente sus funciones. En este sentido, la existencia de rutas, sendas o caminos proporciona y facilita la creación de vínculos sociales y comerciales entre distintos grupos humanos, bien sean individuos, tribus, pueblos, ciudades o naciones.

Cabe a si mismo señalar la influencia que los caminos han tenido en la historia, así como recíprocamente el efecto que la historia ha tenido en la concepción y construcción de caminos. Algunos de los grandes imperios que han dominado al mundo antiguo entre los que destaca el Imperio Romano, basaban su proceso de expansión, conquista y posterior control en el intrincado entramado de vías y caminos.

Por todo ello, es necesario estudiar y comprender la evolución que éstos han tenido a lo largo de los siglos, ya que como dijo Bertrand Russell, “Una ciencia sin historia es como un hombre sin memoria”

1. LOS PRIMEROS CAMINOS

Desde la antigüedad, la construcción de vías de comunicación ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores. Entre los primeros constructores de carreteras se encuentran los mesopotámicos.

Uno de los inventos que sin duda revolucionó el mundo del transporte en la antigüedad fue la rueda, inventada probablemente por sumerios, acadios,... pueblos mesopotámicos que en los albores de la Historia, aproximadamente en el tercer milenio a.C., se vieron en la necesidad de comerciar gran cantidad de productos y de transportarlos; para llevar una contabilidad detallada de los productos comercializados surgió la escritura, y para su transporte surgió el carro con ruedas. Nació el concepto de giro sobre un eje, muy importante también a la hora de fabricar cerámica, por ejemplo a torno. Una pintura de un primitivo vehículo rodado hallado en Iraq, demuestra que hace 5.000 años ya era conocida y utilizada, aunque no estaba generalizada, o por lo menos no constata esa generalización el registro arqueológico.

Las primeras ruedas estaban talladas en una única pieza de madera, fabricándose las más grandes mediante la unión de planchas de madera formando crucetas. En algunos países como China y Turquía, las grandes ruedas se fabricaban a partir de un bloque macizo de piedra.

Todas estas ruedas primitivas eran pesadas, y necesitaban la propulsión de hombre o animales; asimismo, eran propensas a atascarse en terrenos blandos. Para aligerarlas, sus constructores vaciaron su sección, pasando de componerse de un anillo provisto de radios que convergían en el centro, donde eran atravesadas por un eje; de este modo, las ruedas fueron a la vez resistentes y ligeras. El uso que se dio a los primeros carros fue fundamentalmente para transporte de mercancías y fines bélicos.

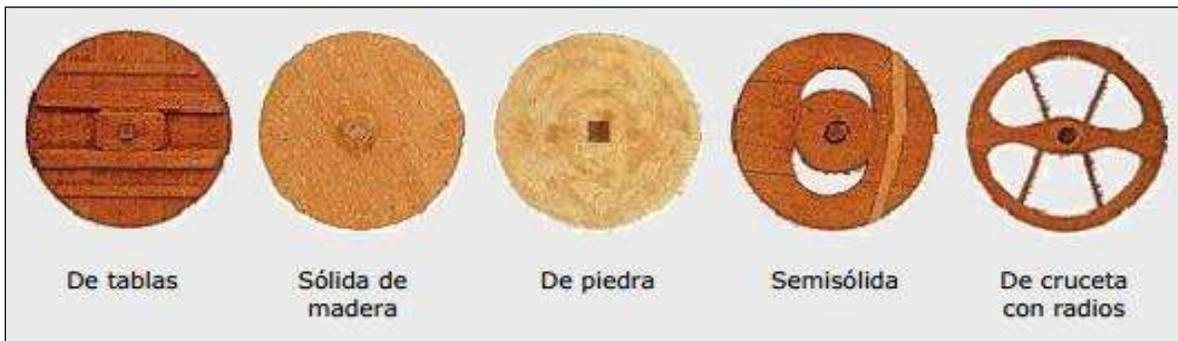


Fig. 2.1 – Diferentes tipos de rueda empleados en la antigüedad

En siglos posteriores tras la aparición de la rueda y a medida que se desarrollaban las grandes naciones, las necesidades militares primero y las comerciales después impulsaron la construcción de caminos carreteros. Aunque los caminos suelen estar diseñados principalmente para el paso de tráfico rodado, los Incas quienes nunca llegaron a descubrir la rueda, construyeron una avanzada red de carreteras que atravesaba los Andes, partiendo desde la actual Ecuador y recorrieron 3.680 km. hacia el sur, realizando incluso galerías excavadas en roca.

Sobre el tercer milenio a.C., las primeras civilizaciones de Egipto, Mesopotamia y del Valle del Indo desarrollaron caminos, primero para el uso de las bestias de carga y más tarde para el tránsito de vehículos rodados. Algunos eran de importancia similar a las actuales carreteras, como el construido en el Valle del Nilo por los egipcios, una verdadera carretera con firme artificial de 18 metros de anchura, utilizada para el transporte de los grandes bloques de piedra con que se construyeron las pirámides de los faraones Keops, Kefren y Mikerinos. Los escritos de Herodoto, historiador griego del siglo V a.C. dan constancia histórica de este aspecto.

Mientras que las carreteras egipcias tenían probablemente un carácter funerario, las mesopotámicas poseían un marcado carácter comercial. Desde el siglo VI a.C. los Persas comenzaron a unir caminos existentes para formar el “camino Real” desde Éfeso a Susa, que contaba con más de 2.500 km. de longitud. Por su parte, los chinos construyeron la Ruta de la Seda, la más larga del mundo y desarrollaron un sistema de sendas y caminos en torno al siglo XI a.C. en el siglo III a.C. la dinastía Chín estableció una amplia red de caminos por todo el país.

2. LAS CALZADAS ROMANAS

Es de todos conocidos que los más grandes constructores de caminos del mundo antiguo fueron los romanos, que construyeron una red de vías de comunicación muy eficiente y sin igual hasta los tiempos actuales. El desarrollo de la red de calzadas, que llegó a tener más de 80.000 km. de longitud, se produjo al mismo tiempo que su expansión territorial; su imperio se desarrolló partiendo de una ciudad – estado que fue invadiendo otros pequeños estados limítrofes, construyendo caminos que enlazaban las regiones ocupadas para consolidar sus conquistas. Así pues, es lógico deducir que la construcción de una sólida red de calzadas fue uno de los pilares de la colonización romana.

En un principio dicho sistema de vías fue diseñado con fines militares y políticos: mantener un control efectivo de las zonas incorporadas al imperio era el principal objetivo de su construcción; posteriormente, las calzadas adquirieron una importancia económica añadida, pues al unir distintas regiones facilitaban el comercio y las comunicaciones.

2.1. Orígenes de la red de calzadas romana

Hasta finales del siglo IV a.C. las calzadas romanas eran poco más que senderos que conducían a Roma desde las distintas ciudades del Lacio. Desde ese momento comenzaron a construirse según el plan establecido, diseñado conjuntamente con el programa táctico de expansión. Al tener un significado militar considerable, se desarrollaron sistemas más complejos de construcción de calzadas con vistas a hacerlas más permanentes y mejores para soportar diferentes tipos de tráfico. Ya en el 340 a.C. y una vez conquistado latium (Lacio), se construyó la Vía Latina para conectar Roma con Capua, que acababa de ser devastada en la Guerra Samnita.

A iniciativa de Appius Claudius Crassus, quien financió parte del proyecto de su propio bolsillo, se construyó la más famosa de las calzadas romanas, la *Vía Apia*, que pretendía ser una ruta alternativa a Capua. Su construcción comenzó en el año 312 a.C. y ya en el 244 a.C. el camino había alcanzado Brundisium (Brindisi), situado en el extremo sur de Italia. El aspecto más revolucionario de la Vía Apia fue su pavimentación, realizada parcialmente con piedra y parcialmente con lava solidificada. Otra de las calzadas importantes, La Vía Flaminia, unía Roma con la colonia Latina de Ariminum, sita en territorio Celta.

Estos caminos pavimentados y otros normalmente construidos a base de piedras, ripios y morteros de diversa composición eran de gran importancia estratégica, facilitando la administración y el control de las tierras conquistadas. Hacia el final de la Republica (fines del siglo I a.C.) se habían construido caminos en algunas de las provincias tales como Galia meridional e Iliria, aunque el gran periodo de construcción fuera de Italia se produjo en el siglo I y II, coincidiendo

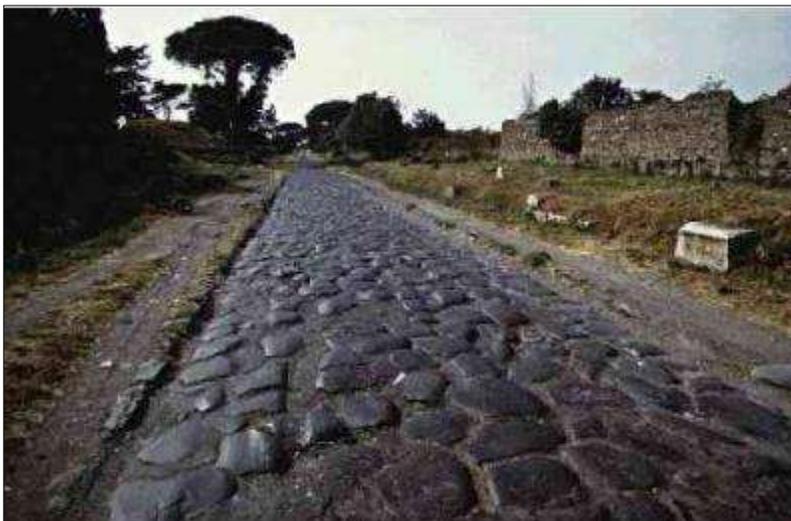


Fig. 2.2 – La Vía Apia, una de las más emblemáticas calzadas romanas.

con la época de máximo esplendor del Imperio Romano. En Bretaña y el norte de África, así como en Italia, el progreso de expansión imperial puede ser trazado siguiendo el desarrollo de la red de calzadas romanas.

La construcción de los primeros grandes caminos era llevada a cabo por los censores y curatores especiales, quienes concedían los contratos y supervisaban su ejecución. Como los caminos pronto se extendieron al ámbito de las provincias, esta responsabilidad pasó a los gobernadores, quienes confiaban en encontrar fondos para su construcción y reparación. Con frecuencia era el propio emperador quien se encargaba de subvencionar la construcción, aunque destinaba la mayor parte de crédito a las inscripciones existentes en los hitos provincianos. Para el emperador, la construcción de calzadas era un medio de anunciar su benevolencia y autoridad.

La mayor parte de los usuarios de estas calzadas viajaban sobre el lomo del caballo o a pie; los altos funcionarios y los potentados, sin embargo, usaban carros de dos y cuatro ruedas. Se idearon también estaciones donde caballos y conductores podrían ser relevados o asistidos, emplazándose cada 16 km. a lo largo de los caminos, aunque eran para el uso exclusivo del gobierno; las posadas se ubicaban también a intervalos razonablemente frecuentes para proveer el resto de viajeros. Aprovechando la creación de estas vías y servicios, se organizó un servicio postal para transmitir los mensajes de gobierno.

2.2. La técnica de construcción de calzadas

Generalmente las calzadas se construían en línea recta, tomando la ruta más directa allá donde fuera posible. Cuando las montañas no lo permitían, los ingenieros de la época diseñaban y construían complicados sistemas de circunvalación. Los logros romanos en este campo son del todo meritorios, dado que los agrimensores – antiguos topógrafos – tenían que replantear la línea de un nuevo camino y hacerlo tan recto como fuera posible privados de los instrumentos modernos de los que hoy en día disponemos y frecuentemente en circunstancias topográficas y climáticas muy desfavorables.

Una razón importante de porque las calzadas romanas eran tan duraderas es el esmero que pusieron en el diseño y ejecución de un sistema de drenaje adecuado, que básicamente consistía en la excavación de zanjas en los extremos del camino y paralelas al mismo. La tierra procedente de aquellas se utilizaba para la formación de un banco asentado sobre una cimentación formada por fragmentos de piedra y cerámica cementados con limo.

Los grandes bloques poligonales de piedra dura o de lava solidificada – zonas donde esta existía – se encajaban cuidadosamente para formar la capa de

terminación del camino. El término latino para esta superficie era *pavimentum*, que hoy en día conocemos como firme o pavimento.

Así, la sección-tipo de una calzada romana se hallaba integrada por las siguientes capas, en orden decreciente de profundidad:

- Un cimiento de piedras planas o *statumen*
- Una capa formada por ripios y detritus de cantera, llamada *rudus*.
- Una capa intermedia de hormigón a base de piedra machacada y cal grasa llamada *nucleus*
- Una capa de terminación, formada por un enlosado de piedra sellada con mortero de cal, denominada *summum dorsum*.

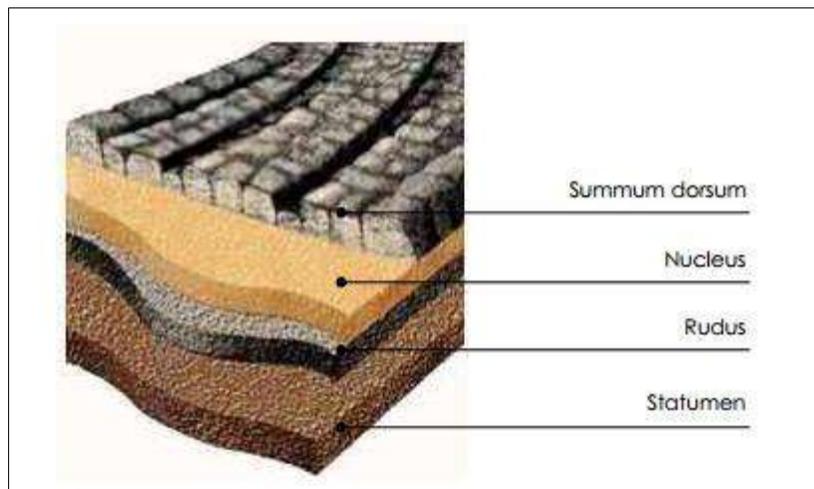


Fig. 2.3 – Sección transversal de una calzada romana.

También son los romanos quienes adoptan medidas normativas encaminadas a la construcción, conservación, reparación y tránsito por los caminos y calzadas, estableciendo la protección enterdictal para el uso, mantenimiento del tránsito y no deterioro de los caminos públicos. El llamado Itinerario de Antonio es el documento antiguo más completo para el estudio de las vías romanas, y data de finales del siglo III de nuestra era.

2.3. El ocaso del imperio

Las tribus bárbaras, que atacaron el Imperio Romano desde el siglo III, en adelante, no eran partidarias del poder centralizado. Tampoco eran adeptos a la vida en las ciudades y aunque seguían empleando los caminos romanos para abastecer las ciudades del interior, el escaso mantenimiento a que fueron

sometidos provocó que fueran decayendo gradualmente. Pasaron siglos antes de que se realizara cualquier intento por reconstruir el sistema de calzadas romano.

Como se ha visto, fue el Imperio Romano quien más desarrolló y perfeccionó la construcción de carreteras en el mundo antiguo, extendiendo su red de calzadas hasta lo más alejados con fines imperiales. Hoy en día se conservan vestigios importantes en varios países de Europa que en su día dependieron de Roma, estando incluso algunos tramos habilitados para su uso.

Tras la desaparición del Imperio Romano y durante la Edad Media desapareció la construcción de carreteras y se abandonó la conservación de las existentes, por lo que quedaron prácticamente intransitables.

2.4. EL PERIODO MEDIEVAL

Al anterior ciclo, caracterizado por la existencia de un poder organizado y centralizado, sucedió una etapa donde los efímeros mandatos y las continuas luchas por el poder impidieron no solo el desarrollo, sino también el mantenimiento de la red de carreteras heredada de los romanos. Cabe destacar de este periodo las carreteras Brunehaut, construidas en el siglo VI en el norte de Francia para remozar las vías romanas, que habían sido totalmente destruidas.

Con la formación de las nuevas naciones en el viejo continente fueron necesarias rutas de mayor importancia para el tránsito de las cortes reales itinerantes. A principios del siglo XI, el auge que obtuvo la peregrinación a los templos sagrados aceleró el desarrollo de comercio internacional e hizo que los caminos alcanzaran su más importante ocupación desde la caída del Imperio Romano.

Es necesario reseñar que el transporte interior llevado a cabo por los caminos era muy reducido debido a los continuos asaltos que llevaban a cabo los bandoleros contra las mercancías y comerciantes. Esa inseguridad viaria produjo que experimentase un auge importante el comercio marítimo y fluvial en la Edad Media, al ser un medio más barato y más seguro para comunicar dos ciudades más o menos próximas.

Aunque desde el punto de vista actual las superficies de tránsito estaban por debajo de las mínimas exigencias, los caminos estaban dotados a lo largo de su recorrido de fondas y posadas. El tráfico rodado era poco usual ya que tanto mercaderías como pasajeros se transportaban a lomos de caballos.

2.5. LOS ORÍGENES DE LA INGENIERÍA DE CARRETERAS

En el siglo XVII –especialmente después de la Guerra de los Treinta Años- y durante el siglo XVIII, la prosperidad de algunos países, las necesidades comerciales y el incremento constante del tráfico de viajeros dieron lugar a un nuevo auge en la construcción de carreteras. A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, se amplió la red extraordinariamente a causa de las necesidades militares de las campañas napoleónicas.

Durante todo el siglo XIX se prosiguió la construcción, bajo el impulso del desarrollo cada vez mayor del intercambio comercial entre ciudades de un mismo país y entre distintas naciones.

2.6. Gran Bretaña

El desarrollo de un gobierno centralizado no solía estar acompañado de una responsabilidad –también centralizada- en lo referente al mantenimiento de la red de caminos. En Inglaterra esta responsabilidad recayó en las parroquias, que cada año elegían un encargado de carreteras, quien se encargaba de reclutar a los hombres más fuertes y sanos de las mismas para realizar servicios a la comunidad, durante un número específico de horas al año, en concepto de labores de mantenimiento y reparación de caminos.

Posteriormente vino la era de los caminos de peaje; grupos de personas se asociaban para obtener facultades parlamentarias bajo las cuales asumían la gestión de un tramo de camino durante 21 años, o construían uno nuevo y financiaban su mantenimiento mediante el cobro de peajes. La Ingeniería de Carreteras era aún rudimentaria, y en muchas ocasiones no se supo conservar los caminos existentes.

Durante las tres primeras décadas del siglo XIX dos ingenieros británicos Thomas Telford y John Loudon McAdam, así como un ingeniero de caminos francés, Pierre-Marie-Jerome Trésaguet, perfeccionaron los métodos y técnicas de construcción de carreteras.

La nueva concepción constructiva de McAdam

El ingeniero escocés John Loudon McAdam se dedicó a estudiar métodos de mejoras de carreteras, consiguiendo construir caminos capaces de soportar tránsito rodado relativamente rápido. McAdam concebía la calzada como un colchón de reparto de las cargas de tráfico, y mantenía que un terreno bien drenado soportaría cualquier carga. En un sistema de construcción de carreteras,

la capa de piedra machacada –sin ningún tipo de elemento aglomerante- se colocaba directamente sobre un cimiento de tierra que se elevaba del terreno circundante para asegurar un correcto desagüe.

Esencialmente su método consistía en disponer tres capas de piedra de unos 10 cm de espesor cada una, compactadas primero manualmente y posteriormente apisonadas por rodillos arrastrados por caballos. Debido al efecto del apisonado y del peso del tráfico rodado los bordes de las piedras iban puliéndose, haciendo resbaladiza la superficie del firme. Estos caminos macadamizados o macadam eran norma general en Gran Bretaña hasta la iniciación de la época de los vehículos a motor. Las llantas de goma de los automóviles más rápidos tendían a desconchar la superficie de piedra apareciendo baches y socavones, a lo que se añadía la gran cantidad de polvo levantado por los vehículos. Este problema condujo a la búsqueda de mejores superficies de rodadura, tales como el asfalto.

Las mejoras estructurales de Telford

Thomas Telford fue otro ingeniero Escocés de reconocida fama mundial. Su método consistía en hacer las carreteras lo suficientemente resistentes como para poder soportar la máxima carga admisible; esto fue posible debido a que a diferencia de McAdam, Telford dedicó más atención al estudio de la cimentación. Su sistema implicaba la construcción de cimientos de material resistente, roca a ser posible; estos se recreían en el centro para que la carretera se inclinara hacia los bordes permitiendo su desagüe. La parte superior de la carretera se componía de una capa de unos 15 cm de piedra machacada y compactada. De esta forma se conseguía un mejor reparto de las tensiones transmitidas por los vehículos circulantes a lo largo de la estructura.

El sistema de McAdam, llamada macadamización, se adoptó en casi todas partes, sobre todo en Europa. Sin embargo, los cimientos de tierra de las carreteras macadamizadas no pudieron soportar los pesados camiones que se utilizaron en la I Guerra Mundial. Su principal consecuencia fue la adopción del sistema de Telford para construir carreteras sometidas a tráfico pesado, ya que proporcionaba una mejor distribución de las cargas de tráfico sobre el subsuelo subyacente.

2.7. Francia

A mediados del siglo XVII el gobierno francés instituyó un sistema para reforzar el trabajo local de las carreteras, y con este método se construyeron aproximadamente 24.000 km. de carreteras principales. Más o menos al mismo tiempo, el Parlamento instituyó un sistema de concesión de franquicias a

compañías privadas para el mantenimiento de dichas carreteras, permitiendo a las mismas que cobraran peaje o cuotas por el uso de aquellas.

Al gobierno absolutista y fuertemente centralizado existente en Francia durante el siglo XVIII se le concedió el crédito suficiente para que pudiera realizar una sólida y asentada red nacional de carreteras. Así, en 1.716 se creó el Departamento de Puentes y Caminos (Corps du Ponts et Chaussées), que se encargó de redactar normas para la construcción de diversos tipos de caminos.

La Ingeniería de Caminos se reconoció como profesión gracias, en su mayor parte, a los logros de Pierre-Marie-Jerome Trésaguet, Inspector General de Caminos, al que se atribuye el haber codificado por primera vez y de forma detallada la construcción de carreteras.

Impulsado por el deseo de reducir el espesor de las capas que conforman el firme, su método de construcción se diferenciaba de los utilizados en Inglaterra por McAdam y Telford en que, aunque también utilizaba capas de áridos cuya granulometría iba aumentando con la profundidad, diseñó cada capa ligeramente bombeada –de sección transversal con una ligera pendiente a dos aguas, siendo el eje del camino el punto más alto- para así conseguir una mejor evacuación de las aguas hacia los flancos del camino. Estas capas eran las siguientes:

- Un cimiento a base de piedras gruesas hincadas a mano.
- Una capa de regulación constituida por fragmentos de piedras ordenadas y apisonadas a mano, que aseguraba la transmisión y el reparto de las cargas a la base.
- Una capa de rodadura de unos 8 cm de espesor, con áridos del tamaño de una nuez, machacados con maceta y colocados mediante una paleta. Esta capa, compuesta de piedras muy duras, aseguraba el bombeo del 3% en el origen.

Además, en los laterales del camino existían unos encintados de piedra, cuya misión era la de impedir que las piedras pequeñas que conformaban la capa de rodadura se perdieran fuera del propio camino. También hizo un mayor uso de las capas del subsuelo para asentar correctamente el camino.

El emperador Napoleón Bonaparte ordenó que los ingenieros franceses hicieran sustanciosas mejoras en los caminos que recorrían gran parte de Europa Occidental sin considerar el costo que suponía, ya fuera en dinero o vidas. Claros ejemplos fueron los caminos construidos sobre el Paso Sempion de Mont Cenis.

A principios del siglo XIX Francia avanza en la investigación de carreteras empleando pavimentos de mástic asfálticos en la construcción de las mismas. A mediados del siglo pasado tanto franceses como ingleses utilizaban asfaltos procedentes de rocas comprimidas en la pavimentación de calles urbanas. El rápido crecimiento del tráfico rodado en la tercera década del siglo XX acrecentó

el uso del firme asfáltico al tener una superficie que no generaba polvo, aunque llegaba a ser resbaladizo y causante de accidentes sobre todo cuando se hallaba mojado. En 1.929 se comenzó a añadir grava revestida de productos de productos bituminosos –que facilitaban una mejor mezcla- al asfalto aún caliente y en estado líquido, lo que proporcionaba una mayor aspereza en la capa de rodadura, mejorando así el agarre de los vehículos.

2.8. Estados Unidos

En Estados Unidos, las antiguas sendas Indias sirvieron para trazar los nuevos caminos; las sendas Mohawk y Natchez son algunas de ellas. Santa Fe, un poblado misionero que recibía abastecimiento desde México, llegó a convertirse en un núcleo importante de comercio y atrajo a prisioneros procedentes de tierras estadounidenses. En 1.825 y como consecuencia del frecuente tránsito de viajeros, el Congreso destinó 30.000 dólares para la construcción de un Camino a Santa Fe desde la ciudad de Independence, en el estado de Missouri. Los grandes movimientos migratorios hacia el oeste de mediados del siglo forzaron la construcción de la Ruta Overland, con desvíos hacia Óregon y posteriormente a California.

La llegada del primer ferrocarril transcontinental en la década de los 60 redujo la importancia de sendas y caminos, hasta que el desarrollo del motor de combustión interna y consecuentemente del automóvil renovó el interés por este tipo de vías de transporte. El general británico Edward Braddock construyó en 1.755 un camino desde Cumbreland, en Maryland –el llamado Cumberland Road- para facilitar el transporte de tropas en el asedio al Fuerte Duquesne; poco se hizo, sin embargo, para proveer los estados ya asentados de caminos resistentes a todo tipo de condiciones meteorológicas hasta que, como sucediera en que Inglaterra, se establecieron los caminos de peaje. En 1.785 se construyó en Virginia una carretera de peaje con fondos públicos, aunque fue el sector privado quien se encargó de la construcción y explotación de la mayor parte de la red de carreteras existentes en los estados orientales antes de la llegada del ferrocarril.

Los estados eran particularmente reacios a financiar la construcción de caminos y el gobierno Federal lo era más aún si cabe, aunque hizo una intentona en 1.811 contratando la construcción del National Road, una reconstrucción y prolongación del Cumberland Road. Después de muchos años, el Camino Nacional alcanzó San Luis. En 1.838 la responsabilidad de la construcción de carreteras recayó sobre los propios estados.

La proliferación de ferrocarriles en los Estados Unidos en la segunda mitad del siglo XIX y de vehículos eléctricos interurbanos en el este y el medio oeste del país entre 1.900 y 1.920 redujo la demanda de carreteras, aun siendo ya el

automóvil un vehículo práctico. Con el fin de la I Guerra Mundial se intentó ampliar la red vial existente, aunque la construcción en este periodo se restringió únicamente a carreteras que abastecían zonas en proceso de expansión.

2.9. México

La región que hoy ocupa el Estado de México estuvo habitada, antes de la llegada de los españoles, por diversos grupos étnicos, cuyas actividades económicas, culturales, sociales y religiosas, se basaron principalmente en intercambios con pueblos de otras regiones. Estos intercambios fueron posibles, en gran parte a los comerciantes, que deambulaban de pueblo en pueblo, comprando y vendiendo mercancías; estos comerciantes se les conocía como Pochtecas. En estos tiempos, los antiguos pobladores del Estado no contaban con bestias de carga, los hombres, los Tamemes, cumplían con esta actividad, soportando sobre sus espaldas grandes cargas de mercancías.

La gente recorría a pie los largos caminos trazados por ellos mismos; base de los caminos que más tarde, en la época de la Colonia se mejoraron. Los caminos eran brechas angostas, que serpenteaban a través de los bosques, a la orilla de las barrancas, o entre los cerros, pero con las dimensiones adecuadas para el tránsito exclusivo de personas. Tales caminos eran mantenidos por todos los lugareños, obligados por sus gobernantes a destinar unos días al año para estas actividades, principalmente después del tiempo de lluvias.

El uso de los caballos y mulas por parte de los españoles, vino a revolucionar el método de transporte en la Nueva España, pero al mismo tiempo, requirió de adaptar los caminos existentes para el paso de numerosos equinos. El Virrey de Mendoza dió gran importancia a la construcción y conservación de este tipo de caminos, enfocando de atención principalmente a los de Oaxaca, Acapulco, Michoacán y Taxco, que cruzaban por el Estado de México y que representaban el abastecimiento y comunicación de la ciudad de México con otras regiones o países.

La ubicación de la capital de la Nueva España dentro de lo que el Estado de México vino a privilegiar a este último, ya que a través de estas regiones pasaban la mayor parte de las rutas de comunicación y carga, situación que permitió al Estado contar con vías para su propio comercio y administración.

En 1531, Sebastián de Aparicio vino a agilizar el transporte de mercancías entre diversas regiones del país, al establecer por primera vez en México el uso comercial de carretas tiradas por bueyes. Estructuró verdaderas líneas de transporte de carga de gran eficiencia, en las rutas México - Veracruz, México - Querétaro y México - Zacatecas.

La carretera México – Toluca se concibió como proyecto desde 1563 y se empezaron a construir algunos puentes, como el del Río Hondito. Al estallar la lucha por la Independencia, muchos de los caminos existentes fueron destruidos, otros se les descuidó en su mantenimiento, dando como resultado, que al fin de esta guerra, era casi imposible transitar por el país; por esta razón, el Gobierno independiente tuvo que organizar la reconstrucción de los caminos destruidos.

A partir de 1830, se estableció una empresa que usaba carretas tiradas por caballos para hacer transporte de carga y pasajeros entre Veracruz y México, lo que hizo más cómodo al transporte y permitió hacer las comunicaciones más ágiles. A finales del siglo XVIII, se empezaron a construir mejores y más modernos caminos, provistos de puentes de piedra y madera bien contruidos, para atravesar los ríos. Los cuantiosos recursos naturales de México, cuya explotación requería de caminos para extracción y comercialización de materias primas y productos, fueron grandes motivantes para hacer nuevos caminos. Cada región de México se caracterizó por una actividad económica en particular. Pueblos completos, como Capulhuac, Mexicalcingo, San Luis Mextepec y Acambay vivían del negocio de transportar mercancías desde el Valle de Toluca hasta las costas del Pacífico y el Bajío.

En Toluca existió la cofradía del Señor de Esquipulas, compuesta de varios grupos de arrieros, que cada año, con enormes recuas hacían el duro y prolongado viaje desde el Estado de México hasta los límites de Guatemala con Honduras.

De 1877 a 1879, comenzaron a realizarse las primeras grandes inversiones en el Estado de México; se dieron facilidades a los empresarios para instalar industrias de todo tipo: fábricas de textiles, cerveceras, molinos de trigo, fábricas de papel, etc. Casi a la par surgieron los ferrocarriles. De 1880 a 1889 vino la gran expansión del sistema ferroviario mexicano.

Con la atención puesta en los ferrocarriles, bajaron los presupuestos destinados a las carreteras, lo que ocasionó un gran deterioro de los caminos, llegando a desaparecer algunos de ellos. El 22 de septiembre de 1905, el Gobierno Federal, preocupado por esta terrible situación, estableció una junta directiva para ocuparse de la reparación de las carreteras, siendo la primera en atenderse, la carretera México –Toluca.

Con la invención de los motores de combustión interna, la producción en serie de automotores empezó a generar cambios en el modo de transporte; a fines de 1910 y principios de 1911 se adaptó a un tramo del camino Toluca –México para el tráfico de automóviles. Había enormes 26 km de carretera, 250 km de caminos de herradura y 822 km de vías de ferrocarril (cuya red se había duplicado en 33 años). Pasado el periodo de lucha armada de la Revolución, después de 1921, se construyeron los caminos existentes y se inició la construcción de otros. El Gobierno Federal dio gran impulso a los caminos

carreteros pavimentados. Entonces, los ferrocarriles comenzaron a ceder importancia al autotransporte.

Los vehículos automotores comenzaron a aumentar en gran número durante los años 20's, lo que impulsó aún más la construcción de más carreteras y vialidades pavimentadas. La carretera México – Toluca, de dos carriles, fue pavimentada. Es esa década, se puso en operación la línea de autobuses Triangulo Flecha, entre ambas ciudades.

Los problemas de la Metrópoli fueron automáticamente exportados al Estado de México en su zona conurbada; el transporte a base de combis y microbuses se desarrolló en forma sorprendente y clandestina, haciendo difícil su control y creando problemas de congestión; en tanto que el número de autobuses disminuyó. De forma paralela, a partir de esos años, el problema de la contaminación atmosférica ocasionada por los vehículos automotores ha ido en aumento.

2.10. Las carreteras actuales

Las variables más importantes a tener en cuenta en la ingeniería de carreteras modernas son la topografía sobre el que se construye la carretera, la capacidad de carga tanto del suelo como del pavimento para soportar la carga esperada, la estimación correcta de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza geológica y geotécnica del suelo sobre el que va a construirse, así como la composición y espesor de la estructura de pavimentación.

El pavimento puede ser rígido o flexible, utilizando este último una mezcla y grava y arena con material bituminoso obtenido del petróleo y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tráfico pesado. Los pavimentos rígidos se construyen con una mezcla de Cemento Portland, grava y agregado fino. El espesor del pavimento puede variar de 15 a 45 cm, dependiendo del volumen de tráfico que deba soportar; generalmente se utiliza un refuerzo de acero en forma de malla reticulada para evitar la formación de grietas, fisuras, o incluso formación de tepalcates y rotura del firme.

Desde mediados de este siglo ha comenzado a ser posible en determinadas circunstancias estabilizar el suelo en lugar de construir cimientos a base de tierras compactadas o de concreto, siempre y cuando aquel sea lo suficientemente homogéneo. El cemento, la cal y las mezclas asfálticas son los aglomerantes más empleados en este tipo de tratamientos. Una vez escarificado el suelo se agrega un riego de liga, y la mezcla es regada y compactada, recubriéndose de una capa impermeable una vez haya endurecido.

Sobre el cimiento o el suelo estabilizado se coloca una capa de base, normalmente pétreo, y sobre ella la capa de terminación o de rodadura, generalmente de betún asfáltico (carpeta asfáltica) o firme de concreto. Antiguamente se necesitaba la ayuda de un encofrado de madera para contener el concreto hasta que fraguase, pero la maquinaria actual en los países desarrollados hace innecesario este paso, produciendo concreto fuertemente compactado.

El concreto puede ser colocado por maquinaria específica que se encarga de extenderlo, para colocar posteriormente mediante grúas una malla de acero a modo de refuerzo, que evita la figuración y levantamiento del firme. Otra máquina extendidora se encarga de recubrir dicha malla, mientras que un vibrador compacta firmemente la superficie.

Una tercera máquina asegura una correcta terminación, estriando la superficie para mejorar la adherencia neumática – carretera, y verifica que el bombeo es apropiado para un correcto drenaje. El proceso de construcción de carpetas asfálticas se realiza en forma similar, empleando maquinaria de extendido, nivelación y compactación.

Un gran apoyo a la ingeniería de carreteras ha sido el desarrollo de la fotogrametría aérea y fotografía satelital, que ha facilitado enormemente la elección del mejor trazado posible para una determinada vía. El diseño de carreteras y la planificación de nuevas rutas necesitan de estas potentes tecnologías para una correcta estimación del costo de cada de las posibles variantes, teniendo en cuenta aspectos topográficos, geológicos y geotécnicos, así como las necesidades económicas del área afectada y los posibles daños causados al medio ambiente.

Aun poseyendo estos nuevos medios, el trazado de carreteras sigue estando condicionado: la fase de movimientos de tierras debe reducirse al mínimo, buscando siempre el equilibrio entre el volumen de excavado (cortes) y el rellenado (terraplenes). Además, en muchas ocasiones es conveniente rodear obstáculos naturales, tales como estratos difíciles que por su dureza o su potencia hagan antieconómica su retirada, o suelos inestables que no cumplan con lo necesario para su empleo como base de cimentación para carreteras.

Las carreteras modernas se construyen en líneas casi rectas a través de campo abierto en lugar de seguir las viejas rutas establecidas, y se evitan las áreas congestionadas o se cruzan utilizando avenidas especiales, túneles o pasos elevados. La seguridad se ha incrementado separando el tráfico y controlando los accesos; en las autopistas y autovías se separan los vehículos que viajan en direcciones opuestas mediante un camellón.

Las principales características de las autopistas y autovías modernas son la existencia de señales luminosas adecuadas para la conducción nocturna, de

amplios acotamientos para detenerse fuera del tráfico, carriles con distintas velocidades, carriles de subida, carriles de retorno, zonas de frenado de emergencia, carriles para autobuses, dispositivos y marcas reflectantes en el pavimento y señales de control automático del tráfico, entre otras.

2.11. Organismos e Instituciones

Las organizaciones que persiguen la mejora de las carreteras existen en la mayoría de los países desarrollados. La Federación Internacional de Carreteras (International Road Federation), con sedes en Washington y Ginebra, promueve la construcción de autopistas intercontinentales y la mejora y enlace de carreteras ya existentes. Quizás el proyecto de autopista intercontinental más conocido es la Red Panamericana de Autopistas que cuando se complete, unirá las capitales de todas las naciones americanas.

La I.R.F. también recopila estadísticas anuales sobre el kilometraje de carreteras en todos los países del mundo excepto Campuchea, Laos y Vietnam; sus cifras muestran a Estados Unidos con el país con una red de carreteras más extensa, con 6,242,000 km. Sin embargo, en proporción al área del país considerado, Bélgica con 127,800 km y Holanda con 113,600, se sitúan a la cabeza de la lista.

Por otra parte, los países disponen de una serie de organismos e institutos dedicados a la investigación y perfeccionamiento de las técnicas y materiales empleados en el proyecto y construcción de carreteras. Entre ellos, destacaremos el Transportation Research Board (TRB) y el American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO) estadounidenses, el Transport and Road Research Laboratory (TRRL) británico, el SETRA y el CETUR franceses, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) español, el OCDE europeo o el AIPCR internacional.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México es la Secretaría de Estado encargada de administrar, controlar y operar los medios y métodos de transporte conocidos y por conocerse; así como sus fines de uso.

En México, Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal de México, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que opera y da mantenimiento mayor y menor a los caminos y puentes federales. También participa en proyectos de inversión y coinversión para la construcción y operación de vías generales de comunicación. Su cabeza de sector es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).



3

TOPOGRAFÍA

3. HISTORIA DE LA TOPOGRAFÍA

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud, y para direcciones se emplean unidades de arco. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente "Levantamiento"

En realidad se desconoce el origen de la topografía. Las pruebas fehacientes que ubiquen la realidad histórica de la topografía se han encontrado en forma aislada como lo muestra una tablilla de barro encontrada en Ur, en Mesopotamia, que data de tres siglos antes de nuestra era y los testimonios encontrados en otros territorios, en diversas partes del mundo, pero es de Egipto donde se han obtenido mayores y mejores referencias, las escenas representadas en muros, tablillas y papiros, de los hombres realizando mediciones de terrenos.

Los egipcios conocían como ciencia pura lo que después los griegos bautizaron como geometría (medida de la tierra) y su aplicación en lo que pudiera considerarse como topografía o quizá mejor dicho etimológicamente, topometría.

Herodoto dice que Sesostris (alrededor del año 1400 a. C) dividió las tierras de Egipto en predios para fines de aplicación de impuestos, pues era fundamental la medida de la extensión de dichas parcelas para determinar los tributos. Esto motivó la creación de funcionarios llamados arpedonaptes (tendedores de cuerda) dedicados a la labor de medir.

Las inundaciones del Nilo hicieron desaparecer porciones de estos lotes, por lo tanto otra de sus funciones era la de reponer (replantear) estos límites.

Posiblemente a partir de que el hombre se hizo sedentario y comenzó a cultivar la tierra nació la necesidad de hacer mediciones o, como señala el ingeniero francés P. Merlín, la topografía nace al mismo tiempo que la propiedad privada.

Como primer instrumento hicieron uso del cordel, un antecedente de la regla, escuadra y compás. El cordel lo usaban como compás fijando un extremo y desplazando el otro y como elemento para trazar líneas, anudado a distancias iguales se convertía en regla graduada que viene a ser como el precursor de la cinta métrica. Les servía de escuadra al dividirlo en tres partes proporcionales 3, 4, 5 (denominado triángulo sagrado), conocían las propiedades de estos triángulos y trazaban así las perpendiculares, lo que conduciría a la gran parcelación rectangular de la propiedad antigua.

A partir de estos trabajos, los primeros filósofos griegos desarrollaron la ciencia de la geometría, que se aplicó a la construcción de viviendas, tumbas, graneros, canales, templos y a la astronomía. Su adelanto, no obstante, tuvo lugar principalmente en los terrenos de la ciencia pura. Es Herón quien se destaca por haber efectuado la aplicación de la ciencia básica a la topografía, al encontrar la fórmula para la determinación del área de un triángulo en función de sus lados.

Hacia el año 120 a C., fue Herón autor de varios tratados importantes, de los cuales se destaca el llamado La Dioptra, obra que fue de gran importancia entre los griegos y egipcios, pues en ella describe los primeros instrumentos topográficos diferentes al cordel.

El desarrollo práctico de la topografía se le debe a los romanos pues aplicaban reglas para el cálculo exacto del área del cuadrado, rectángulo y triángulo rectángulo.

Siguiendo a los egipcios en la forma de obtener la superficie de los cuadriláteros no rectangulares como el producto de las dos semi sumas de los lados opuestos.

Para determinar el área de una ciudad de forma irregular deducían el radio a partir de la medida de su perímetro.

El agrimensor romano (gromatico o compendatores) actuaba vinculando a la geometría y a la institución del derecho de la propiedad sobre los bienes, participaba de esa función que exige conocimientos de los que hoy llamamos técnicas y sociales, que afectan tanto al derecho público como privado, los representantes de éstos son Frontinus e Higinio quienes vivieron en el siglo primero, pioneros en el campo de la topografía y autores de unos tratados que fue la norma durante muchos años.

Los prácticos romanos produjeron muchos avances en la topografía al establecer una serie impresionante de proyectos de ingeniería en sus imperios, ellos proyectaban ciudades, campos militares y vías usando un sistema de coordenadas rectangulares. Levantaron las rutas principales utilizadas para operaciones militares en el continente europeo, islas británicas, norte de África y aún en partes de Asia, además organizaron una asociación de topógrafos.

Estos romanos usaron instrumentos como el odómetro o rueda medidora, la groma que se utilizó para visar puntos a 90 grados y prolongar alineamientos, la libella y el chorobates para la nivelación.

Después del imperio romano, el agrimensor mantendría cierta relevancia, pero no volvería a alcanzar el esplendor pasado.

Uno de los manuscritos en latín más antiguo que hay en existencia es el Código Aceriano (Codex Acerianus), escrito aproximadamente durante el siglo IV, contiene una relación de la topografía tal como la practicaban los romanos e incluye varias páginas del tratado de Frontinus. El manuscrito lo encontró Gerbert en el siglo X y le sirvió de base para su texto de geometría, que estaba dedicado en su mayor parte a la topografía. En este mismo siglo aparece también el escrito llamado el Arte de Medir Tierras escrito por Inocencio en los que se constataban las aportaciones romanas a la topografía.

En el siglo III las paredes de la escuela de Autun estaban tapizadas con cartas geográficas. En el templo de Telo se pintó un mapa de Italia y bajo los magníficos pórticos de Roma otro mapa del mundo entero.

Fueron los árabes en la edad media, quienes mantuvieron viva la topografía, desarrollada hasta el momento por los griegos y los romanos en los escritos de la llamada geometría práctica.

En Europa fueron mejorando los trabajos topográficos a partir del siglo XI en la Academia Imperial de San Petersburgo se conservaba un planisferio del canónigo Enrique de Maguncia dedicado a Enrique V de Alemania, también son dignos de mención el mapamundi de Leipzig y el mapa triangular de la biblioteca Catoniana.

En el siglo XIII Von Piso escribió la Practica Geometría y Liber Quadratorum, en los que contenía instrucciones sobre los métodos topográficos e instrumentos como el cuadrante, el báculo de cruz, el astrolabio.

En el siglo XV se atribuye al infante don Enrique de Portugal la invención de las cartas planas base fundamental y origen de la actual planimetría.

Con la aparición del telescopio a fines del siglo XVI y principios del XVII, la topografía y la geodesia tuvieron un gran avance, realizándose trabajos muy importantes en lo relativo a la determinación de la forma y tamaño de la tierra. Se

destacan nombres como los de Picard, Snellius y Casinni por el conocimiento y desarrollo de la topografía y el establecimiento de los fundamentos de la geodesia y la topografía moderna.

Durante la guerras de la revolución francesa se levantaron con exactitud numerosos planos topográficos y cartas militares; los diferentes estados de Europa entre los que sobresale Alemania e Inglaterra, quisieron poseer buenos mapas y planos de sus territorios, y entonces empieza también a enriquecer la topografía la formación de planos detallados para el catastro y alinderamientos de las propiedades rústicas y urbanas. La triangulación geodésica se perfecciona con cálculos exactísimos; las noticias estadísticas, las altura bien determinadas sobre el nivel del mar reemplazan los adorno y figuras simbólicas de las antiguas cartas, y las naciones se comunica entre sí los descubrimientos y las ultimas noticias topográficas.

Es de resaltar que unos de los acontecimientos más importantes en la historia de la topografía en América, fue la certificación como topógrafo de George Washington otorgada por la facultad del College of William and Mary en Williamsburg, Virginia en 1749.

Fue también durante esta época cuando la topografía ocupa una posición destacada al ser la base para la localización de servicios de caminos, canales, ferrocarriles, acueductos y sobre todo en los linderos por el gran valor que obtuvieron las tierras

El mejoramiento de los instrumentos y los métodos empleados para hacer mediciones y producir mapas. Se da a raíz de la primera y segunda guerras mundiales y durante los conflictos de Corea y Vietnam.

La carrera espacial, la Guerra Fría y la Guerra del Golfo, se logran desarrollos tecnológicos con otros fines, logrado estos ser la base de la tecnología de la topografía actual, entre los que cabe destacar instrumentos tales como : Equipos de medición electrónica de distancias (ondas de radio y de luz), Giróscopos, equipos con dispositivos de rayo láser, nuevas cámaras Aero fotogramétricas, sensores remotos, sistemas de posicionamiento global desde el doppler hasta el actual el sistema de posicionamiento por satélite (GPS).

3.1. CRONOLOGÍA DE LOS INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA

1. Cuerda



Es probablemente el instrumento más rudimentario sencillo y antiguo de medición. Sin embargo, sabemos por noticias de Herón que los topógrafos antiguos sometían a preparación este utensilio, a fin de que no sufriera deformaciones y su longitud permaneciera constante durante mucho tiempo, haciéndole así mucho más preciso de lo que se puede sospechar.

2. Gnomon



Otro concepto fundamental en topografía antigua es la determinación del norte para la orientación absoluta de los trabajos topográficos, geodésicos, de agrimensura, o de otra naturaleza. Hablamos de un momento en el que la brújula no existía y que probablemente, de haber existido, en este tipo de comprobaciones terrestres tampoco se hubiera empleado.

3. Cadena



No se conocen noticias del uso de la cadena de topógrafo en la antigüedad clásica, pero debemos reseñar que el instrumento es muy antiguo de cualquier forma y por tanto muy probable que fuera usado por los romanos; Además de su escasa dificultad de construcción y su gran utilidad, por ser fácil de recoger, de transportar y de difícil deterioro, sabemos que ha sido usada en mediciones topográficas desde hace muchos siglos.

4. Jalones



Las alineaciones rectas se desarrollaban con ayuda de varas verticales que en grupos de tres servían para establecer la dirección a seguir por la alineación y arrastrarla a lo largo del terreno llevando alternativamente la primera de las varas al final. Por sí mismos servían perfectamente para trazar buenas alineaciones, por ejemplo en las carreteras.

5. Groma



Este instrumento es probablemente el más estudiado y conocido de los empleados en la antigüedad. Ha sido objeto de hipótesis variadas e incluso ensayos en arqueología experimental, aunque no por ello la interpretación de su utilidad parece haber sido tratada con suficiente éxito. Se trata de un instrumento muy rudimentario para trazar alineaciones perpendiculares entre si una escuadra de agrimensor tan primitiva como imprecisa.

6. Libra aquaria



El nivel de agua o balanza de agua, de la que tenemos vagas referencias por parte de algunos autores clásicos, ha sido interpretado y dibujado de muy diferentes formas. Por la propia etimología de la palabra, nos inclinamos a pensar que se trata del clásico nivel de agua que utiliza el mecanismo de los vasos comunicantes para mantener el nivel constante en sus extremos, previo balanceo estabilizador o contrapesado del líquido.

7. Dioptra



Consistía fundamentalmente en una alidada de pínulas que podía desplazarse sobre un limbo graduado. Pero existieron algunas variantes a lo largo del tiempo. De las noticias que tenemos de Hiparco sabemos que la dioptra que este autor usaba tenía una pínula fija y otra deslizante sobre una barra graduada de cuatro codos de longitud (1,78 m). Probablemente este mecanismo le permitía el empleo de la técnica estadimétrica, consiguiendo así calcular distancias por métodos indirectos.

8. Decempeda o Pértica



Para las medidas de longitud de cierta exactitud se usó un instrumento llamado decempeda porque tenía diez pies de longitud, cerca de tres metros. Así, desempedor era nombre común para designar a los agrimensores. También se le conoció como pértica y en ambos casos parece que estaba constituido de madera.

9. Corobate



La existencia de un instrumento de nivelación preciso, potente y eficaz, en época romana, es perfectamente deducible del análisis de las grandes obras de canalización de las aguas que nos ha dejado esa civilización. Pero es a partir de las noticias que de él nos da Vitrubio como podemos deducir el aspecto que tenía.

10. Lámpara



Llamada en la antigüedad Lychnia, fue un instrumento sencillo pero potente consistente en un pie vertical bien aplomado y un brazo horizontal graduado que puede girar y posicionarse sobre el vertical. Los triángulos formados entre ambos permiten el cálculo de las distancias a los puntos que se observan, aplicando el principio de semejanza de triángulos. Nuevas tecnologías en topografía, nuevos instrumentos.

11. Brújula



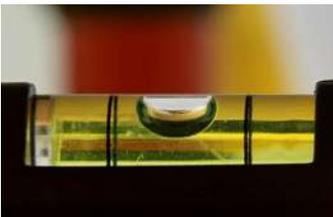
La brújula o compás magnético es un instrumento que sirve de orientación y que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnetizadas. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético, que es diferente para cada zona del planeta, y distinto del Norte geográfico. Utiliza como medio de funcionamiento el magnetismo terrestre.

12. Wincha



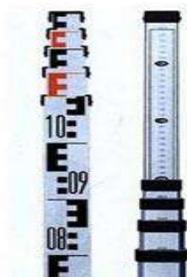
Una cinta métrica o un flexómetro es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También se pueden medir líneas y superficies curvas.

13. Nivel Tubular



Su misión es conseguir que el aparato esté en un plano horizontal. Hay dos tipos fundamentales: nivel esférico y nivel tubular (o tórico, o nivel de aire). Deben estar contruidos con notable precisión y ajuste para que el aparato sea aceptable: sensibilidad.

14. Mira



Es una regla graduada que permite mediante un nivel topográfico, medir desniveles, es decir, diferencias de altura. Con una mira, también se pueden medir distancias con métodos trigonométricos, o mediante un telémetro estadimétricos integrado dentro de un nivel topográfico, un teodolito o bien un taquímetro.

15. Anteojo



Se atribuye a Galileo la construcción del primer anteojo, si bien ya había sido descubierto con anterioridad, noticia que llegó a Galileo en forma vaga, pero que bastó a su ingenio para construir uno con dos lentes pegadas con cera a un tubo de cartón, consiguiendo, por su propio razonamiento, resolver el problema de ver los objetos lejanos como si estuviesen cerca. El anteojo de Galileo se extendió rápidamente y contribuyó a un considerable avance de las ciencias astronómicas.

16. Micrómetro



Es un mecanismo óptico que permite hacer la función de los nonios pero de forma que se ven una serie de graduaciones y un rayo óptico mediante mecanismos, lo que aumenta la precisión. En definitiva es un elemento para hacer la lectura de ángulos que consta de un microscopio para observar ampliada la zona del limbo a leer, además este microscopio lleva una escala graduada que se superpone a la imagen del limbo. La graduación del microscopio coincide con la graduación del limbo.

17. Telemetro



Se llama telemetro a un dispositivo capaz de medir distancias de forma remota, consta de dos objetivos separados una distancia fija conocida (base). Con ellos se apunta a un objeto hasta que la imagen procedente de los dos objetivos se superpone en una sola. El telemetro calcula la distancia al objeto a partir de la longitud de la base y de los ángulos subtendidos entre el eje de los objetivos y la línea de la base. Cuando mayor es la línea de la base, más preciso es el telemetro.

18. Teodolito



El teodolito es un instrumento de medición mecánico-óptico que se utiliza para obtener ángulos verticales y, en el mayor de los casos, horizontales, ámbito en el cual tiene una precisión elevada. Con otras herramientas auxiliares puede medir distancias y desniveles.

19. Estación Total



Aparato electro – óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD).

20. GPS



Es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión.



4

GENERALIDADES DEL SITIO

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE MICHOACÁN

Su nombre proviene de Michámacuan (en castellano: lugar de pescadores).

Michoacán se encuentra en la parte oeste de la República Mexicana y se ubica entre los ríos Lerma y Balsas, el lago de Chapala y el Océano Pacífico.

Este estado forma parte del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

Colinda al norte con el estado de Jalisco, Guanajuato y Querétaro de Arteaga; al este con Querétaro de Arteaga, México y Guerrero; al sur con Guerrero y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, Colima y Jalisco.

La capital de Michoacán es Morelia, antiguamente llamada Valladolid y está ubicada a 1,920 metros sobre el nivel del mar.

La superficie territorial del estado de Michoacán es de 59 928 km², lo que representa un 3% de todo México; cuenta con una población aproximada de 3 985 667 habitantes.

Michoacán tiene un relieve muy accidentado, por lo que sus climas son muy variados: templado con lluvias todo el año, templado con lluvias en verano, cálido con lluvias en verano y cálido con lluvias escasas durante el año.

Cuenta con 113 municipios y económicamente depende en gran medida de la agricultura; destacan sus cultivos de aguacate y también es un gran productor de garbanzo, limón, ajonjolí, sorgo y fresa.

En la ganadería se distingue por ser un importante productor de ganado bovino.

En minería 32 de sus municipios tienen yacimientos importantes de oro, plata, plomo, zinc, barita y cobre.

La flora del estado de Michoacán es muy variada, presenta bosques mixtos de pino, encino, fresno, oyamel, parota, ceiba, mango, guaje, tepemezquite, palma, chirimoya, zapote y guanábana entre otros.

Su fauna está compuesta por: Paloma, codorniz, tordo, urraca, coyote, tlacuache, zorra, tejón, mapache, zorrillo, venado, conejo, pato, armadillo, ardilla, liebre, lince, cacomixtle, comadreja, gato montés, águila, cuervo, gavilán, perico, boa, faisán, además de carpa, mojarra, nutria, langosta, tiburón y tonina entre otros.

Sus principales lagos son el lago Cuitzeo, el lago de Pátzcuaro, el lago de Zirahuén y una parte del lago de Chapala.

Su río más importante es el río Lerma, el cual nace en el Estado de México y abastece a la presa de Tepuxtec para regar las tierras del valle de Maravatío y producir energía hidroeléctrica. Le siguen en importancia el río Balsas y el río Cupatitzio, el cual alimenta las caídas de agua de La Tzaráracua (liga a Uruapan)

Tiene manantiales como Camécuaro, géiser de aguas geotérmicas como el de Ixtlán de los Hervores o los Azufres; además de Ciénegas como la de Zacapu.

4.2. ZITÁCUARO

Localización

Se localiza al este del Estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 100°22' de longitud oeste, a una altura de 1,940 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tuxpan y Ocampo, al este con el Estado de México, al sur con Juárez y Susupuato, y al oeste con Jungapeo. Su distancia a la capital del Estado es de 150 km.

Extensión

Su superficie es de 498.00 Km² y representa el 0.84 por ciento del total del Estado.

Orografía

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, la sierra de Zitácuaro, los cerros de Cacique, Santa Catarina, Coyota, Aquila, Ziráhuato y Pelón y valles de Zitácuaro, San Felipe, Ocurio y el Polvorín.

Hidrografía

Su hidrografía se constituye por los ríos San Andrés y San Juan Viejo, los arroyos Crescencio Morales, Seco, El Oro, Macutzio y manantiales de agua fría y la Presa del Bosque.

Clima

Su clima es templado, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 813.2 milímetros y temperaturas que oscilan entre 9.3° y 23.0° centígrados.

Principales ecosistemas

En el municipio domina el bosque mixto, con pino, cedro, encino, aile y fresno el bosque tropical deciduo, con zapote, mango, huisache, guaje y pochote, y bosque de coníferas con oyamel, pino y junípero.

Recursos naturales

La superficie forestal maderable, es ocupada por pino y encino, la no maderable, es ocupada por matorrales espinosos.

Características y uso del suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos paleozoico y mesozoico, corresponden principalmente a los del tipo andosol, vertisol y gleysol. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.



5

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se entiende por levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera; lo resumen como “el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que conforman una extensión de tierra”.

El procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales:

- El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales.
- El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano.

5. TIPOS DE LEVANTAMIENTOS

5.1.1 Topográficos

Se realizan en áreas pequeñas, no se considera la curvatura terrestre, lo que genera la representación sobre un plano horizontal, el cual es normal a la

dirección de la gravedad y tangente a la superficie en un punto. Dentro de los levantamientos topográficos se encuentran:

- **Levantamiento de terrenos en general.** Tienen por objeto marcar linderos o localizarlos, medir y dividir superficies, ubicar terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores o proyectar obras y construcciones.
- **Topografía de vías de comunicación.** Es la que sirve para estudiar y construir caminos, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc.
- **Topografía de minas.** Tiene por objeto fijar y controlar la posición de trabajos subterráneos y relacionarlos con las obras superficiales.
- **Levantamientos catastrales.** Son los que se hacen en ciudades, zonas urbanas y municipios, para fijar linderos o estudiar las obras urbanas.
- **Levantamientos aéreos.** Son los que se hacen por medio de la fotografía, generalmente desde aviones, y se usan como auxiliares muy valiosos de todas las otras clases de levantamientos. La fotogrametría se dedica especialmente al estudio de estos trabajos.

5.1.2 Geodésicos

Se realizan en grandes áreas de la superficie terrestre y se toma en cuenta la curvatura terrestre. Además de las características anteriores, se distinguen de los topográficos por la técnica y el uso que se les da. Entre estos tenemos:

- Redes de mediciones de ángulos y distancias, para controlar todo el levantamiento de una gran área (por ejemplo, un país completo).
- Técnicas de medición de alta precisión.
- Modelos matemáticos que consideran la curvatura terrestre.

5.2. MEDICIONES

- Existen diversos instrumentos que pueden medir ángulos, como el tránsito o la estación total
- Para la medida de distancias tenemos dos métodos: distancias estadimétricas o distanciómetría electrónica, siendo más precisa la segunda.
- En la actualidad se combina el uso del GPS con la estación Total para tener coordenadas UTM en nuestro levantamiento.
-

5.3. TOMA DE DATOS

La tarea del topógrafo es previa al inicio de un proyecto: un arquitecto o ingeniero proyectista debe contar con un buen levantamiento topográfico del terreno ya sea que la obra se construya en el ámbito rural o urbano. Realizando el proyecto en base a este levantamiento.

Actualmente el método más utilizado para la toma de datos se basa en el empleo de una estación total, pues combina y simplifica el trabajo que se haría con un tránsito y un nivel montado, ya que nos permite medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias.

Conociendo las coordenadas del lugar donde se ha colocado la Estación es posible determinar las coordenadas tridimensionales de todos los puntos que se midan. Procesando posteriormente las coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y presentar gráficamente los detalles del terreno considerados.

Con las coordenadas de dos puntos se hace posible además calcular las distancias o el desnivel entre los mismos puntos aunque se hubiese estacionado en ninguno. Se considera en topografía como el proceso inverso al replanteo, pues mediante la toma de datos se dibuja en plano los detalles del terreno actual.

La estación total es un dispositivo electrónico, para medición de distancias y ángulos, funciona emitiendo un haz luminoso ya sea infrarrojo o laser, este rebota en prisma o directamente sobre la superficie, y dependiendo del tiempo que tarde el haz en recorrer la distancia es como determina esa longitud.

En la Ingeniería de la construcción la Estación Total cumple con 2 funciones esenciales:

- **Levantamiento:** Medición y representación de la realidad física existente en el terreno.
- **Replanteo:** Trazar sobre el terreno el diseño de una obra ya estudiada y proyectada.

5.4. EQUIPO UTILIZADO PARA EL PROYECTO

Para la realización de este proyecto se efectuó el levantamiento topográfico con Estación Total marca Sokkia, modelo set 650x, está formado por varias partes indispensables y accesorios para su correcto desempeño. Cada parte o accesorio cumple con una función específica que el técnico debe conocer. Las partes indispensables son:

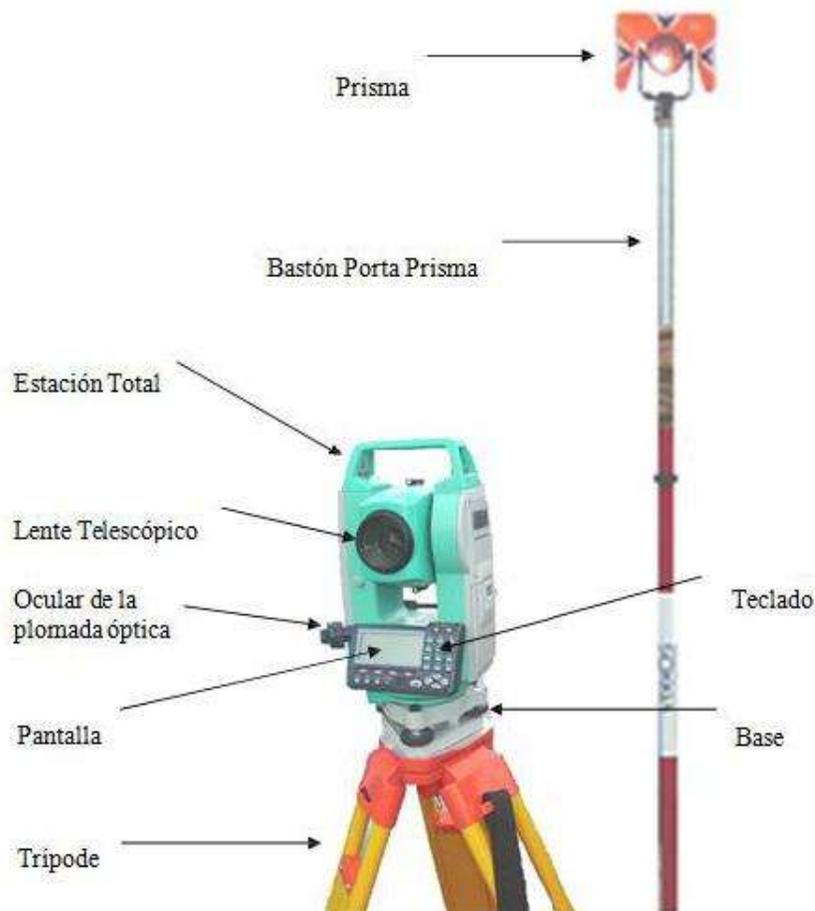
TRIPIE	Es la estructura sobre la que se monta el aparato en el terreno.
BASE NIVELADORA	Es una plataforma que usualmente va enganchada al aparato, sirve para acoplar la Estación Total sobre el Trípode y para nivelarla horizontalmente. Posee 3 tornillos de nivelación y un nivel circular.
ESTACION TOTAL	Es el aparato como tal, y básicamente está formado por un lente telescópico con objetivo laser, un teclado, una pantalla y un procesador interno para cálculo y almacenamiento de datos. Funciona con baterías de litio recargables.
PRISMA	Es conocido como objetivo (target) que al ubicarse sobre un punto desconocido y ser observado por la Estación Total capta el láser y hace que rebote de regreso hacia el aparato. Un levantamiento se puede realizar con un solo prisma pero para mejorar el rendimiento se usan al menos dos de ellos.
BASTON PORTA PRISMA	Es una especie de bastón metálico con altura ajustable, sobre el que se coloca el prisma. Posee un nivel circular para ubicarlo con precisión sobre un punto en el terreno. Se requiere un bastón por cada prisma en uso.

Entre los accesorios más comunes tenemos:

BRÚJULA	Usualmente viene incluida en el paquete, al ensamblarla al aparato sirve para orientar la Estación Total hacia el Norte Magnético en el caso que se deba trabajar con coordenadas asumidas.
CARGADOR	Tiene capacidad para cargar 2 baterías simultáneamente por medio de corriente alterna (AC, 110 voltios). Una batería cargada brindará un servicio aproximado de 6 horas de trabajo continuo en campo, por lo que siempre deberá contarse con una batería adicional cargada.
HERRAMIENTAS	Es un juego formado por pinzas, desarmador, escobilla y franela para realizar el mantenimiento normal del aparato.
MALETA PORTATIL	Es un estuche plástico rígido con protección interna de espuma sintética para transportar el aparato a salvo de golpes y de la intemperie como la humedad, polvo, etc.

CABLE DE DESCARGA

Cable especial para descarga de datos del aparato a una computadora. El tipo de salida usual es ahora hacia puerto USB.



5.5. USO DE LA ESTACIÓN TOTAL

5.5.1 Montaje de la Estación Total

Durante el trabajo de campo la parte más ardua es realmente el montaje del instrumento sobre un punto topográfico. Puede llegar a ser difícil para un técnico sobre todo considerando las irregularidades del terreno y el agotamiento físico, considere que durante un levantamiento será necesario mover e instalar de nuevo el aparato en muchas ocasiones, y para que esto no afecte el rendimiento del trabajo en campo se debería realizar este procedimiento en un lapso no mayor a 3 minutos en situaciones más o menos regulares. Esto se logra solamente con la

práctica continua, ya que al hacerlo por primera vez es común que una persona tarde aproximadamente 15 minutos en realizar el montaje.

El procedimiento de montaje se puede subdividir en 3 partes secuenciales:

- Selección y Marcado del Punto de Control Topográfico.
- Montaje y Centrado del Instrumento.
- Nivelación del aparato.

5.5.2. Selección y marcado del punto de control Topográfico

Esta es una forma de llamar al punto sobre el terreno donde se desea montar el aparato. Esta selección no tiene ninguna complicación más que la de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- **Buena visibilidad**, ya que mover e instalar de nuevo el aparato resulta a veces tedioso se debe escoger una ubicación estratégica desde la que se puedan observar la mayor cantidad de puntos posibles. Usualmente escogemos el centro en un cruce de calles, ya que desde este punto tenemos la mejor visibilidad posible en 4 direcciones diferentes. Además visualizamos adecuadamente el siguiente punto de control topográfico.

- **Seguridad personal y del equipo topográfico**, sobre todo en calles donde existe un tráfico constante de vehículos se requiere tomar precauciones y probablemente escoger el centro de la calle no sea la mejor alternativa. Para prevenir accidentes el personal de campo deberá usar chalecos refractivos y colocar conos de precaución alrededor del aparato en el sentido del tráfico.

Una vez escogido el punto de control es necesario realizar una marca perdurable en el terreno. Esta marca depende del tipo de terreno y puede utilizar clavos de acero, pintura en spray, crayones o marcadores indelebles, etc. La idea es que la marca sea visible durante al menos 5 días después del levantamiento ya que este mismo punto se puede utilizar más adelante.

5.5.3. Montaje, centrado nivelado del instrumento

Un adecuado montaje del instrumento facilitará enormemente el Centrado y Nivelación del Aparato, y por ello se debe realizar correctamente siguiendo las mejores prácticas recomendadas por el fabricante, estas se explican gráficamente para un mejor entendimiento.

5.3.1. Monte el Tripie

Tomándolo con las patas cerradas apóyelo de pie sobre el punto, suelte los seguros para que las patas se extiendan libremente y levántelo desde la

plataforma superior hasta más o menos el nivel de la barbilla del operador, cierre los 3 seguros para fijar la extensión de las patas.

Separe las patas del tripie asegurándose de que están a igual distancia y que la cabeza del tripie este más o menos nivelada. Coloque el tripie de forma que la cabeza este por encima del punto topográfico y luego fije bien las patas al suelo.

Fig. 1 - Punto topográfico donde se pondrá el tripie.



Fig. 2 - Se coloca el tripie sobre el punto topográfico.



Fig. 3 - El tripie se posiciona a la altura de la barbilla.



Fig. 4 - Se aprietan los tornillos en cada uno de sus extremos del tripie.



Fig. 5 - Se abren las patas con separaciones iguales y sobre el punto observado.



Fig. 6 - Se ajusta la cabeza para que quede nivelada, esto se hace verificando que las puntas de las patas queden seguras y no se muevan. Una vez hecho esto proseguimos a aflojar los tornillos para subir o bajar la plataforma donde se asentara la estación.

Fig. 7 - Hecho lo anterior solo queda verificar visualmente que esta nivelada horizontalmente.



Fig. 8 - Se abre el maletín donde está la estación procurando hacerlo en la posición que se ilustra en la figura.



Fig. 9 - Una vez abierto el maletín se tiene que poner mucha atención en la manera en como viene la Estación de tal manera que no se maltrate.



Fig. 10 - Se saca la estación con mucho cuidado, se debe sostener con ambas manos para que no se caiga.



Fig. 11 - Se coloca la Estación sobre la cabeza del tripie, y sujetando con una mano al instrumento aprieta el tornillo de fijación.



Fig. 12 - Se pone la batería en la estación para enfocar el punto topográfico mediante la función del láser (TILT”)



Fig. 14 - Con el láser se fija el punto topográfico; dejando fija una de las patas y moviendo las otras dos hasta encontrar el punto.



Fig. 15 - Vista del láser al punto topográfico.

5.3.2. Nivelación del aparato

Para la nivelación se debe seguir un procedimiento específico, de lo contrario podría no lograrlo o tomarle demasiado tiempo. Con la práctica continua no representará ningún problema realizarlo bien en un par de minutos. Además separamos el proceso en Nivelación 1 (tripie), Nivelación 2 (Base Niveladora) o Nivelación 3 (electrónica o de pantalla)

Nivelación 1 (tripie)



Fig. 16 - Centrar el nivel de burbuja se logra ajustando las patas del tripie, por conveniencia, ya sea acortando la pata más próxima a la burbuja, o bien alargando la pata más alejada de la burbuja, se deja fija una de las patas y ajustar las otras. Se debe tener muy en cuenta la manera de ajustar las patas, se observa en la figura que ambas manos deben sostener los tubos para facilitar el deslizamiento de la barra de la pata para obtener una mejor precisión en el nivel circular.

Fig. 17 - Centrado de la burbuja



Nivelación 2 (base niveladora)

Afloje el tornillo de movimiento horizontal para girar el instrumento hasta que el nivel de burbuja esté paralelo a una línea situada entre dos tornillos (A y B) de nivelación de la base.

Fig. 18 - Centre la burbuja de aire moviendo los tornillos A y B de nivelación de la base simultáneamente y en direcciones opuestas (ambos hacia adentro o ambos hacia afuera). La burbuja se mueve hacia el tornillo que se gire en sentido horario.



Fig. 19 - Gire 90° la parte superior del instrumento en sentido horario, el nivel de burbuja estará ahora perpendicular a una línea situada entre los tornillos A y B de nivelación. Entonces utilice el tornillo C de nivelación para centrar la burbuja.



Fig. 20 - Gire el instrumento y compruebe que la burbuja está en la misma posición en todas las direcciones. Si no es así repita el procedimiento de nivelado.



NOTA: Luego mirando con el láser verifique que el punto topográfico permanece centrado, de lo contrario afloje el tornillo de centrado y corrija la desviación suavemente. Vuelva a apretar bien el tornillo de centrado.

Finalmente compruebe otra vez que la burbuja permanece centrada en el nivel tubular, sino corrija el desplazamiento con el procedimiento.

Nivelación 3 (electrónica o de pantalla).

Existe así mismo otro tipo de nivelación conocido como Nivelado por Pantalla, en que el aparato le muestra la desviación en 2 ejes y se corrige con los tornillos de nivel, como se muestra a continuación:

Introduce la pila en la estación, pulse ON (Encender) en el teclado del instrumento. (Fig. 21)

Fig. 21



De la pantalla principal presionar en “MEAS” y posteriormente presionar el botón “FUNCION” hasta encontrar la función “TILT” y presionar. (Fig. 22)



Poner la pantalla paralela a una de las caras de la base. Con los tornillos de nivelación centrar el punto en el nivel circular (girar simultáneamente los tornillos de en frente “hacia adentro o hacia fuera según se requiera”, y luego el tornillo sobrante en la dirección que se requiera). El rango será de -10 a 10, en “X” y en “Y” respectivamente. (Fig. 23)





5.6. Selección del archivo de trabajo

Encienda el aparato pulsando “ON” en el teclado, desde esta pantalla puede acceder a los menús divididos en tres categorías básicas:

- **MEAS (Medición):** Para realizar cualquier tipo de medición.
- **MEM (Memoria):** Administra los archivos de trabajo.
- **CNFG (Configuración):** Modifica la configuración del aparato.

Como se puede observar en la figura, en este caso se encuentra abierto el último archivo en el cual se trabajó, y si realizamos alguna medición esta quedara guardada precisamente en ese archivo. Si queremos seleccionar otro archivo de trabajo se debe proceder como se muestra a continuación:

Seleccionar el modo “MEM” (F3), dar “ENTER” en “JOB” (trabajo), utilice las flechas de navegación del teclado para escoger la opción “Job Selection” (Selección de trabajo) dar “ENTER”. Luego entrar en “LIST” (LISTA), Use las teclas de navegación para escoger un trabajo considerando que a la derecha del nombre del archivo aparece un número que indica la cantidad de puntos guardados en el archivo. Si desea un trabajo en blanco escoja un archivo con “0” (cero) puntos. Un asterisco (*) a la derecha indica que el archivo aún no ha sido descargado. (Fig. 24).

Fig. 24



Para editar el nombre de un trabajo, dar “ESC” hasta encontrar en la pantalla JOB y dar “ENTER” en “JOB name edit” (editar el nombre de un trabajo) y dar “ENTER” en el trabajo. Una vez editado el nombre darle “ENTER”. (Fig. 25).

Fig. 25



NOTA: “BS” sirve para borrar letras o números, “SFT” sirve para cambiar de mayúsculas a minúsculas y cambiar a números.

Para seleccionar el trabajo, “ESC” hasta la pantalla JOB dar “ENTER” en “JOB Selection” luego en “LIST” y finalmente en el trabajo. Aparecerá en la pantalla el nombre del trabajo dos veces. Finalmente presionar “ESC” hasta la pantalla principal en la cual aparecerá el nombre del trabajo. (Fig. 26)

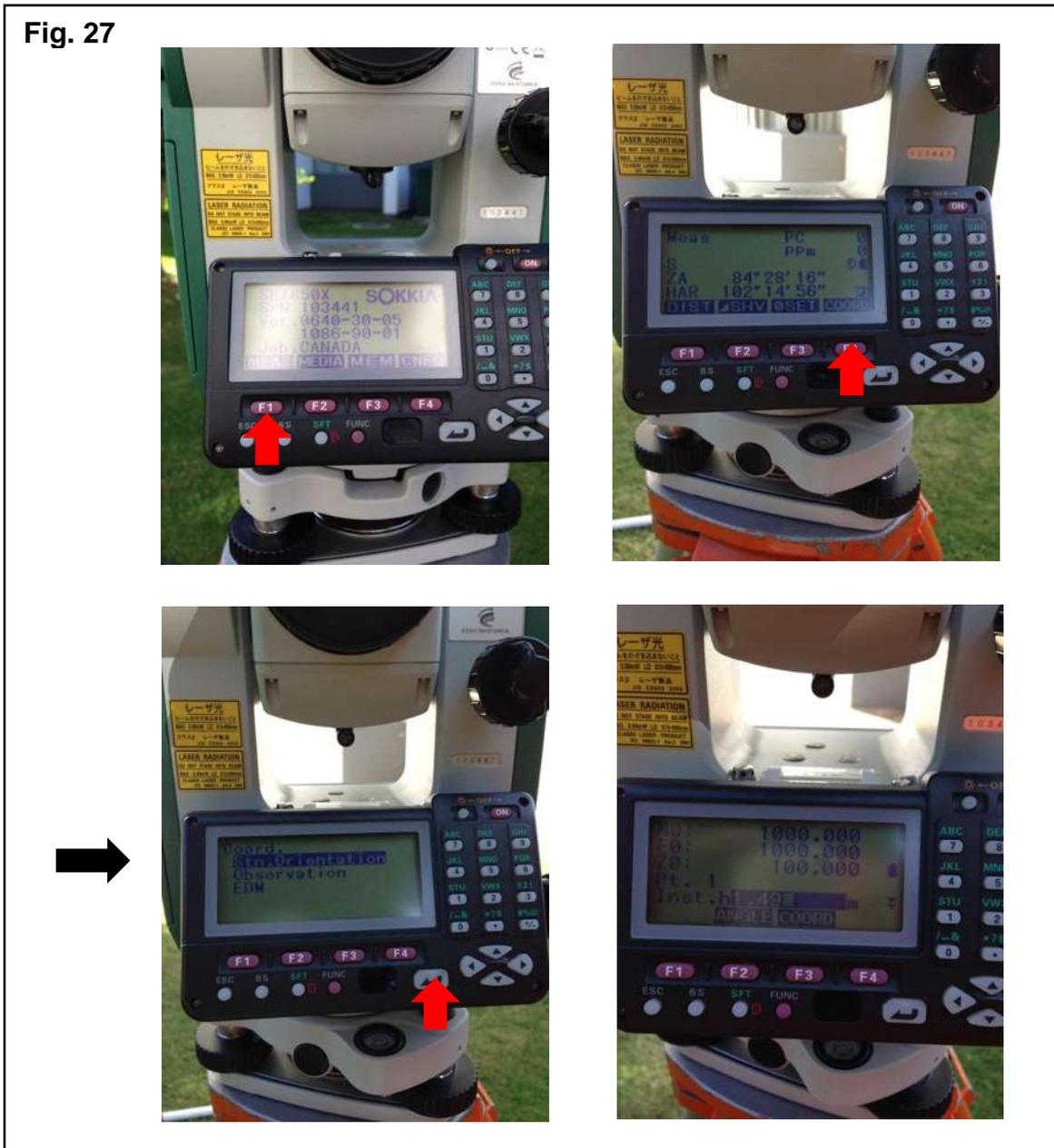
Fig. 26



5.7. Poner coordenadas.

De la pantalla principal presionar “MEAS” luego presionar “COORD” (F4), después presionar ENTER en “Stn. Orientación” (Estación Orientación). Por ultimo editar las coordenadas “generalmente se ponen 1000 unidades en todos los planos para trabajos de pequeñas distancias”, lo anterior es para trabajar con unidades positivas; así también se introduce las alturas tanto de la Estación (Inst. h) como la del prisma (Tgt. H), Presionando (REC) guarda todos los cambios. (Fig. 27)

Fig. 27



Para las alturas tanto de la Estación como la del Prisma; se tendrá que medir con cinta, en el caso de la Estación será desde el punto hasta la altura de la Estación. La altura del prisma será desde el punto hasta el nivel medio de dicho prisma. (Fig. 28)

Fig. 28



Al guardar, se tendrá que editar el nombre dejando el de EST 1 (por ser nuestra primera estación) tanto en punto (Pt), como en el Código (Code). Al final se le presiona OK (F1).

En el menú “Operator” seleccionamos “ANGLE” y con la ayuda del clisímetro orientamos el instrumento al norte, ya que este orientada al norte, damos ángulo inicial de 0°0’0’’ y damos “OK”. (Fig. 29)

Fig. 29





Ahora si comenzamos a hacer el levantamiento tomando todos los detalles necesarios como son señales, postes, guarniciones, alcantarillas, construcciones y seccionamos el tramo a cada 20m.

Se hacen los cambios de estación que se requieran para lo cual es indispensable ir marcando las estaciones al tiempo que se está haciendo el levantamiento para que de esta manera también se guarden los datos de cada estación y al momento de hacer los cambios de estación verificar que las coordenadas coincidan.

Para hacer los cambios de estación se mueve el instrumento a la estación de adelante y se visa a atrás y se sigue el procedimiento antes descrito, solo que al orientar la estación, en lugar de poner el ángulo en 0 se elige la opción de BACK SIGHT y se dan las coordenadas de la estación en la que se encuentra, obtenidas de la estación anterior, y las de la estación a la que se está visando. Se dispara el láser y las coordenadas que arroje el instrumento deben ser las mismas que se dieron de referencia para la estación de atrás.

5.8. Descarga y procesamiento de datos

Una vez que se halla ejecutado todo el levantamiento se procede a descargar los datos en una computadora con ayuda de un software incluido en la estación. Los datos que se obtiene contienen el código utilizado para reconocer cada uno de los objetos levantados y las coordenadas X, Y y Z de cada punto.

El software de la estación nos descarga los datos en un archivo de texto (*.txt) y de esta forma es más sencillo procesarlos y trabajar con ellos. Los datos

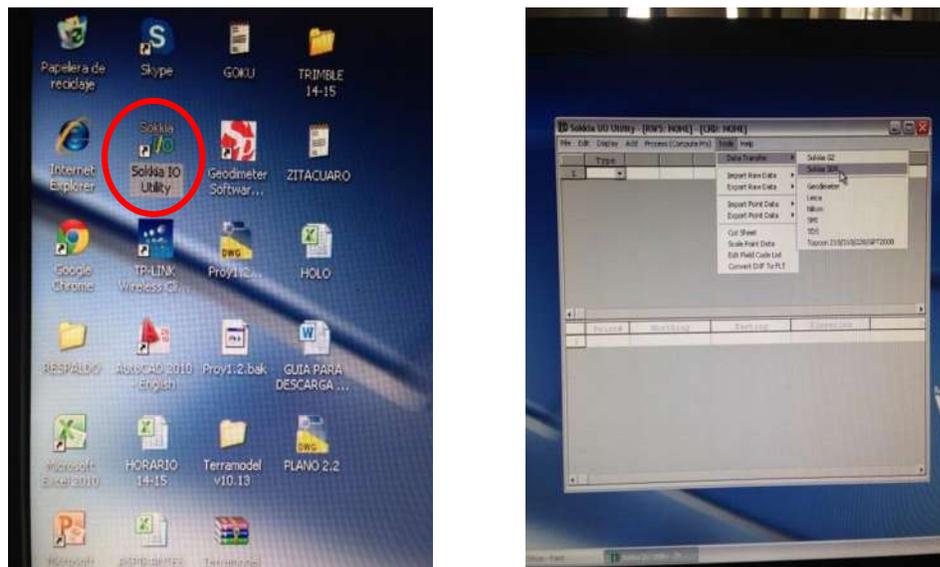
siempre fueron tomados como coordenada Norte (Y), coordenadas este (X), y coordenadas Z, por lo que al descargar los datos el software nos los da en coordenadas Y, X y Z; esto debe tomarse en cuenta al momento de trabajar con los datos para evitar errores y trabajar con valores erróneos.

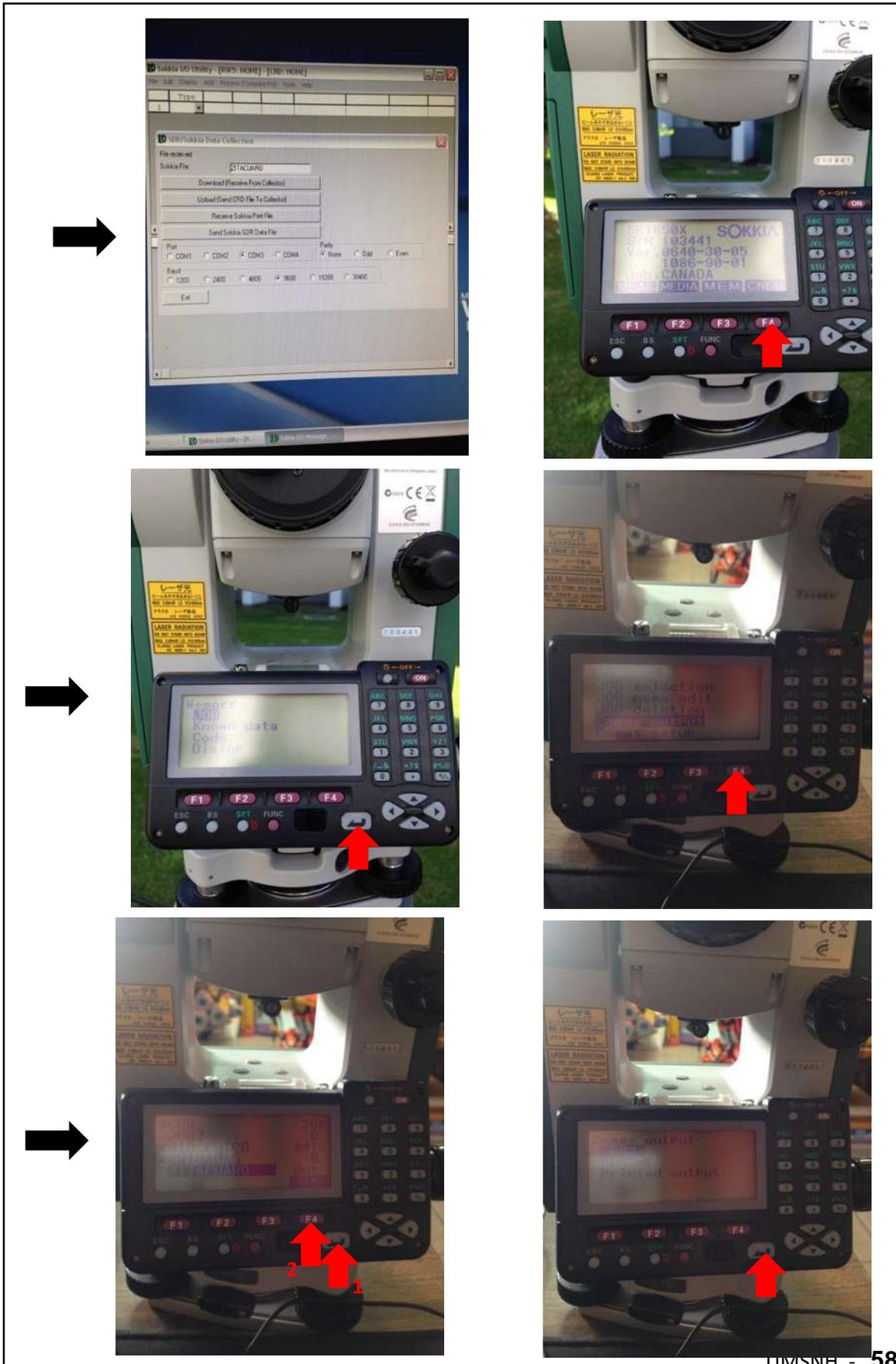
5.8.1. Descarga de datos

El programa que se utiliza para la descarga de datos es el “Sokkia IO Utility” y el procedimiento es el siguiente:

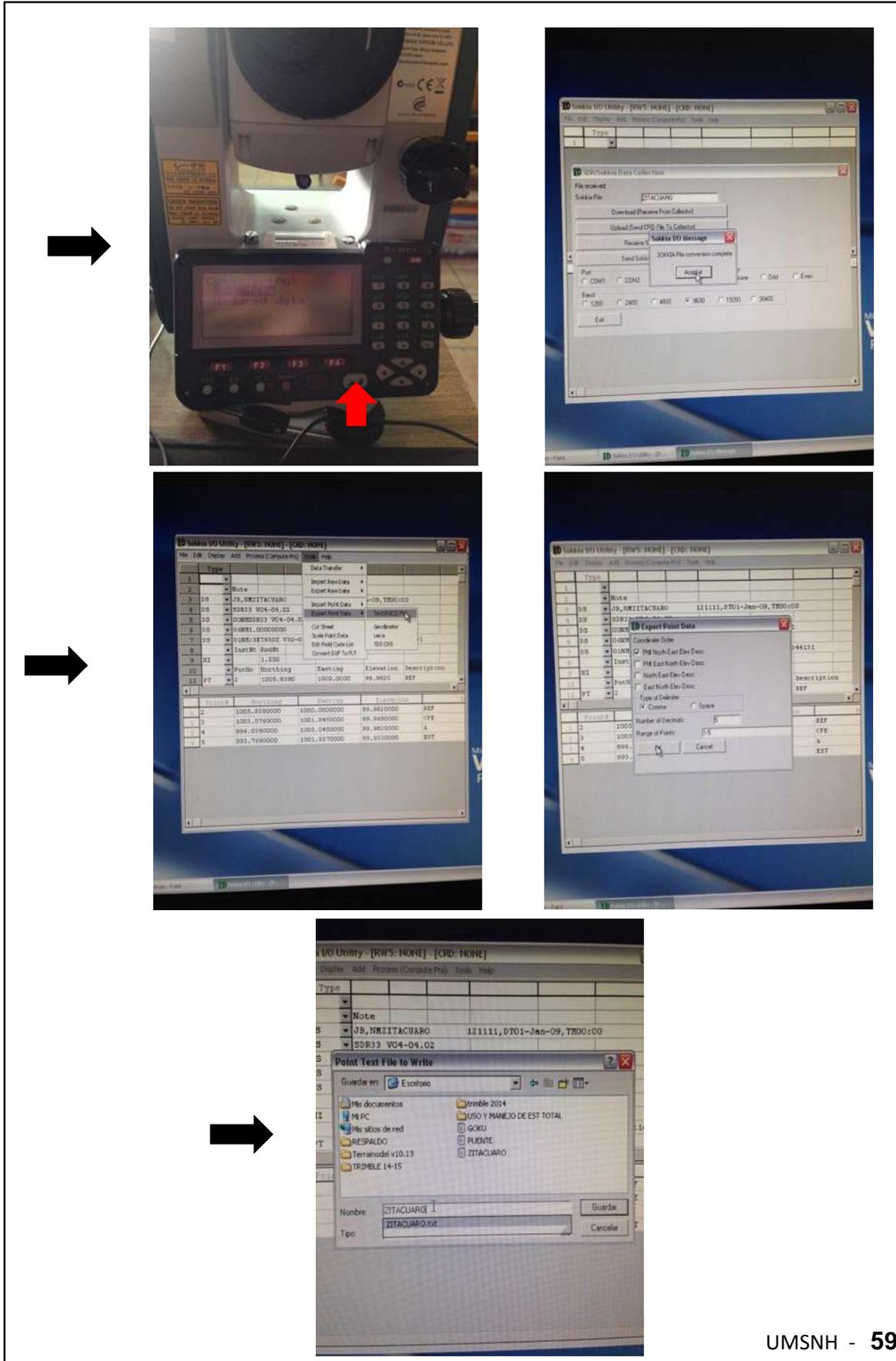
Sokkia IO Utility > Tools > Data Transfer > Sokkia SDR > Sokkia File va el nombre del archivo a descargar - la Estación tiene que estar conectada a la computadora con el cable de descarga, entonces ON > MEM > JOB > Comms output > selecciona el archivo > Enter > OK > SDR33 > Obs data – Se debe dar Download en la computadora, después Enter en la estación y comienza la descarga y después damos “aceptar”, para obtener el archivo en block de notas damos nuevamente Tools > Importar Point Data > Text/ASCII File > Ok (en la siguiente ventana) > Damos el nombre del archivo y donde lo vamos a guardar y dar clic en > Guardar, el cual se guarda como bloc de notas (*.txt). (Fig. 30)

Fig. 30





“Uso de la Topografía Digital para la Elaboración de Proyecto Geométrico del Camino Francisco Serrato – San Bartolo. Tramo del km 0+000 al km 4+000”



5.9. Proceso de datos en CivilCAD

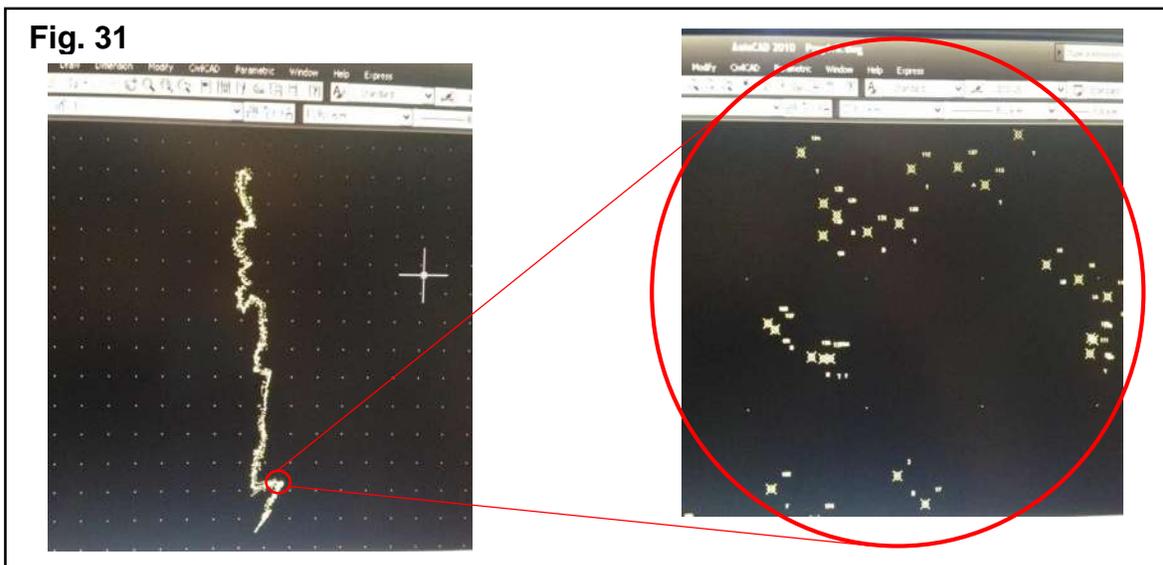
Existen varios software que nos auxilian para optimizar los tiempos y presentar un trabajo mejor, uno de ellos y muy comúnmente usado es el CivilCAD.

CivilCAD es un módulo de AutoCAD específicos para los profesionales de la Ingeniería Civil y Topografía de habla hispana. Desarrollado en colaboración con ingenieros que cuentan con amplia experiencia en el manejo de AutoCAD, CivilCAD es una herramienta que permite acelerar y facilitar las fases del diseño y dibujo de planos ejecutivos de proyecto. CivilCAD tiene ayuda en español y rutinas útiles para anotación automática de datos en líneas y arcos, generación de cuadros de construcción de polígonos y de curvas, reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas, resumen de áreas, generación automática de perfiles, secciones de construcción, curvas de nivel, cálculo de volúmenes, dibujo de polígonos, curvas y mucha utilería más. CivilCAD cuenta con extensas cajas de dialogo que facilitan la entrada de datos. CivilCAD puede ser utilizado en conjunto con otras aplicaciones sin interferir en su uso para cubrir las diversas necesidades del estudio de la Ingeniería Civil y Topografía.

Para procesar los datos se sigue el siguiente procedimiento:

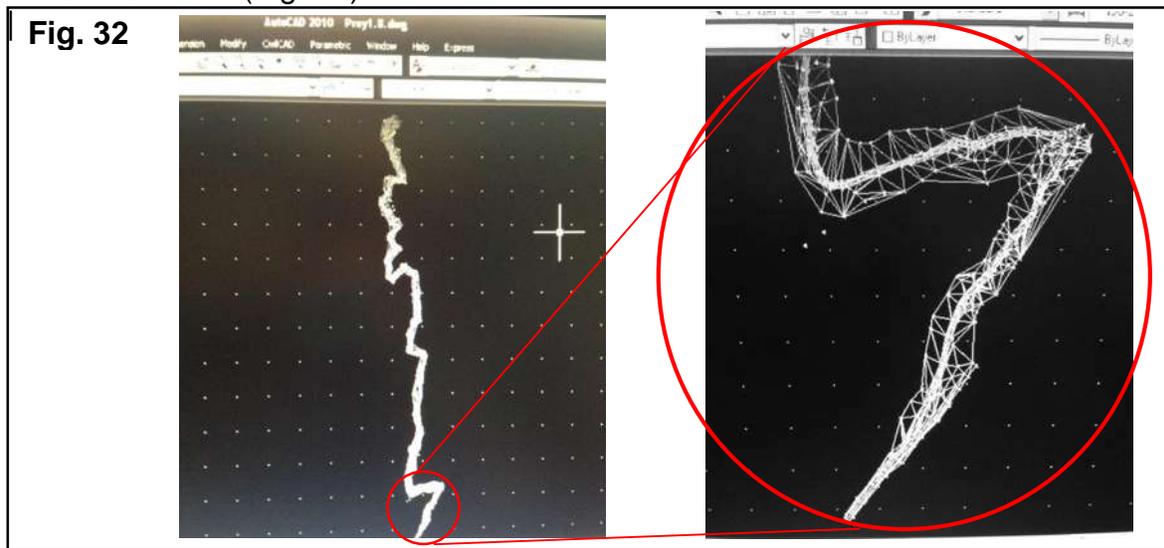
Se abre AutoCAD, en la barra de herramientas se selecciona CivilCAD > Puntos > Terreno > Importar. Seleccionamos la opción de cómo nos importará los datos, en este caso es YXZ, pues es así como los descargamos de la Estación Total. En la ventana que aparece se busca la ubicación del archivo que contiene los datos del levantamiento, lo seleccionamos y le damos “abrir”.

Después del procedimiento anterior lo que se obtiene en AutoCAD son todos los puntos del terreno que fueron levantados, cada uno tiene su código y su número de punto, como se muestra a continuación en Fig.31.

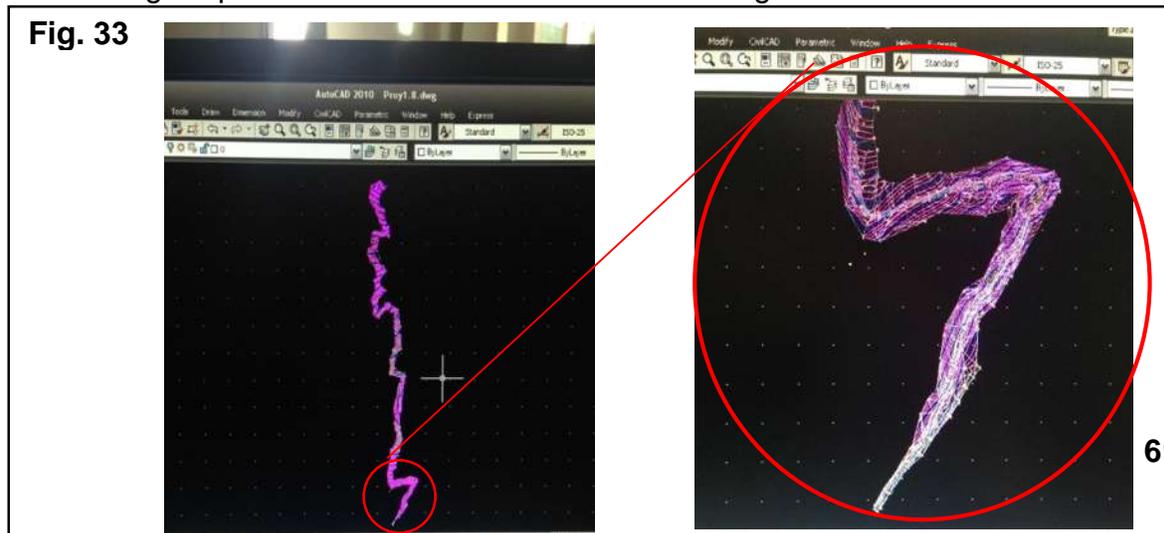


Con los puntos del terreno natural que tienen coordenadas en tres dimensiones y con ayuda de CivilCAD se pueden obtener las curvas de nivel del terreno para lo cual es necesario efectuar primero la triangulación del terreno.

Para generar la triangulación hacemos: CivilCAD > Altimetría > Triangulación > Terreno. El panel inferior nos pregunta si queremos hacerlos en base a puntos existentes o curvas de nivel ya dibujadas sobre el mapa. Puesto que lo que tenemos son puntos, escribimos la letra P, luego hacemos Enter. Seleccionamos todos los objetos y en la parte inferior debería decirnos los objetos que son seleccionados. Nuevamente hacemos Enter, y el sistema nos pregunta qué distancia usaremos para la triangulación en los puntos perimetrales. Esta depende de la distancia que a las que se tomaron los cadenamamientos, después damos Enter. Indicamos como ángulo mínimo 1 grado, hacemos Enter y éste debe ser el resultado. (Fig. 32).



Ya con las triangulaciones hechas la herramienta CivilCAD nos proporciona las curvas de nivel mediante interpolaciones que realiza en las triangulaciones obtenidas anteriormente, el procedimiento es CivilCAD > Altimetría > Curvas de Nivel > terreno. Se indican las distancias a las que se quieren obtener las curvas, estas son las secundarias (llamadas en CivilCAD delgadas) sean a cada 1.0 metros y las principales (gruesas) a cada 5.0 metros. Y para que las curvas se suavicen en los vértices usaremos un factor de 10 y el resultado debe ser la imagen que se muestra a continuación en la Fig. 33.



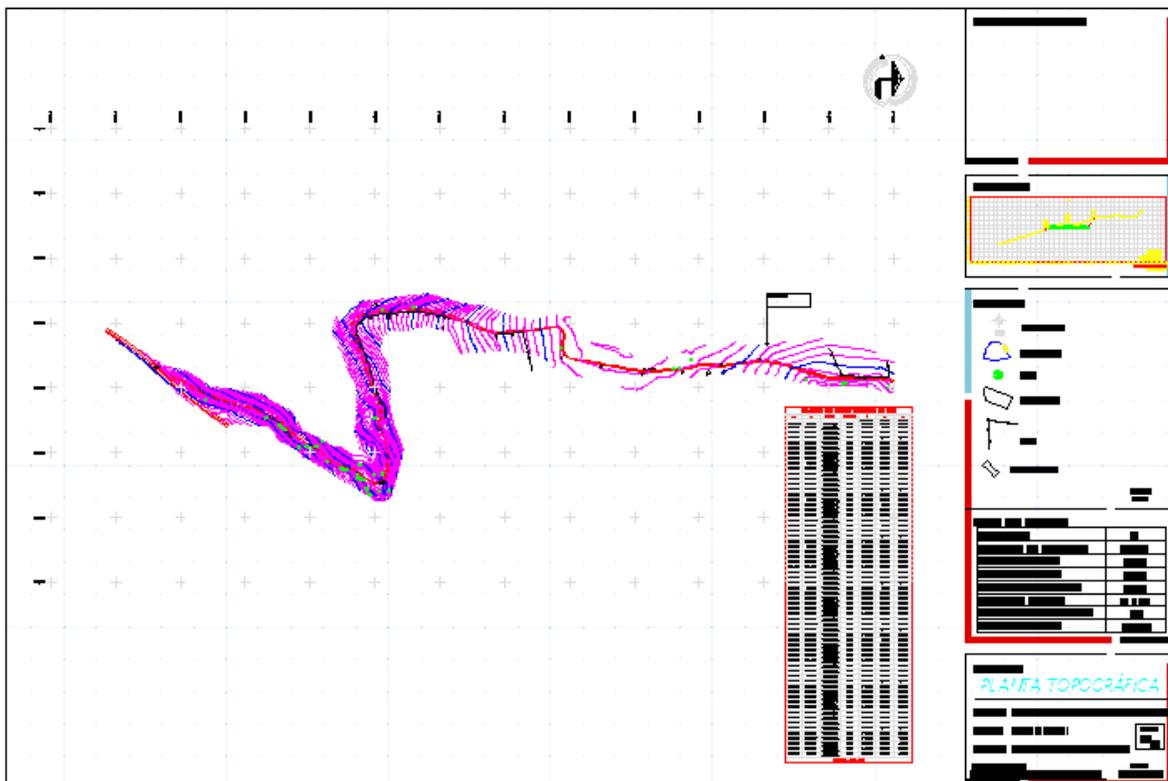
Se deben tener cuidado de ~~eliminar las triangulaciones~~ que resulten entre puntos lejanos, a juicio del proyectista, pues nos pueden dar datos erróneos en las curvas de nivel.

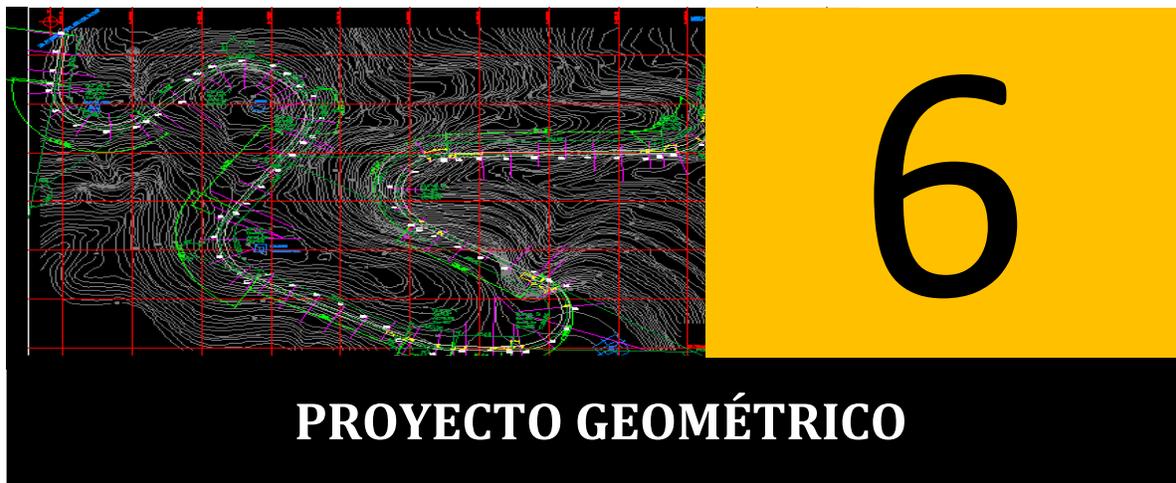
5.10. Plano topográfico

Auxiliándome de los códigos de los puntos levantados se procede a dibujar el plano topográfico, el cual debe de llevar los siguientes datos:

- Cuadro de datos del eje de trazo.
- Croquis de localización.
- Retícula de coordenadas.
- Norte.
- Curvas de nivel.
- Cuadro de datos del proyecto.
- Simbología.
- Infraestructura existente.

En la siguiente figura se muestra un plano topográfico con todos los datos necesarios para la entrega.





6.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

6.1.1. Definición de términos

Acotamiento	Faja contigua a la calzada, comprendida entre su orilla y la línea de hombros de la carretera o, en su caso, la guarnición de la banqueteta o de la faja separadora.
Alineamiento horizontal	Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.
Alineamiento vertical	Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.
Banqueta	Faja destinada a la circulación de peatones, ubicada generalmente a un nivel superior al de la calzada.
Bombeo	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.
Bordillo	Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén.
Calzada	Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.

Cero	En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o del corte y el terreno natural.
Contracuneta	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
Corona	Superficie terminada de una carretera comprendida entre sus hombros.
Cuneta	Canal que se ubica en los cortes, en uno o en ambos lados de la corona, contiguo a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona y/o el talud.
Curva Circular horizontal	Arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas.
Curva Espiral de Transición	Curva de alineamiento horizontal que liga una tangente con una curva circular, cuyo radio varía en forma continua, desde infinito para la tangente hasta el de la curva circular.
Curva Vertical	Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.
Curva Vertical en Columpio	Curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.
Curva Vertical en Cresta	Curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.
Defensa	Dispositivo de seguridad que se emplea para evitar, en lo posible que los vehículos salgan de la carretera.
Derecho de Vía	Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la SCT, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.
Distancia de Visibilidad de Encuentro	Distancia de seguridad mínima para que en caminos de un solo carril, los conductores de dos vehículos, que circulan en sentido contrario, se puedan detener antes de encontrarse.
Distancia de	Distancia de seguridad mínima para que un conductor que

Visibilidad de Parada	transita a la velocidad de marcha sobre el pavimento mojado, vea un objeto en su trayectoria y pueda pararse antes de llegar a él.
Distancia de Visibilidad de Rebase	Distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.
Normas para Proyecto Geométrico	Disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la SCT fija o dicta para la elaboración de sus proyectos geométricos.
Faja Separadora Central	Es la zona que se dispone para precaver que los vehículos que circulan en un sentido invadan los carriles de sentido contrario.
Grado de Curvatura	Angulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte metros de longitud.
Grado Máximo de Curvatura	Límite superior del grado de curvatura que podrá usarse en el alineamiento horizontal de una carretera con la sobre elevación máxima, a la velocidad de proyecto.
Guarniciones	Elementos parcialmente enterrados que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla de la calzada.
Hombro	En sección transversal, punto de intersección de las líneas definitivas por el talud del terraplén y la corona o por ésta y el talud interior de la cuneta.
Horizonte de Proyecto	Año futuro que corresponde al final del periodo previsto en el proyecto de la carretera.
Lavadero	Obra complementaria de drenaje, que se construye para desalojar las aguas de la superficie de la carretera y evitar su erosión.
Libradero	Ancho adicional que se da a la corona de las carreteras de un solo carril, en una longitud limitada, para permitir el paso simultaneo de dos vehículos.
Longitud Critica	Es la longitud máxima de una tangente vertical con pendiente mayor que la gobernadora, pero sin exceder la máxima.

Pendiente	Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.
Pendiente Gobernadora	Es la pendiente que teóricamente puede darse a las tangentes verticales en una longitud que no exceda a la longitud crítica correspondiente.
Pendiente Mínima	Es la menor pendiente que en una tangente vertical debe tener en los tramos en corte para el buen funcionamiento del drenaje de la corona y las cunetas.
Rasante	Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.
Sección Transversal	Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
Sobreelevación	Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal para contrarrestar, parcialmente, el efecto de la fuerza centrífuga.
Talud	Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.
Tangente Horizontal	Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.
Tangente Vertical	Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.
Transición Mixta	Distancia que se utiliza para pasar de la sección en tangente a la sección en curva circular y viceversa.
Transito Diario Promedio Anual (TDPA)	Número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un año, dividido entre el número de días de un año.
Velocidad de Marcha	Velocidad media de todos o de un grupo de vehículos, obtenida dividiendo la suma de las distancias recorridas entre la suma de los tiempos de recorrido en que los vehículos estuvieron efectivamente en movimiento.
Velocidad de Proyecto	Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico.

6.2. CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS

6.2.1. Clasificación

Las carreteras se clasificarán de acuerdo al Transito Diario Promedio Anual (TDPA) para el horizonte de proyecto, en la forma siguiente:

1. **Tipo “A”**
 - a. Tipo “A₂”, para un TDPA de 3,000 a 5,000 vehículos.
 - b. Tipo “A₄”, para un TDPA de 5,000 a 20,000 vehículos.
2. **Tipo “B”**, para un TDPA de 1,500 a 3,000 vehículos.
3. **Tipo “C”**, para un TDPA de 500 a 1,500 vehículos.
4. **Tipo “D”**, para un TDPA de 100 a 500 vehículos.
5. **Tipo “E”**, para un TDPA de hasta 100 vehículos.

Las normas geométricas de las carreteras clasificadas, variaran según las características topográficas del terreno que atraviesen. Se consideran los siguientes tipos de terreno:

- Plano.
- Lomerío.
- Montañoso.

6.2.2. Características

Los valores de las principales características geométricas están en la siguiente tabla:

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																														
		E		D		C		B		A																						
TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO		HASTA 100		100 a 500		500 a 1500		1500 a 3000		MAS DE 3000																						
TERRENO		MONTAÑOSO		LOMERIO		PLANO																										
VELOCIDAD DE PROYECTO	km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	80	90	100	110																	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	50	40	55	75	95	30	40	55	75	95	15	35	55	75	95	115	135	155	175												
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	-	-	-	-	-	35	00	22	5	27	35	80	225	270	345	360	425	490	525	570	615	360	400	450	490						
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75						
CURVAS	K	CRESTA	m/%	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72					
		VALLE	m/%	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37
VERTICALES	LONGITUD MINIMA	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9	7	-	-	-	6	-	-	-	6	5	-	-	-	5	4	-	-	4	3	-	-	-	-	-						
PENDIENTE MAXIMA	%	13	10	7	-	-	12	9	6	-	8	7	5	-	-	7	6	4	-	6	5	4	-	-	-	-						
ANCHO DE CALZADA	m	-	40	-	-	-	60	-	-	-	60	-	-	-	70	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-						
ANCHO DE CORONA	m	-	4.0	-	-	-	6.0	-	-	-	7.0	-	-	-	9.0	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-						
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	1.0	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-						
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-						
BOMBEO	%	-	3	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-						
SOBRELEVACION MAXIMA	%	-	10	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-						

Tabla 6.1 – Clasificación y características de las carreteras

6.3. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

6.3.1. Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$$Dp = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254f}$$

En donde:

Dp = 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 indican los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de parada que corresponden a velocidades de proyecto de 30 km/h a 110 km/h.

VELOCIDAD DE PROYECTO Km/h	VELOCIDAD DE MARCHA Km/h	REACCIÓN		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL (f)	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

Tabla 6.2 – Distancia de visibilidad de parada

6.3.2. Distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad de rebase, se determina con la expresión:

$$Dr = 4.5V$$

En donde:

Dr = 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 encuentra en la tabla anterior. (Clasificación y Características de las carreteras).

6.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

6.4.1. 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 ella tiene espirales 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 límite especificado.

c) AZIMUT

El azimut definirá la dirección de las tangentes.

6.4.2. Curvas circulares.

Las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud. Los elementos que las caracterizan se muestran en la siguiente figura.

- a. **GRADO MAXIMO DE CURVATURA.**- El valor máximo de del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{m\acute{a}x} = 14600 \frac{(\mu + S_{m\acute{a}x})}{v^2}$$

En donde:

Gmáx = Grado máximo de curvatura.

μ = Coeficiente de fricción lateral.
 v = Velocidad de proyecto.
 $S_{m\acute{a}x}$ = Sobre elevación máxima de la curva, en m/m.

En la Tabla 6.1 se indican los valores de los grados máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

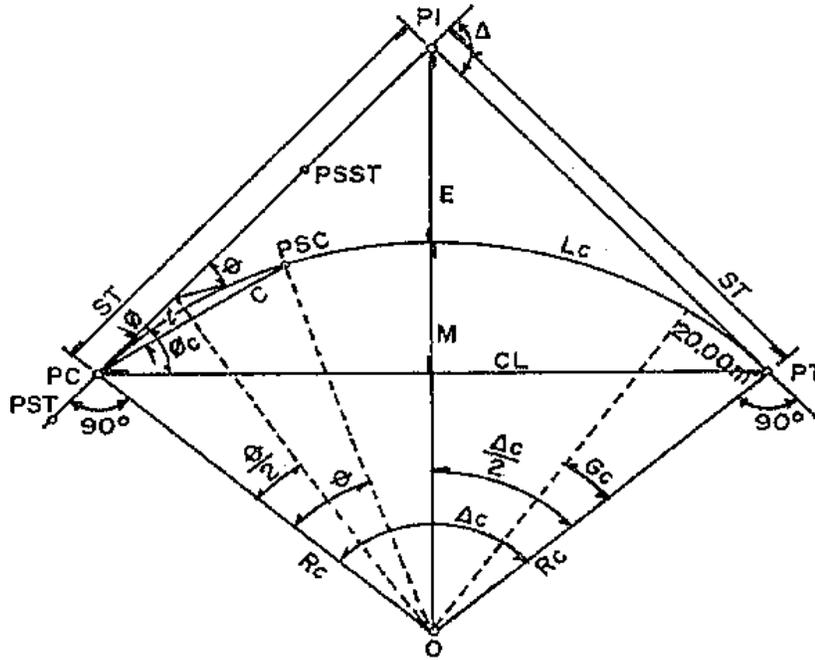


Fig. 6.1 - Elementos de la curva circular simple

- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
- PC Punto donde comienza la curva circular simple.
- PT Punto donde termina la curva circular simple.
- PST Punto sobre tangente.
- PSST Punto sobre sub-tangente.
- PSC Punto sobre la curva circular.
- O Centro de la curva circular.
- A Angulo de deflexión de la tangente
- Ac Angulo central de la curva circular.
- θ Angulo de deflexión a un PSC.
- ϕ Angulo a una cuerda cualquiera.
- θ_c Angulo de la cuerda larga.
- Gc Grado de curvatura de la curva circular
- Rc Radio de la curva circular
- ST Sub – tangente
- E Externa
- M Ordenada media

C	Cuerda.
CL	Cuerda larga.
T	Longitud de un arco.
Lc	Longitud de la curva circular.

- b. **LONGITUD MÍNIMA.**- 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 0.

- c. **LONGITUD MÁXIMA.**- La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado, sin embargo.

6.5. Visibilidad

Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada para una velocidad de proyecto y grado de curvatura dados, para ello, cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia “m” mínima que debe haber entre él y el eje del carril interior de la curva, estará dado por la expresión y la gráfica que aparecen en la Fig. 6.2.

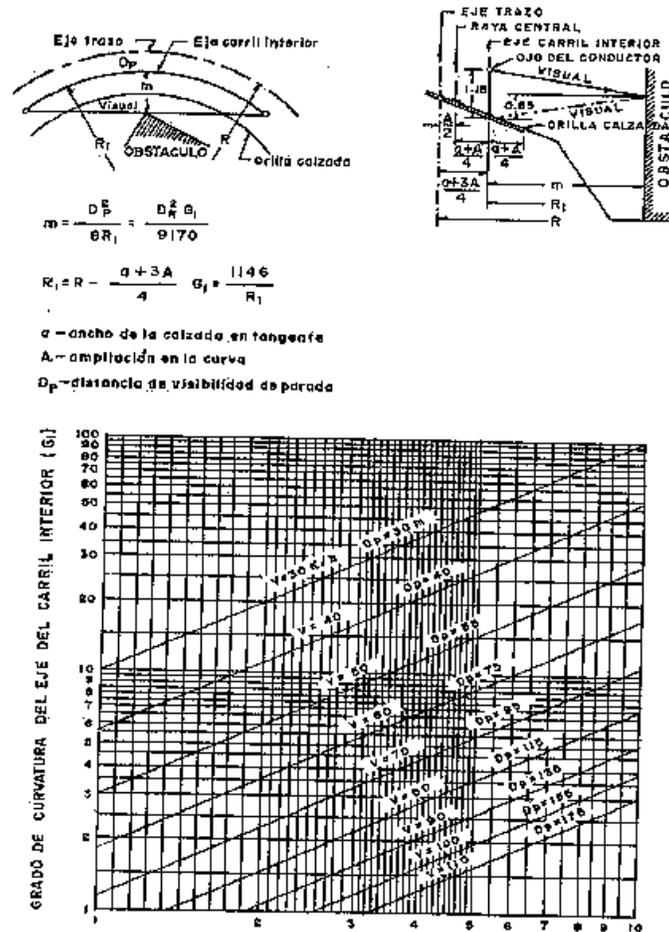


Fig. 6.2 – Distancia mínima necesaria a obstáculos en el interior de curvas circulares para la distancia de visibilidad de parada

6.6. Alineamiento Horizontal de Proyecto

El alineamiento horizontal es la proyección sobre el plano horizontal de la subcorona de un camino, los elementos que lo integran son las tangentes, las curvas circulares y las tangentes de transición.

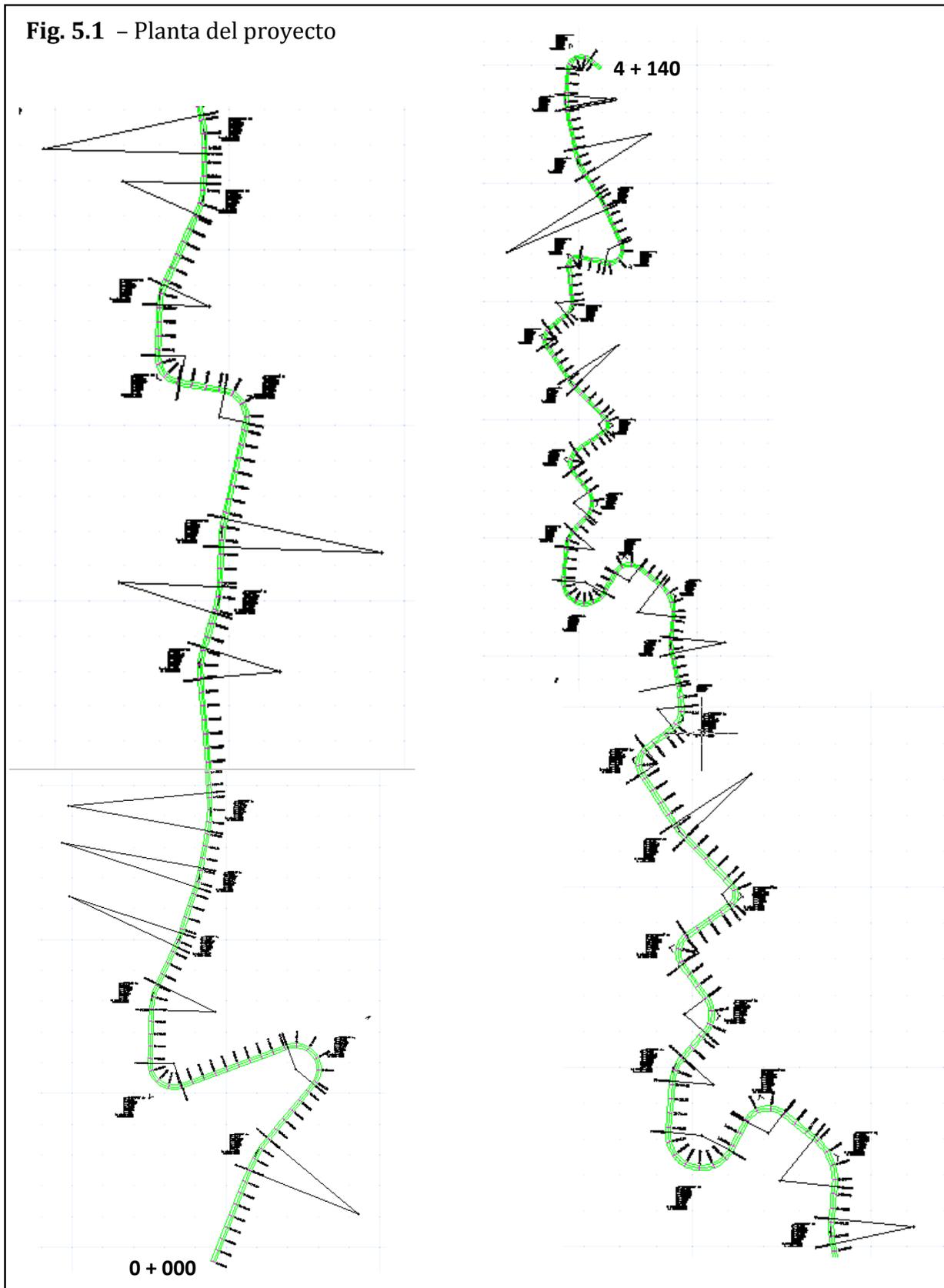
Las recomendaciones generales y que están reconocidas en la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura son:

1. La seguridad al tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe tener preferencia.
2. La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y la velocidad de proyecto.

3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en sí.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser consistente a la topografía.
5. Para una velocidad de proyecto dada, debe evitarse dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible.
6. Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
7. En terraplenes altos y largos solo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, para que el conductor pueda ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.
8. En camino abierto debe evitarse el uso de curvas compuestas, sobretodo donde sea necesario proyectar curvas forzadas. Las curvas compuestas se pueden emplear siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor a 1.5.
9. Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, pues dichos cambios hacen difícil al conductor mantenerse en su carril, resultando peligrosa la maniobra. Las curvas inversas deben proyectarse con una tangente intermedia, la cual permite que el cambio de dirección sea suave y seguro.
10. Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero puede proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500 m.
11. Para anular la apariencia de distorsión, el alineamiento horizontal debe estar coordinado con el vertical.
12. Es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas, pues la atención de los conductores se concentra durante largo tiempo en puntos fijos, que motivan somnolencia, por lo cual es preferible proyectar en alineamiento ondulado con curvas amplias.

6.7. Planta del proyecto

Fig. 5.1 – Planta del proyecto



6.8. ALINEAMIENTO VERTICAL

6.8.1. 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 Tabla 6.1 para los diferentes tipos de carreteras y terrenos.
- PENDIENTE MÁXIMA.**- Los valores determinados para la pendiente máxima se indican en la tabla para los diferentes tipos de carretera y terreno.
- PENDIENTE MÍNIMA.**- La pendiente mínima en zonas con sección en corte y/o balcón no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en zonas con sección en terraplén la pendiente podrá ser nula.
- LONGITUD CRÍTICA.**- Los valores de la longitud critica de las tangentes verticales con dependientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la gráfica mostrada en la Fig. 6.3.

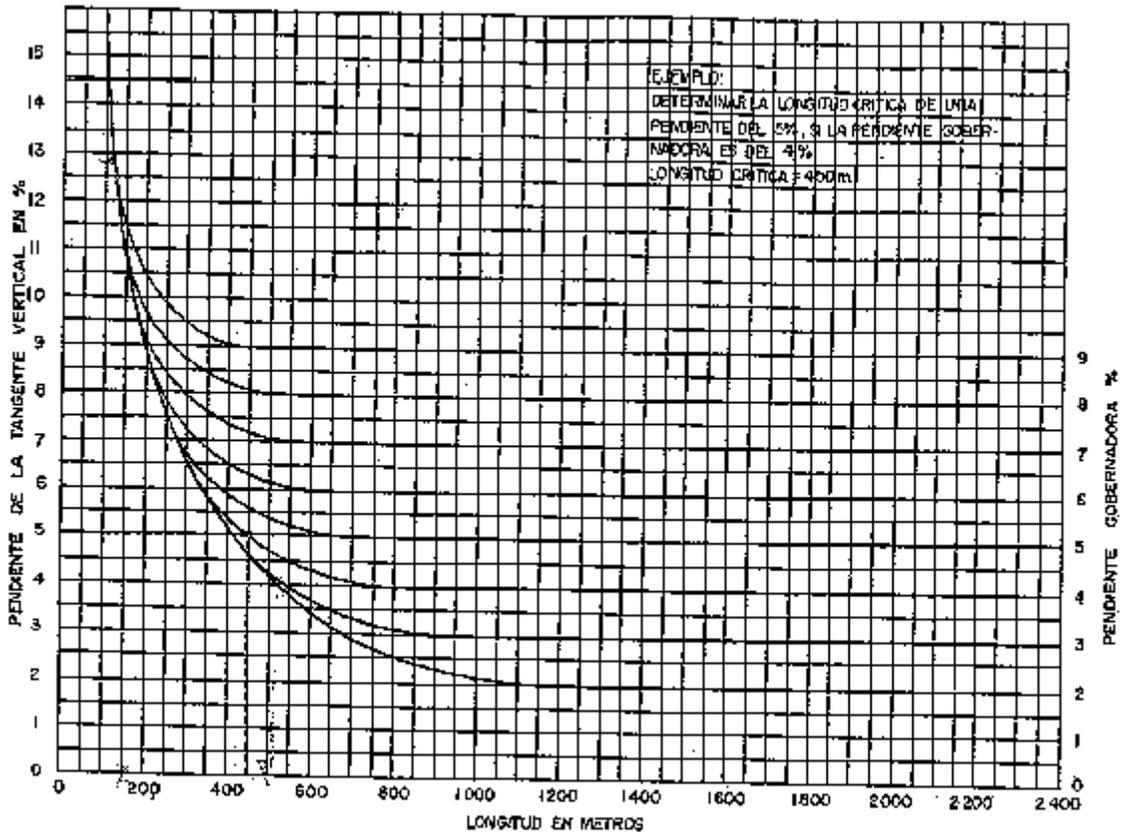


Fig. 6.3 – Longitud crítica en tangentes verticales con pendiente mayor a la gobernadora.

6.8.2. 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:

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

En donde:

D = Distancia de visibilidad, en metros.

H = Altura del ojo del conductor: (1.14 m)

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 de la expresión:

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

En donde:

D = Distancia de visibilidad, en metros.

T = Pendiente de haz luminoso de los faros: (0.0175).

H = Altura de los faros: (0.61 m).

c. REQUISITOS DE VISIBILIDAD

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 Tabla 6.1.

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 Tabla 5.1.

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

VELOCIDAD DE PROYECTO Km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
PARÁMETRO K PARA REBASE m/%	18	32	50	73	99	130	164	203	245

6.9. Curvas verticales

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

Los elementos que las caracterizan se muestran en la Fig. 6.4.

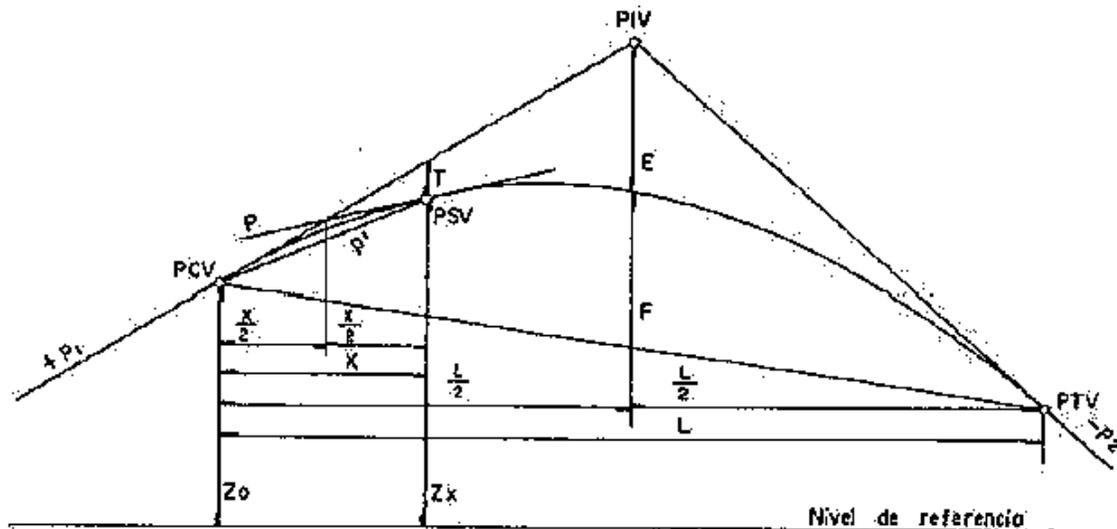


Fig. 6.4 – Elementos de la curva vertical.

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.
p ₁	Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
p ₂	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 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:

$$Z_x = Z_0 + (20pl - (10AX/L))X$$

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

a) LONGITUD MÍNIMA

La longitud mínima de las curvas verticales se calculará con la expresión:

$$L = KA$$

En donde:

L = Longitud mínima de la curva vertical, en metros.

K = Parámetro de la curva cuyo valor mínimo es específica en la Tabla 6.1

A = Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en por ciento.

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.

6.10 Alineamiento Vertical de Proyecto

Para el alineamiento vertical es importante aclarar que la subrasante es la línea que hay que tomar como referencia. La posición de esta, va a depender de diversos factores como:

1. La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la subrasante. En terrenos planos la altura de la subrasante será regulada generalmente por el drenaje. En lomerío se adoptan subrasantes onduladas, mientras que en terrenos montañosos, estará regida por la topografía.
2. Se debe buscar una subrasante suave con cambios graduales. Los valores de diseño son la pendiente máxima y la longitud crítica.
3. Deben evitarse vados formados por curvas verticales muy cortas pues no representa un perfil seguro. Así mismo no se debe colocar dos curvas verticales sucesivas en la misma dirección.

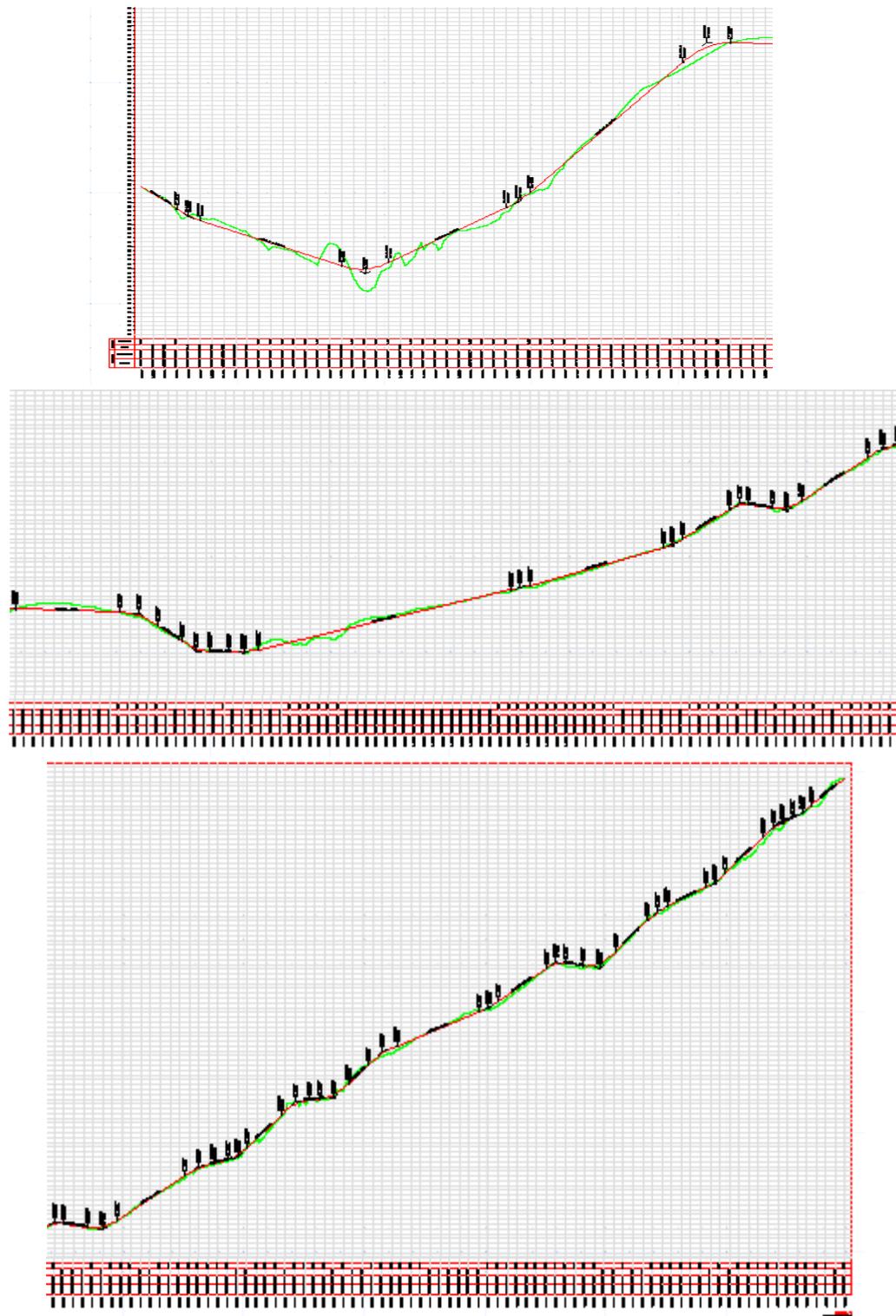
4. Es preferible tener un perfil escalonado a una pendiente sostenida, ya que de esta manera se controla más la velocidad.
5. Cuando la magnitud del desnivel motiva largas pendientes uniformes, es conveniente adoptar un carril adicional en la sección transversal.
6. Se deben considerar carriles auxiliares de ascenso donde la longitud crítica de la pendiente esta excedida y donde el volumen horario de proyecto excede del 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente en el caso de caminos de dos carriles, y del 30% en el de varios carriles.
7. Cuando se trata de salvar desniveles apreciables, deberá procurarse disponer las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso.
8. Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de camino con pendientes de moderadas a fuertes, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección.

6.11. Perfil del Proyecto

Fig. 5.6 – Perfil del proyecto



Fig. 5.7 – Perfil del proyecto



6.12. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contracunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía.

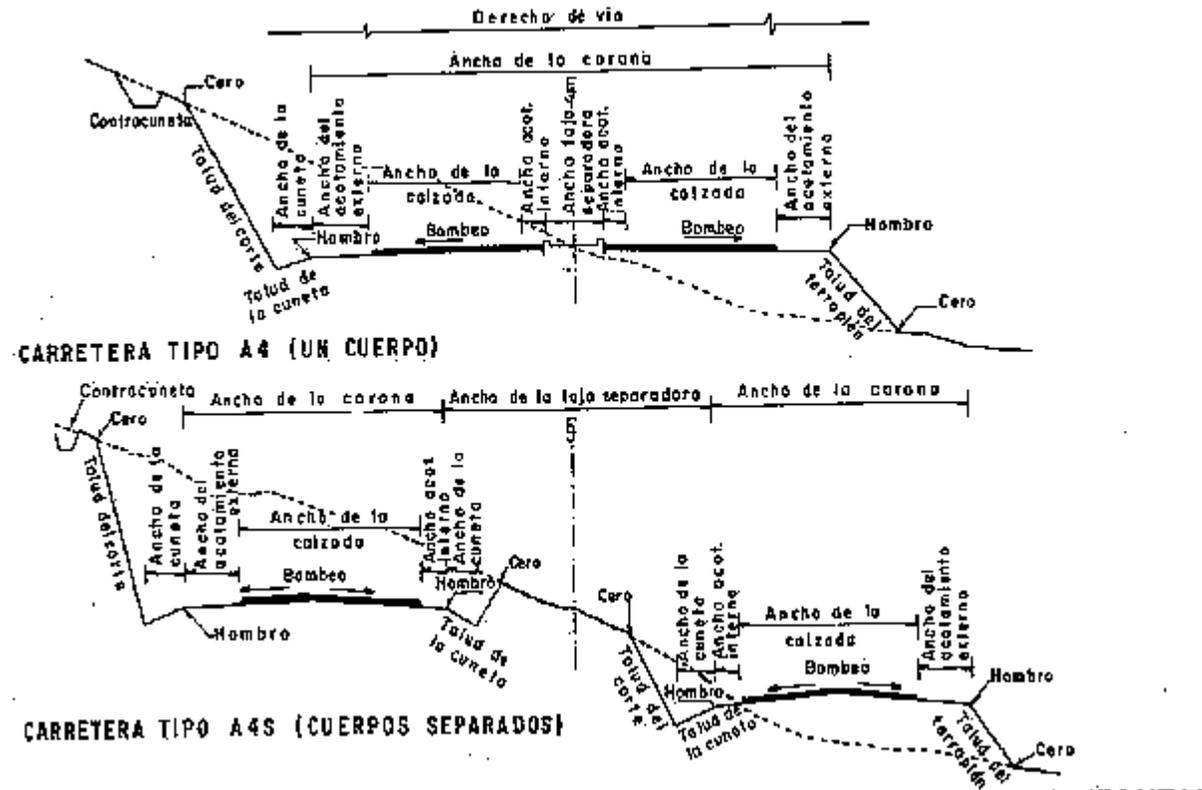


Fig. 6.5 – Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras A4

6.12.1 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 la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la Tabla 6.1.

En curvas y transiciones del alineamiento horizontal en ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en su caso, de la capa separadora central.

6.12.2. Calzada

El ancho de la calzada deberá ser:

- a) En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la Tabla 6.1.
- b) En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente más una ampliación en el lado interior de la curva circular.
- c) 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 está dado por la expresión:

$$A = \frac{L}{Le} Ac$$

En donde:

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

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

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

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

- d) En tangentes y curvas horizontales para carretera tipo “E”.
 1. El ancho de la calzada en carreteras tipo “E”, no requerirá ampliación por curva horizontal.
 2. Por requisitos operacionales será necesario ampliar el ancho de la calzada, formando libraderos, para permitir el paso simultáneo a dos vehículos. El ancho de la calzada en la zona del libradero será el correspondiente al de la carretera Tipo “D”.
 3. La longitud de los libraderos será de 20 metros más dos transiciones de 5 metros cada una.
 4. Los libraderos se esparcirán a una distancia de doscientos cincuenta metros, o menos, si así lo requiere la visibilidad entre ellos.

6.12.3. Acotamientos

El ancho de los acotamientos deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la Tabla 6.1.

6.12.4. Pendiente transversal

En tangentes del alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:

- De menos dos por ciento (-2%) en carreteras Tipo “A”, “B”, “C” y “D” pavimentadas.
- De menos tres por ciento (-3%) en carretera tipo “D” y “E” revestidas.

En curvas circulares del alineamiento horizontal, la sobreelevación de la corona deberá ser:

- De diez por ciento (10%) para el grado máximo de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto.
- Igual a los valores indicados en Tablas 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6, para grados de curvatura inferiores al grado máximo correspondiente a cada velocidad de proyecto y tipo de camino.

VELOCIDAD	30			40			50			60			70			
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0.30	2231.64	20	30	10	20	30	13	20	30	16	30	30	19	30	30	22
1.00	1145.92	20	30	10	20	30	13	20	30	16	30	30	19	30	30	22
1.30	763.94	20	30	10	30	30	13	30	30	16	30	30	19	40	30	22
2.00	572.56	30	30	10	30	30	13	30	30	16	40	30	19	40	30	22
2.30	458.37	30	30	10	30	30	13	40	30	16	40	30	19	30	30	22
3.00	381.97	30	30	10	40	30	13	40	30	16	50	30	19	30	30	22
3.30	327.90	30	30	10	40	30	13	40	30	16	50	30	19	60	40	22
4.00	266.48	30	30	10	40	30	13	50	30	16	50	30	19	60	50	22
4.30	253.65	40	30	10	40	30	13	50	30	16	60	40	20	60	60	22
5.00	229.18	40	30	10	50	30	13	50	30	16	60	40	22	70	60	22
5.30	209.35	40	30	10	50	30	13	50	30	16	60	40	22	70	70	22
6.00	190.99	40	30	10	50	30	13	50	30	16	60	40	22	70	80	22
6.30	178.29	50	30	10	50	30	13	60	30	16	70	50	22	80	80	22
7.00	167.70	50	30	10	50	30	13	60	30	16	70	50	22	80	90	22
7.30	152.79	50	30	10	60	30	13	70	40	16	70	50	22	80	90	22
8.00	143.24	50	30	10	60	30	13	70	40	16	80	50	22	80	100	22
8.30	134.81	50	30	10	60	30	13	70	40	20	80	50	22	80	100	22
9.00	127.39	50	30	10	60	30	13	70	50	21	80	50	22	80	100	22
9.30	120.62	60	30	10	70	30	13	70	50	22	80	50	22	80	100	22
10.00	114.59	60	30	10	70	30	13	80	50	22	90	50	22	80	100	22
11.00	104.17	60	30	10	70	30	13	80	50	22	90	50	22	80	100	22
12.00	95.49	60	30	10	80	40	13	90	50	22	90	50	22	80	100	22
13.00	88.15	70	30	10	80	40	13	90	50	22	90	50	22	80	100	22
14.00	81.65	70	30	10	80	40	13	90	50	22	90	50	22	80	100	22
15.00	76.39	70	30	10	90	50	16	100	50	22	90	50	22	80	100	22
16.00	71.82	80	30	10	90	50	16	100	50	22	90	50	22	80	100	22
17.00	67.41	80	30	10	90	50	16	110	50	22	90	50	22	80	100	22
18.00	63.08	80	30	10	100	60	19	110	50	22	90	50	22	80	100	22
19.00	60.37	90	30	10	100	60	19	110	50	22	90	50	22	80	100	22
20.00	57.30	90	30	10	100	60	19	110	50	22	90	50	22	80	100	22
22.00	52.09	100	30	10	110	70	23	110	50	22	90	50	22	80	100	22
24.00	47.75	100	40	10	120	80	28	110	50	22	90	50	22	80	100	22
26.00	44.07	110	40	10	130	80	28	110	50	22	90	50	22	80	100	22
28.00	40.93	110	40	10	130	80	28	110	50	22	90	50	22	80	100	22
30.00	38.20	120	30	12	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
32.00	35.81	130	30	13	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
34.00	33.70	140	30	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
36.00	31.85	140	60	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
38.00	30.19	150	60	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
40.00	28.65	150	60	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
42.00	27.28	160	70	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
44.00	26.04	160	70	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
46.00	24.91	170	70	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
48.00	23.87	180	80	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
50.00	22.92	180	80	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
52.00	22.04	180	80	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
54.00	21.22	190	90	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
56.00	20.46	200	90	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
58.00	19.76	200	90	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22
60.00	19.10	210	100	14	140	100	32	110	50	22	90	50	22	80	100	22

Ac: Ampliación de la calzada y la corona, en cm.
 En carreteras tipo E no se dará la ampliación por curvatura a menos que se proyecten libradores en curva horizontal.
 Sc: Sobreelevación, en porcentaje.
 Le: Longitud de la transición mixta, en metros.

Tabla 6.3 – Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipo E y D

Nota.- Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le, se obtienen por interpolación lineal.

VELOCIDAD		40			50			60			70			80			90			100		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 15'	4583.63	20	2.0	22	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.0	45	2.0	2.0	50	3.0	2.0	56
0° 30'	2291.84	20	2.0	22	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.0	45	2.0	2.0	50	3.0	2.0	56
0° 45'	1527.89	20	2.0	22	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.0	45	2.0	2.0	50	3.0	2.0	56
1° 00'	1145.92	20	2.0	22	2.0	2.0	28	2.0	2.0	34	2.0	2.0	39	2.0	2.0	45	2.0	2.0	50	3.0	2.0	56
1° 15'	916.74	30	2.0	22	3.0	2.0	28	3.0	2.0	34	3.0	2.0	39	3.0	2.0	45	3.0	2.0	50	4.0	3.0	56
1° 30'	763.94	30	2.0	22	3.0	2.0	28	3.0	2.0	34	3.0	2.0	39	3.0	2.0	45	3.0	2.0	50	4.0	3.0	56
1° 45'	654.81	30	2.0	22	3.0	2.0	28	3.0	2.0	34	3.0	2.0	39	3.0	2.0	45	3.0	2.0	50	4.0	3.0	56
2° 00'	572.96	30	2.0	22	4.0	2.0	28	4.0	2.0	34	4.0	2.0	39	4.0	2.0	45	4.0	2.0	50	5.0	4.0	56
2° 15'	509.30	30	2.0	22	4.0	2.0	28	4.0	2.0	34	4.0	2.0	39	4.0	2.0	45	4.0	2.0	50	5.0	4.0	56
2° 30'	458.37	40	2.1	22	4.0	3.1	28	4.0	3.1	34	4.0	3.1	39	4.0	3.1	45	4.0	3.1	50	6.0	5.0	56
2° 45'	416.70	40	2.3	22	4.0	3.4	28	4.0	3.4	34	4.0	3.4	39	4.0	3.4	45	4.0	3.4	50	6.0	5.0	56
3° 00'	381.97	40	2.5	22	4.0	3.7	28	4.0	3.7	34	4.0	3.7	39	4.0	3.7	45	4.0	3.7	50	6.0	5.0	56
3° 15'	352.94	40	2.7	22	4.0	3.9	28	4.0	3.9	34	4.0	3.9	39	4.0	3.9	45	4.0	3.9	50	6.0	5.0	56
3° 30'	327.40	40	2.9	22	4.0	4.2	28	4.0	4.2	34	4.0	4.2	39	4.0	4.2	45	4.0	4.2	50	6.0	5.0	56
3° 45'	305.56	50	3.1	22	5.0	4.4	28	5.0	3.4	34	5.0	3.4	39	5.0	3.4	45	5.0	3.4	50	7.0	6.0	56
4° 00'	286.48	50	3.3	22	5.0	4.7	28	5.0	3.7	34	5.0	3.7	39	5.0	3.7	45	5.0	3.7	50	7.0	6.0	56
4° 15'	269.63	50	3.4	22	5.0	4.9	28	5.0	3.9	34	5.0	3.9	39	5.0	3.9	45	5.0	3.9	50	7.0	6.0	56
4° 30'	255.65	50	3.6	22	5.0	5.1	28	5.0	4.1	34	5.0	4.1	39	5.0	4.1	45	5.0	4.1	50	7.0	6.0	56
4° 45'	241.25	50	3.8	22	5.0	5.4	28	5.0	4.4	34	5.0	4.4	39	5.0	4.4	45	5.0	4.4	50	7.0	6.0	56
5° 00'	229.18	50	3.9	22	5.0	5.6	28	5.0	4.6	34	5.0	4.6	39	5.0	4.6	45	5.0	4.6	50	7.0	6.0	56
5° 15'	209.39	60	4.2	22	6.0	6.0	28	6.0	4.8	34	6.0	4.8	39	6.0	4.8	45	6.0	4.8	50	8.0	7.0	56
5° 30'	190.99	60	4.4	22	6.0	6.3	28	6.0	5.1	34	6.0	5.1	39	6.0	5.1	45	6.0	5.1	50	8.0	7.0	56
5° 45'	176.29	60	4.6	22	6.0	6.5	28	6.0	5.3	34	6.0	5.3	39	6.0	5.3	45	6.0	5.3	50	8.0	7.0	56
6° 00'	163.70	70	5.1	22	7.0	7.0	28	7.0	5.8	34	7.0	5.8	39	7.0	5.8	45	7.0	5.8	50	9.0	8.0	56
6° 15'	152.79	70	5.3	22	7.0	7.3	28	7.0	6.1	34	7.0	6.1	39	7.0	6.1	45	7.0	6.1	50	9.0	8.0	56
6° 30'	143.24	70	5.6	22	8.0	7.6	30	8.0	6.4	34	8.0	6.4	39	8.0	6.4	45	8.0	6.4	50	9.0	8.0	56
6° 45'	134.81	80	5.8	22	8.0	7.9	32	8.0	6.7	34	8.0	6.7	39	8.0	6.7	45	8.0	6.7	50	9.0	8.0	56
7° 00'	127.32	80	6.1	22	9.0	8.2	33	9.0	7.1	34	9.0	7.1	39	9.0	7.1	45	9.0	7.1	50	9.0	8.0	56
7° 15'	120.62	80	6.3	22	9.0	8.4	34	9.0	7.4	34	9.0	7.4	39	9.0	7.4	45	9.0	7.4	50	9.0	8.0	56
7° 30'	114.59	90	6.5	22	9.0	8.6	35	10.0	7.8	37	10.0	7.8	42	10.0	7.8	47	10.0	7.8	50	9.0	8.0	56
7° 45'	104.17	90	6.9	22	10.0	9.0	36	10.0	8.2	37	10.0	8.2	42	10.0	8.2	47	10.0	8.2	50	9.0	8.0	56
8° 00'	95.49	100	7.1	23	11.0	9.3	37	11.0	8.6	37	11.0	8.6	42	11.0	8.6	47	11.0	8.6	50	9.0	8.0	56
8° 15'	88.15	100	7.6	24	11.0	9.6	38	11.0	9.0	37	11.0	9.0	42	11.0	9.0	47	11.0	9.0	50	9.0	8.0	56
8° 30'	81.85	110	7.9	25	12.0	9.8	39	12.0	9.3	37	12.0	9.3	42	12.0	9.3	47	12.0	9.3	50	9.0	8.0	56
8° 45'	76.59	110	8.2	26	12.0	9.9	40	12.0	9.6	37	12.0	9.6	42	12.0	9.6	47	12.0	9.6	50	9.0	8.0	56
9° 00'	71.62	120	8.5	27	13.0	10.0	40	13.0	9.8	37	13.0	9.8	42	13.0	9.8	47	13.0	9.8	50	9.0	8.0	56
9° 15'	67.41	120	8.7	28	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
9° 30'	63.66	130	8.9	28	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
9° 45'	60.31	130	9.1	29	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
10° 00'	57.30	140	9.2	29	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
10° 15'	54.57	140	9.4	30	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
10° 30'	52.09	150	9.5	30	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
10° 45'	49.82	150	9.6	31	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
11° 00'	47.75	160	9.7	31	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
11° 15'	45.84	160	9.8	31	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
11° 30'	44.07	170	9.9	32	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
11° 45'	42.44	170	9.9	32	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
12° 00'	40.93	180	10.0	32	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
12° 15'	39.51	190	10.0	32	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56
12° 30'	38.20	190	10.0	32	14.0	10.0	40	14.0	10.0	37	14.0	10.0	42	14.0	10.0	47	14.0	10.0	50	9.0	8.0	56

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.
Sc Sobre elevación, en porcentaje
Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Nota: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se contienen por interpolación lineal

Tabla 6.4 – Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipo C

VELOCIDAD		50			60			70			80			90			100			110		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le												
0° 15'	4993.68	0	2.0	29	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
0° 30'	2291.84	0	2.0	28	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
0° 45'	1527.89	0	2.0	28	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
1° 00'	1145.92	0	2.0	29	0	2.0	34	0	2.0	39	0	2.0	45	0	2.0	50	0	2.0	56	0	2.0	62
1° 15'	916.74	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	20	2.0	56	20	2.0	62
1° 30'	763.94	20	2.0	28	20	2.0	34	20	2.0	39	20	2.0	45	20	2.0	50	20	2.0	56	20	2.0	62
1° 45'	654.81	30	2.0	28	30	2.0	34	30	2.0	39	30	2.0	45	30	2.0	50	30	2.0	56	30	2.0	62
2° 00'	572.96	30	2.0	28	30	2.0	34	30	2.0	39	30	2.0	45	30	2.0	50	30	2.0	56	30	2.0	62
2° 15'	509.30	30	2.0	28	40	2.0	34	40	2.0	39	40	2.0	45	40	2.0	50	40	2.0	56	40	2.0	62
2° 30'	458.37	30	2.0	28	40	2.0	34	40	2.0	39	40	2.0	45	40	2.0	50	40	2.0	56	40	2.0	62
2° 45'	416.70	30	2.0	28	40	2.0	34	40	2.0	39	40	2.0	45	40	2.0	50	40	2.0	56	40	2.0	62
3° 00'	381.97	40	2.1	28	40	3.1	34	40														

VELOCIDAD	70												80												90												100												110											
	Ac						Sc						Le						Ac						Sc						Le						Ac						Sc						Le											
	Gc	Rc	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4	A45	A4																				
0° 15'	4593.68	0	20	20	39	67	0	20	20	45	75	0	30	20	50	86	0	30	20	50	86	0	30	20	50	86	0	30	20	50	86	0	30	20	50	86	0	30	20	50	86																			
0° 30'	2291.84	0	30	20	39	67	0	30	20	45	75	0	40	20	50	86	0	40	20	50	86	0	40	20	50	86	0	40	20	50	86	0	40	20	50	86	0	40	20	50	86																			
0° 45'	1527.89	0	40	20	39	67	0	40	20	45	75	0	50	28	50	86	0	50	28	50	86	0	50	28	50	86	0	50	28	50	86	0	50	28	50	86	0	50	28	50	86																			
1 00	1145.92	0	50	30	39	67	0	50	30	45	75	0	60	36	50	86	0	60	36	50	86	0	60	36	50	86	0	60	36	50	86	0	60	36	50	86	0	60	36	50	86																			
1 15	916.14	30	50	30	39	67	30	50	30	45	75	40	70	53	50	86	40	70	53	50	86	40	70	53	50	86	40	70	53	50	86	40	70	53	50	86	40	70	53	50	86																			
1 30	763.91	30	60	35	39	67	30	60	35	45	75	40	80	61	30	86	40	80	61	30	86	40	80	61	30	86	40	80	61	30	86	40	80	61	30	86	40	80	61	30	86																			
1 45	684.81	30	60	41	39	67	30	60	41	45	75	40	80	67	30	86	50	80	67	30	86	50	80	67	30	86	50	80	67	30	86	50	80	67	30	86	50	80	67	30	86																			
2 00	572.96	30	70	48	39	67	40	70	50	45	75	40	80	75	30	86	50	80	75	30	86	50	80	75	30	86	50	80	75	30	86	50	80	75	30	86	50	80	75	30	86																			
2 15	509.30	40	80	51	39	67	40	80	51	45	75	40	80	81	30	86	50	80	81	30	86	50	80	81	30	86	50	80	81	30	86	50	80	81	30	86	50	80	81	30	86																			
2 30	458.37	40	80	55	39	67	40	80	55	45	75	40	80	87	30	86	50	80	87	30	86	50	80	87	30	86	50	80	87	30	86	50	80	87	30	86	50	80	87	30	86																			
2 45	418.70	40	80	60	39	67	50	90	68	45	75	50	100	79	57	97	60	100	79	57	97	60	100	79	57	97	60	100	79	57	97	60	100	79	57	97	60	100	79	57	97																			
3 00	381.97	50	90	64	39	67	50	100	77	49	84	60	110	88	63	108	60	110	88	63	108	60	110	88	63	108	60	110	88	63	108	60	110	88	63	108	60	110	88	63	108																			
3 15	352.59	50	90	67	39	67	50	110	81	52	88	60	120	92	66	113	60	120	92	66	113	60	120	92	66	113	60	120	92	66	113	60	120	92	66	113	60	120	92	66	113																			
3 30	327.40	50	100	71	40	68	60	110	85	54	92	60	130	98	71	120	60	130	98	71	120	60	130	98	71	120	60	130	98	71	120	60	130	98	71	120	60	130	98	71	120																			
3 45	305.88	50	110	75	42	71	60	120	88	58	96	60	140	99	70	120	60	140	99	70	120	60	140	99	70	120	60	140	99	70	120	60	140	99	70	120	60	140	99	70	120																			
4 00	286.48	50	110	78	44	74	60	130	96	61	104	60	150	102	70	140	60	150	102	70	140	60	150	102	70	140	60	150	102	70	140	60	150	102	70	140	60	150	102	70	140																			
4 15	269.63	80	110	81	45	77	60	140	99	63	108	60	160	103	70	140	60	160	103	70	140	60	160	103	70	140	60	160	103	70	140	60	160	103	70	140	60	160	103	70	140																			
4 30	254.95	80	120	84	47	80	70	150	94	60	108	60	170	104	70	140	60	170	104	70	140	60	170	104	70	140	60	170	104	70	140	60	170	104	70	140	60	170	104	70	140																			
4 45	241.29	80	120	87	49	83	70	160	96	61	104	60	180	105	70	140	60	180	105	70	140	60	180	105	70	140	60	180	105	70	140	60	180	105	70	140	60	180	105	70	140																			
5 00	229.18	80	130	89	50	85	70	170	93	63	108	60	190	106	70	140	60	190	106	70	140	60	190	106	70	140	60	190	106	70	140	60	190	106	70	140	60	190	106	70	140																			
5 15	218.27	80	130	91	51	87	80	180	93	63	108	60	200	107	70	140	60	200	107	70	140	60	200	107	70	140	60	200	107	70	140	60	200	107	70	140	60	200	107	70	140																			
5 30	209.35	70	140	93	52	89	80	190	93	63	108	60	210	108	70	140	60	210	108	70	140	60	210	108	70	140	60	210	108	70	140	60	210	108	70	140	60	210	108	70	140																			
5 45	199.29	70	140	95	53	90	80	200	93	63	108	60	220	109	70	140	60	220	109	70	140	60	220	109	70	140	60	220	109	70	140	60	220	109	70	140	60	220	109	70	140																			
6 00	190.99	70	150	96	54	91	80	210	93	63	108	60	230	110	70	140	60	230	110	70	140	60	230	110	70	140	60	230	110	70	140	60	230	110	70	140	60	230	110	70	140																			
6 15	183.55	70	150	97	54	92	80	220	93	63	108	60	240	111	70	140	60	240	111	70	140	60	240	111	70	140	60	240	111	70	140	60	240	111	70	140	60	240	111	70	140																			
6 30	176.29	80	160	98	55	93	80	230	93	63	108	60	250	112	70	140	60	250	112	70	140	60	250	112	70	140	60	250	112	70	140	60	250	112	70	140	60	250	112	70	140																			
6 45	169.77	80	160	99	55	94	80	240	93	63	108	60	260	113	70	140	60	260	113	70	140	60	260	113	70	140	60	260	113	70	140	60	260	113	70	140	60	260	113	70	140																			
7 00	163.70	80	160	99	55	94	80	250	93	63	108	60	270	114	70	140	60	270	114	70	140	60	270	114	70	140	60	270	114	70	140	60	270	114	70	140	60	270	114	70	140																			
7 15	158.06	80	160	99	55	95	80	260	93	63	108	60	280	115	70	140	60	280	115	70	140	60	280	115	70	140	60	280	115	70	140	60	280	115	70	140	60	280	115	70	140																			
7 30	152.79	80	170	99	55	95	80	270	93	63	108	60	290	116	70	140	60	290	116	70	140	60	290	116	70	140	60	290	116	70	140	60	290	116	70	140	60	290	116	70	140																			

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Notas.- Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.
A45 - Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada.
A4 - Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

Tabla 6.6 – Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para carreteras tipo A (A4S y A4)

6.12.5. Faja separadora central

La faja separadora central deberá proyectarse únicamente en carreteras Tipo “A” de cuatro carriles.

- a) Cuando la sección transversal este formada por un solo cuerpo del ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de 1.20 metros.
- b) Cuando la sección transversal este formada por dos cuerpos separados, al ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de 8 metros.

6.12.6. Cunetas

Las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

- a) **ANCHO.**- El ancho de la cuneta, medio horizontal entre el hombro de la corona y el fondo de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro (1.00 m), pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así se requiere.

- b) **TALUDES**.- El talud interno de la cuneta deberá ser de tres a uno (3:1). El talud externo de la cuneta será el correspondiente al del corte.

6.12.7. Contracunetas

Las contracunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes. Su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos, o a lo que especifique la SCT.

6.12.8. Secciones Transversales de Proyecto.

El último paso dentro del diseño geométrico es la realización de las secciones de construcción, normalmente realizadas a cada estación del proyecto, es decir cada 20 m de camino; en estas se muestran lo que pudiéramos llamar “fotografías” de lo que será el camino ya concluido, y en donde hay que hacer corte o que rellenar para poder obtener el camino deseado.

Estas secciones se obtienen basándonos en los datos del perfil del proyecto y del plano en planta, aunque es este último el que es la base para la obtención de las mismas, ya que de este parte el diseño del proyecto.

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.

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

6.13. Secciones de Proyecto

Fig. 6.9 – Secciones del proyecto

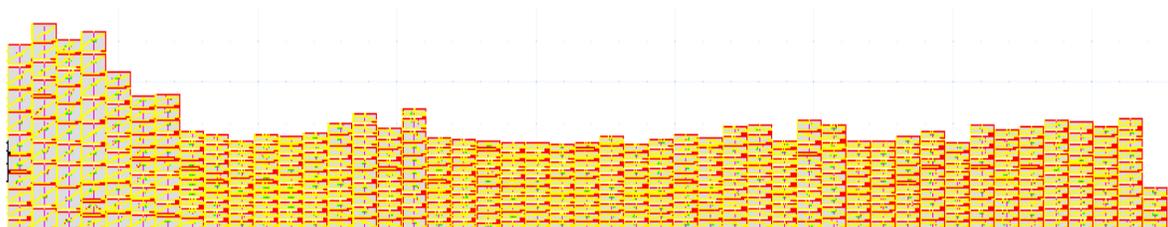
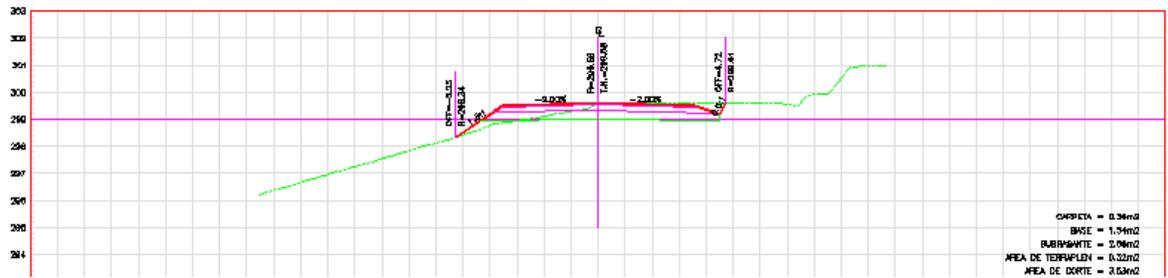
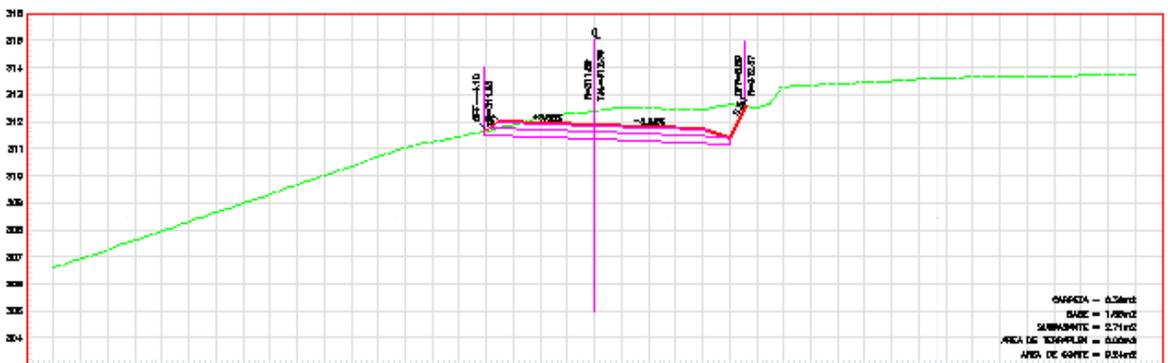


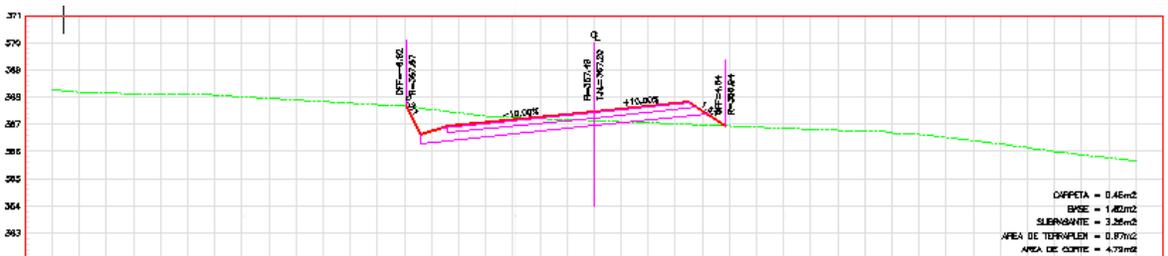
Fig. 6.10 – Secciones del proyecto



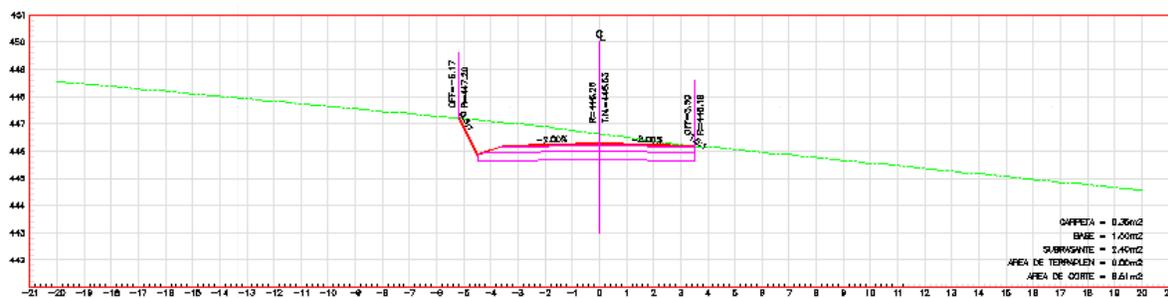
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



ESTACION 0+750.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



SEC."E" ESTACION 2+883.97
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



SEC."A" ESTACION 4+153.95
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



PROYECTO DE SEÑALAMIENTO

El proyecto de señalamiento se realizó de acuerdo a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Existen dos tipos de señalamientos:

- **El Señalamiento Vertical** que son todas aquellas señales construidas con placas e instaladas a través de postes, y
- **El Señalamiento Horizontal** que son las rayas, marcas, símbolos y objetos aplicados o adheridos sobre el pavimento.

7. 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.

El Señalamiento Vertical se clasifica en 3 tipos básicos que son:

- Señales Preventivas (SP)
- Señales Restrictivas (SR)
- Señales Informativas (SI)

7.1. Señales Preventivas (SP)

Las señales preventivas son tableros fijados en postes, con símbolos que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza.

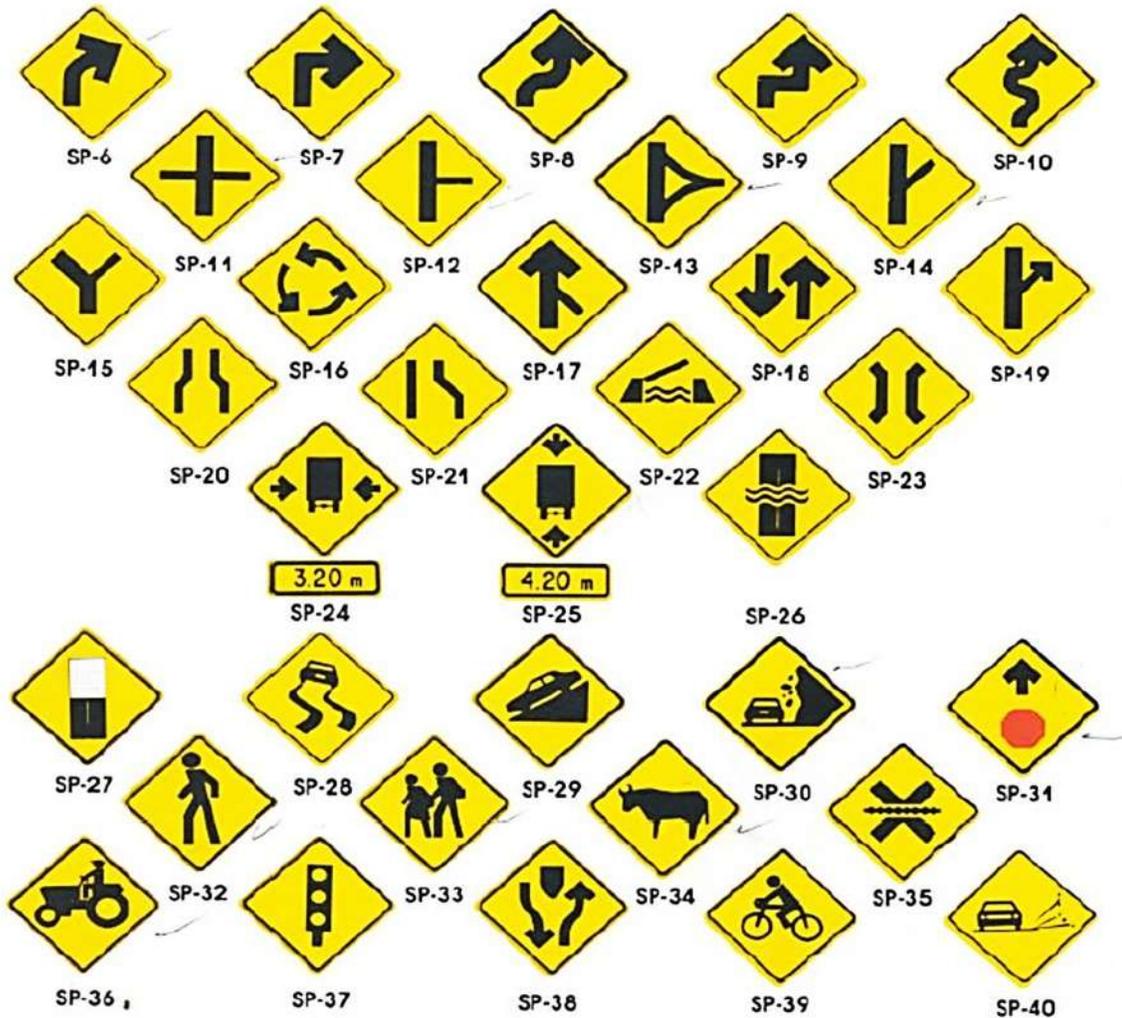


Fig. 7.1 – Señales Preventivas

7.1.1. Forma

Tablero de las señales

El tablero de las señales preventivas será cuadrado con las esquinas redondeadas y se colocará con una diagonal vertical. El radio para redondear las esquinas será de 4cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm.

Tanto los tableros como los soportes, deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

Tablero adicional

Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional de forma rectangular con las esquinas

redondeadas, para formar un conjunto. El tablero podrá llevar la leyenda “Principia”, “Termina”, o la longitud en que se presenta la situación que se señala.

7.1.2. Tamaño

Tablero de las señales

El tablero de las señales preventivas, ya sea que lleve caja perimetral doblada o sea doblada plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.1.

Señal	Uso
Dimensiones (cm)	
61 x 61 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas
71 x 71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas urbanas
87 x 86 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m, en vías rápidas urbanas y carreteras 4 carriles donde se pueda ubicar para el mismo sentido en ambos lados
117 x 117 (con ceja)	En carreteras con 4 carriles o mas, con o sin separador central.

Tabla 7.1 – Dimensiones del tablero de las Señales Preventivas

Tablero adicional

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.2.

Dimensiones de la señal (cm)	Dimensiones del tablero (cm)		Altura de las letras mayusculas (cm)	
	1 renglon	2 renglones	1 renglón	2 renglones
61 x 61 (sin ceja)	25 x 85	40 x 85	10	10
71 x 71 (con ceja)	30 x 100	50 x 100	12.5	12.5
87 x 86 (con ceja)	35 x 122	61 x 122	15	15
117 x 117 (con ceja)	35 x 152	61 x 152	15	15

Tabla 7.2 – Dimensiones del tablero adicional de las Señales preventivas

7.1.3. Ubicación

Longitudinal

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de acuerdo a la Tabla 7.3.

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

Tabla 7.3 – Ubicación longitudinal de las Señales Preventivas

Lateral

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

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

Cuando la carretera esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para en los casos en que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que la ubicación del poste obstruya el área hidráulica de la cuneta, se podrá utilizar un solo poste excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm

7.1.4. Altura

En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.5 m sobre el hombro del camino y en las zonas urbanas a 2.00 m sobre el nivel de la banqueta.

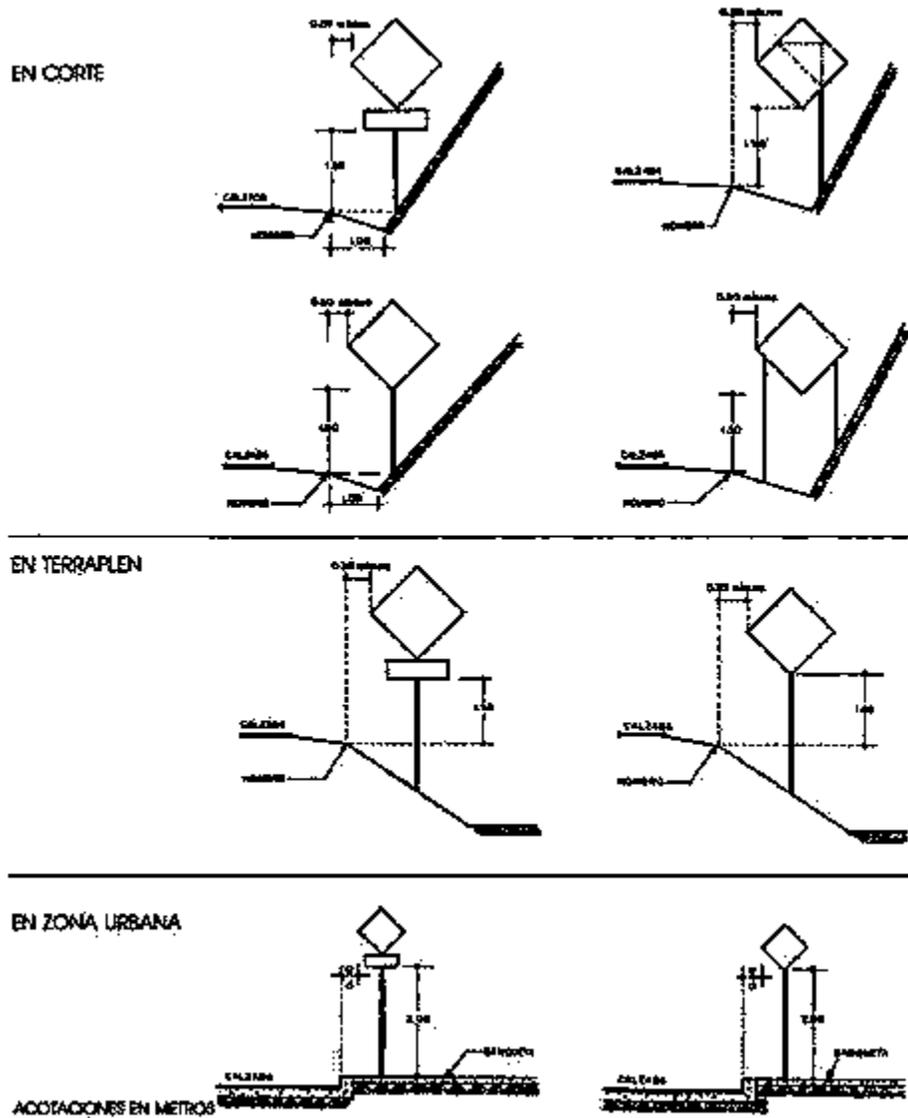


Fig. 7.2 - Distancia lateral y altura de las señales preventivas

7.1.5. Ángulo de colocación

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

7.1.6. Color

Tablero de las señales

El color del fondo de las señales preventivas será amarillo tránsito, según el patrón aprobado en el Manual, en acabado reflejante, excepto en las señales

correspondientes a los caminos con corona menor a 6.00 m que será en acabado mate. El color para los símbolos, los caracteres y filete será negro.

Tablero adicional

El color del tablero adicional, será amarillo tránsito en acabado reflejante, excepto en las señales correspondientes a los caminos con corona menor de 6.00 m que será en acabado mate. El color para las letras y filete será negro.

Postes y reverso de los tableros

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

7.2. Señales Restrictivas (SR)

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



Fig. 7.3 – Señales Restrictivas

7.2.1. Forma

Tablero de las señales

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

El radio para redondear las esquinas será de 4 cm quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm.

Tanto los tableros como los soportes deberán llenar las condiciones necesarias de resistencia, durabilidad y presentación

Señal de alto

El tablero de la señal “ALTO”, tendrá forma octagonal.

Señal de ceda el paso

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

Tablero adicional

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

7.2.2. Tamaño

Tablero de las señales

El tablero de las señales restrictivas, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.4.

Señal	Uso
Dimensiones (cm)	
61 x 61 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas
71 x 71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas y avenidas principales urbanas.
86 x 86 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m, vías rápidas urbanas y carreteras de 4 carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido en ambos lados
117 x 117 (con ceja)	En carreteras con 4 carriles o mas, con o sin separador central.
Alto 30 por lado (con ceja)	En todos los casos
Ceda el Paso 85 x 85 x 85 (con ceja)	En todos los casos

Tabla 7.4 – Dimensiones del tablero de las Señales Restrictivas

Tablero adicional

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa sin ceja, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.5.

Dimensiones de la señal (cm)	Dimensiones del tablero (cm)		Altura de las letras mayusculas (cm)	
	1 renglon	2 renglones	1 renglón	2 renglones
61 x 61 (sin ceja)	25 x 61	40 x 61	10	10
71 x 71 (con ceja)	30 x 71	50 x 71	12.5	12.5
86 x 86 (con ceja)	35 x 86	61 x 86	15	15
117 x 117 (con ceja)	35 x 117	61 x 117	15	15

Tabla 7.5 – Dimensiones del tablero adicional de las Señales Restrictivas

7.2.3. Ubicación

Longitudinal

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

Lateral

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

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

Cuando la carretera está en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para los casos en los que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que el poste, por su ubicación, obstruya el área hidráulica de la cuneta se podrá utilizar un solo poste excéntrico o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta, deberá ser de 30 cm, Fig. 7.4.

7.2.4. Altura

En todas las carreteras, la parte inferior del tablero de la señal quedará a 1.50 m sobre el hombro del camino y en zonas urbanas a 2.00 m sobre el nivel de la banqueta, Fig. 7.4.

7.2.5. Ángulo de colocación

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

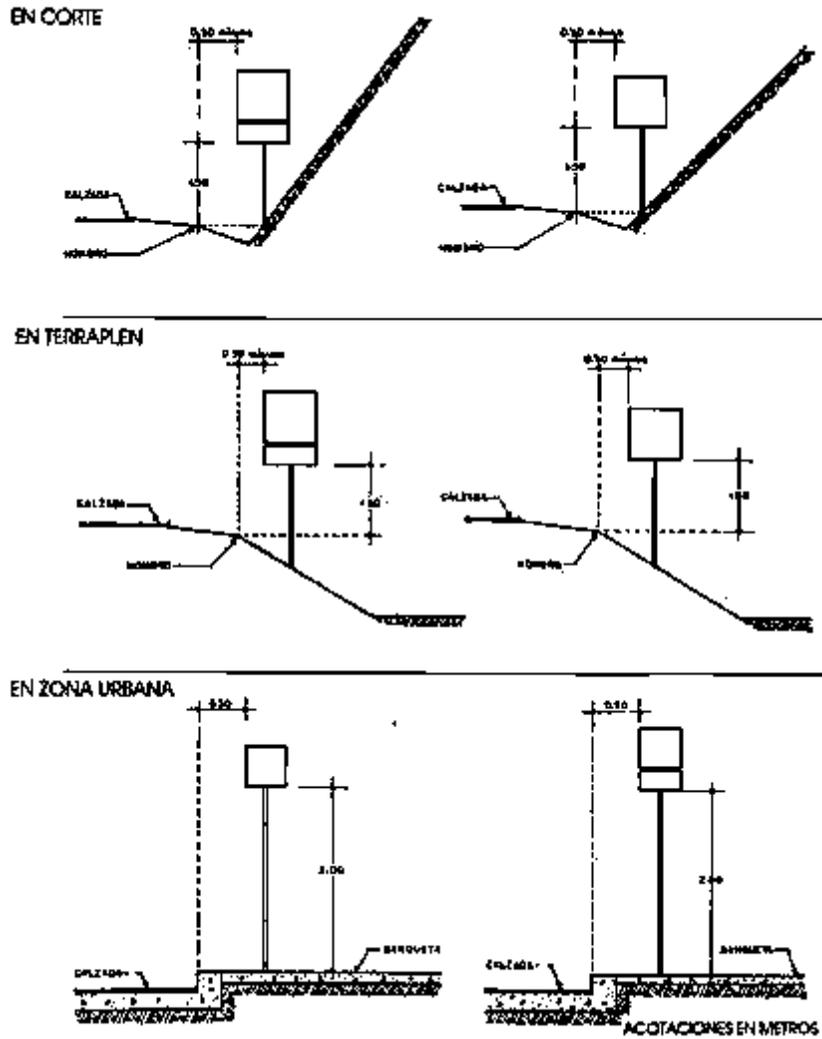


Fig. 7.4 – Distancia lateral y altura de las Señales Restrictivas

7.2.6. Color

Tablero de las señales

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

Señal de Alto

La señal de “ALTO” llevará fondo rojo con letras y filete en blanco, preferentemente será en acabado reflejante.

Señal de Ceda el Paso

La señal de “CEDA EL PASO” llevará fondo blanco preferentemente en acabado reflejante, franja perimetral roja y leyenda en negro.

Tablero Adicional

El color del tablero adicional será de fondo blanco reflejante, con letras y filete en negro, excepto la correspondiente a los caminos con corona menor de 6.00 m que será en acabado mate.

Postes y Reverso de los Tableros

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

7.3. Señales Informativas (SI)

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

7.3.1. Clasificación

Las señales informativas se clasifican en 5 grupos:

- SII De Identificación
- SID De Destino
- SIR De Recomendación
- SIG De Información General
- SIST De Servicios y Turísticas

7.3.2. Señales Informativas de Identificación (SII)

Se usarán para identificar las calles según su nombre, nomenclatura y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.

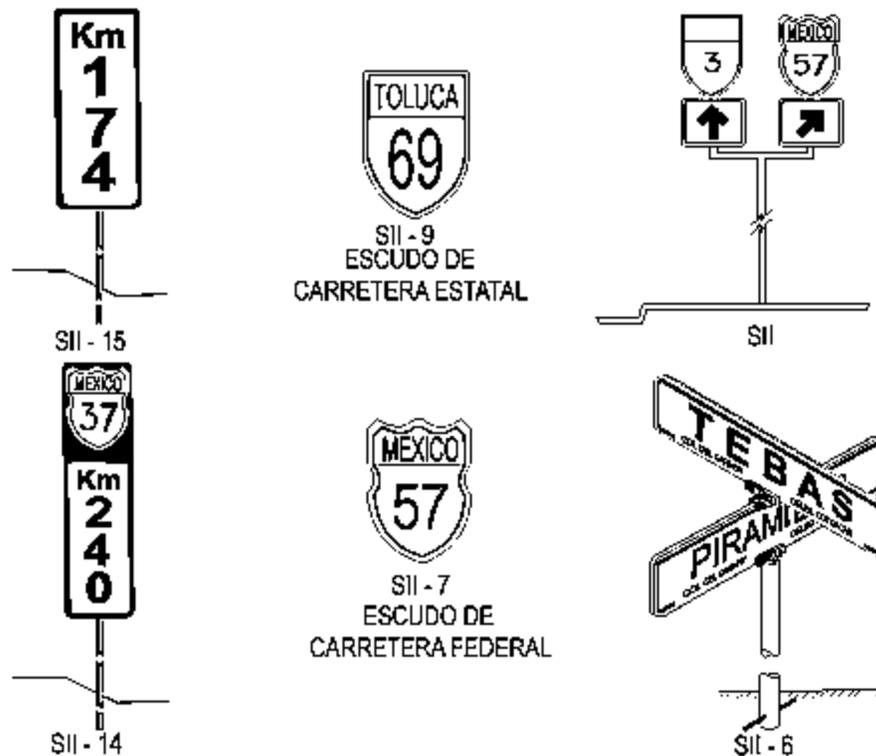


Fig. 7.5 – Señales Informativas de identificación

7.3.2.1. Forma

Tablero de las señales de nomenclatura

El tablero de las señales de nomenclatura será rectangular con las esquinas redondeadas, colocado con su mayor dimensión horizontal y con la leyenda en ambas caras. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio inferior para la curvatura del filete de 2 cm. el filete se suspenderá en su parte inferior cuando la señal lleve alguna información complementaria, como colonia, delegación, sector o código postal.

Tableros de las señales de ruta

Las señales de ruta tendrán forma de escudo, pintado sobre un tablero rectangular o dentro de las Señales Informativas de Destino. El escudo será de tres formas, según se trate de carretera federal, estatal o camino rural. Cuando se

instalen solos o formando conjuntos, se recortarán según la silueta correspondiente dejando un margen de 1 cm.

Flechas complementarias

Los escudos irán complementados con flechas que indiquen al usuario la trayectoria que sigue la ruta carretera en su paso por las poblaciones. Estas flechas irán en tableros rectangulares colocados en la parte inferior de los escudos formando conjuntos en un mismo poste, Fig. 7.6.

Tableros de las señales de kilometraje

El tablero de las señales de kilometraje será rectangular con las esquinas redondeadas, colocado con su mayor dimensión vertical. El radio para redondear las esquinas será de 4cm, que dando el radio inferior para la curvatura del contorno de 2 cm.

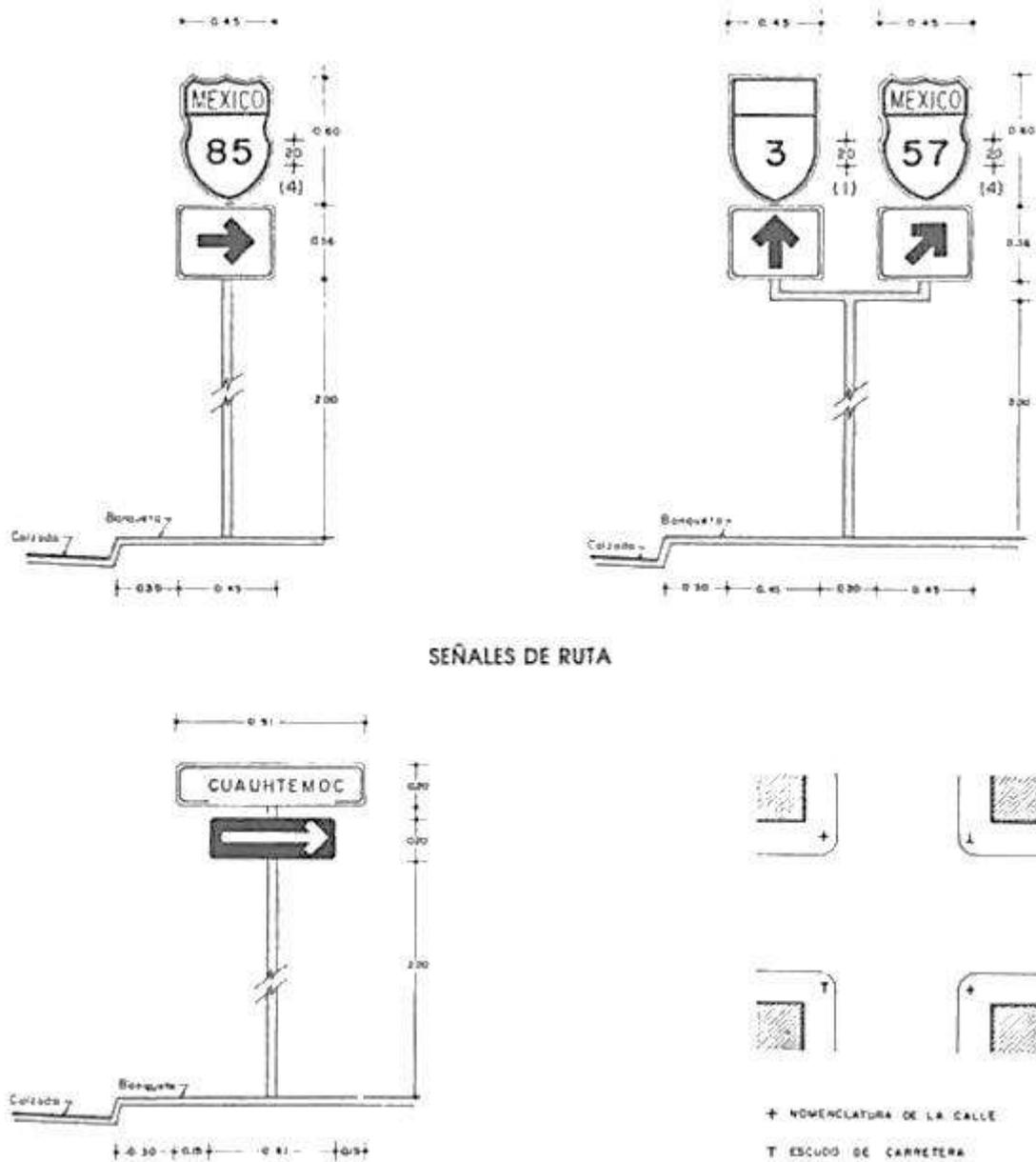


Fig. 7.6 – Ubicación de Señales Informativas de Identificación en Zona Urbana

7.3.2.2. Tamaño

Tablero de las señales de nomenclatura

El tablero de las señales de nomenclatura estará formado por una placa plana y medirá en todos los casos 20 x91 cm con altura de letra de 10 cm.

Tablero de las señales de ruta

Las dimensiones para las señales de escudos de carretera federal, directa de cuota, estatal y camino rural se indican en las Figs. 7.7, 7.8, 7.9 y 7.10 respectivamente, y su altura se seleccionará de acuerdo a la Tabla 6.6.

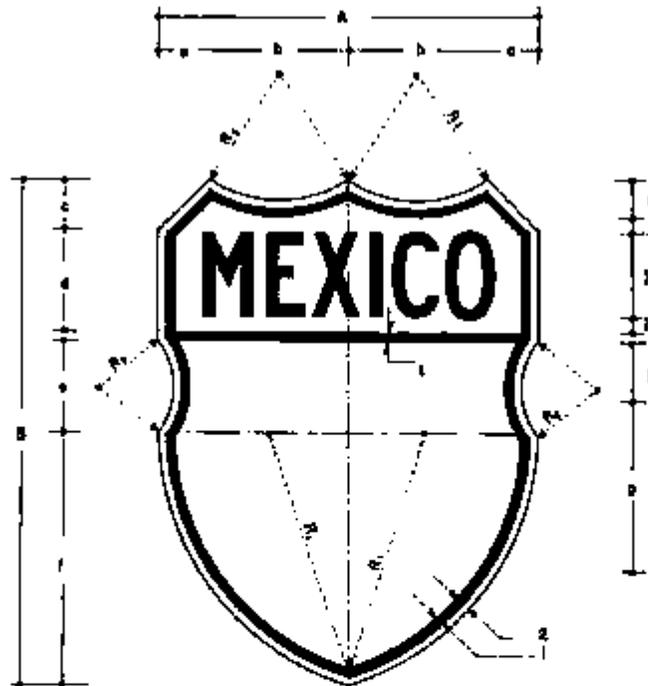


TABLA DE DIMENSIONES (cm)															
A	B	a	b	c	d	e	f	g*	h	i	j**	k	R ₁	R ₂	R ₃
22.5	30	3	8.25	3	6.5	4.5	15	10	2	0.75	5	3	13.625	4.5	7.5
30	40	4	11	4	7	8	20	15	2	1.375	5	3.25	18.63	7	10
37.5	50	5	13.75	5	10	9	25	17.5	4.5	1.875	7.5	3.75	24.04	7.5	12.5
45	60	6	16.5	6	12	11	30	20	7	1.75	10	4.5	29.25	9	15

* altura para el número de ruta

** altura para la letra

Fig. 7.7 – Escudo de Carretera Federal

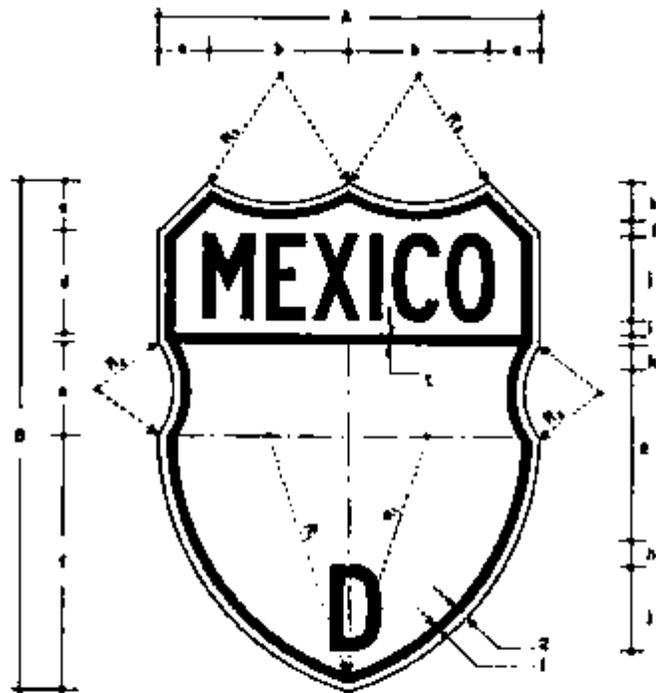
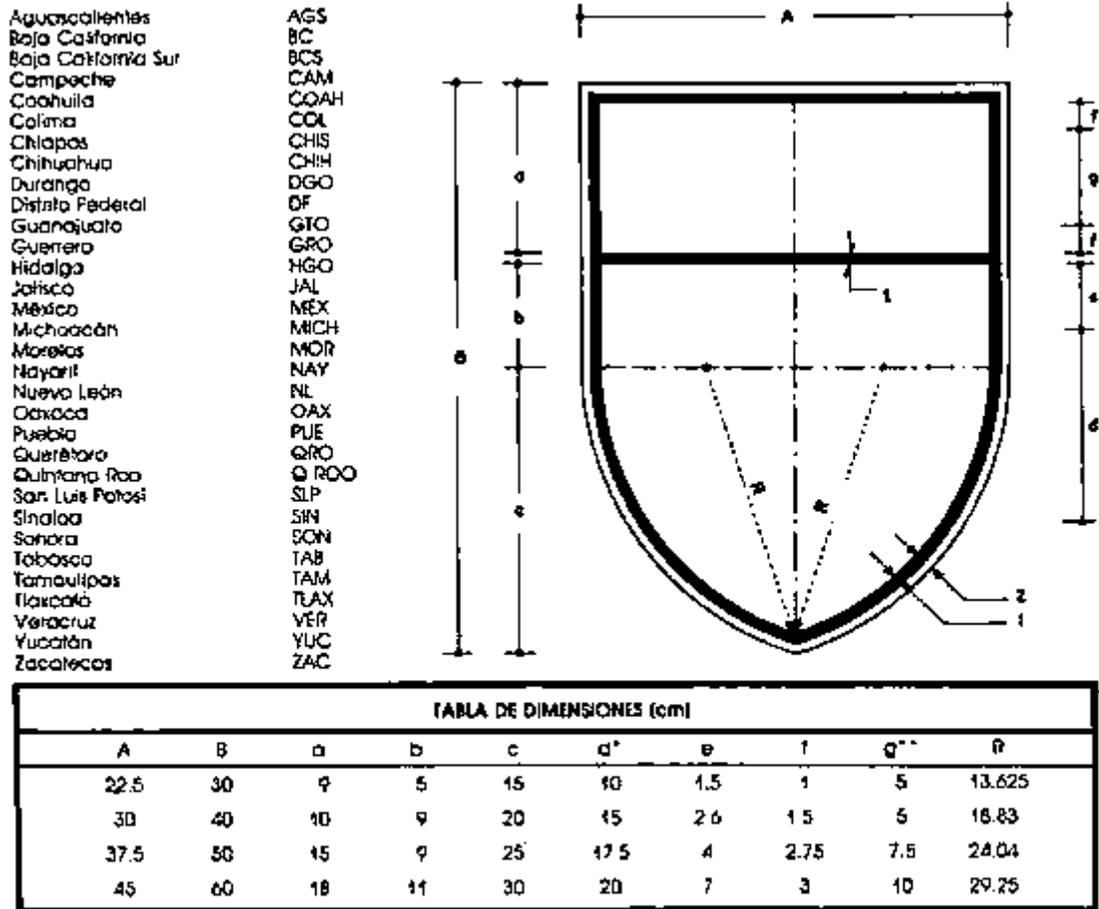


TABLA DE DIMENSIONES (cm)															
A	B	a	b	c	d	e	f	g*	h	i	j**	k	R ₁	R ₂	R ₃
30	40	4	11	4	7	8	20	15	2	1.375	5	3.25	16.83	7	10
37.5	60	5	13.75	5	10	9	25	17.5	2.5	1.875	7.5	3.75	24.04	7.5	2.5
45	80	6	16.5	6	12	11	30	20	3	1.75	10	4.5	29.25	9	15

* altura para el número de ruta
** altura para la letra

Fig. 7.8 – Escudo de Carretera Federal Directa o de Cuota



* altura para el número de ruta
 ** altura para la letra

Fig. 7.9 – Escudo de Carretera Estatal

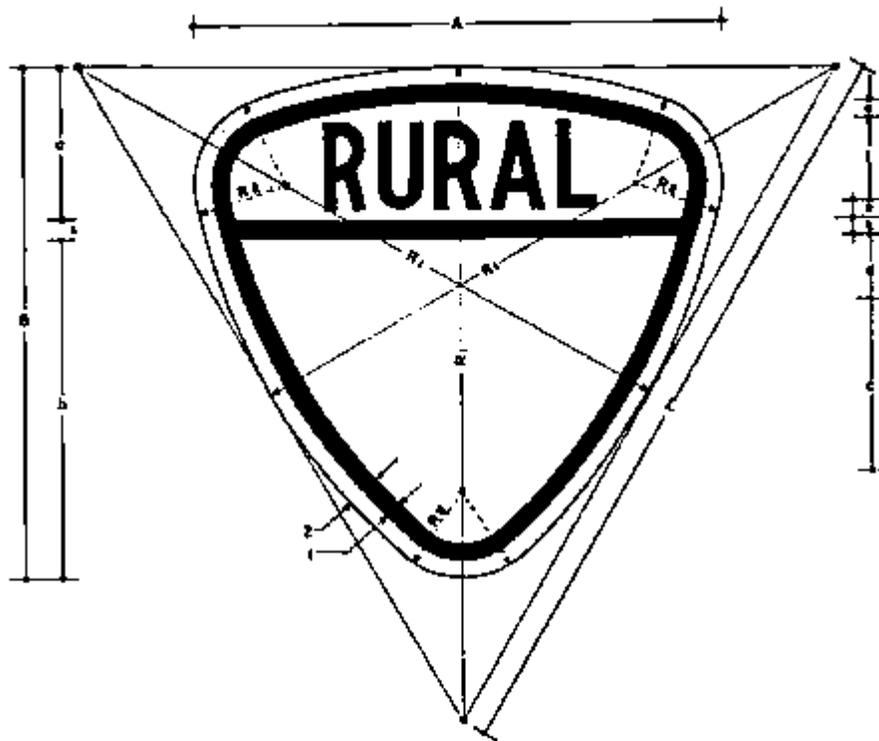


TABLA DE DIMENSIONES (cm)										
A	B	a	b	c	d	e	f	R ₁	R ₂	L
31.10	30	9	20	10	3.5	1	5	38.50	5.25	44.45
41.45	40	9	30	15	5	1	5	51.3	7	59.25
51.8	50	12	37	17.5	6	2.25	7.5	64.2	9.75	74.15
62.2	60	12	47	20	7	1	10	77	10.5	88.9

Fig. 7.10 – Escudo de Camino Rural

Señal	Altura "B" (cm)	Uso
Informativa de destino baja	30	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas
	40	En avenidas principales y vias urbanas, y carreteras con ancho de corona entre 6.00 y 9.00 m.
	50	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m.
	60	En carreteras de 4 o mas carriles
Informativa de destino elevada	50	En zona urbana y carreteras de 2 carriles, con señales cuya leyenda sea de 2 renglones.
	60	En carreteras de 2 carriles, con señales cuya leyenda sea de 1 renglon
	60	En carreteras de 4 o mas carriles
Diagramáticas	60	En carreteras de 4 o mas carriles
Kilometraje	40	En carreteras
Ruta, sola o en conjunto	60	En calles y carreteras

Tabla 7.6 – Altura de la señales de ruta

Flechas complementarias

Las flechas complementarias se indicarán en tableros adicionales que en todos los casos serán de 45 cm de base por 36 cm de alto, y su diseño se apegará a lo establecido en los modelos que se muestran en la Fig. 7.11.

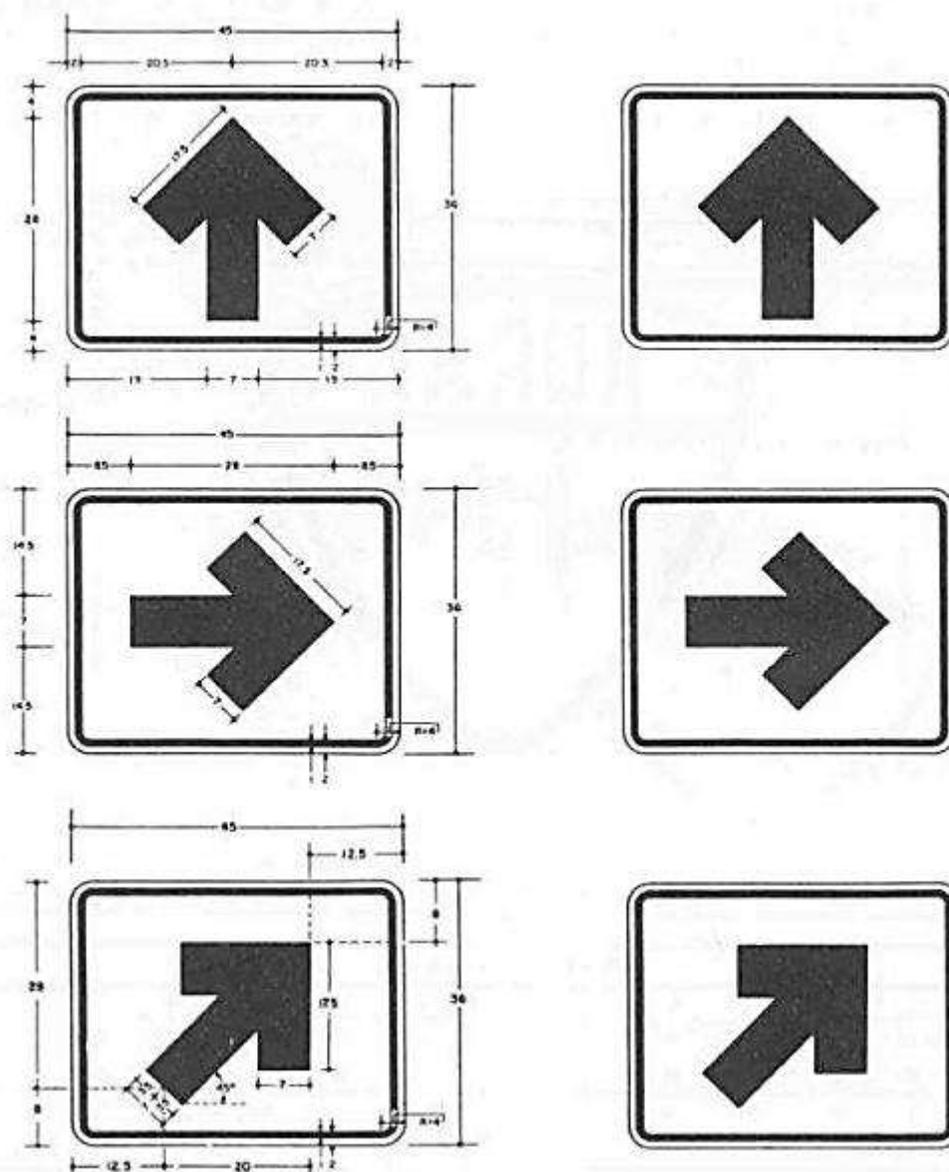


Fig. 7.11 – Flechas de frente, horizontal y diagonal

Tablero de las señales de kilometraje

El tablero de las señales de kilometraje con escudo, medirá en todos los casos 30 x 120 cm de altura de números de 15 cm, serie 1 y altura de letra para la

abreviatura km de 10 cm; llevará un escudo de ruta de 30 x 40 cm correspondiente a carretera federal, estatal o rural.

El tablero de las señales de kilometraje sin escudo medirá en todos los casos 30 x 76 cm con altura de números de 15 cm, serie 1 y de altura de letra para la abreviatura km de 10 cm.

7.3.2.3. Ubicación

Longitudinal

Señales de nomenclatura

Las señales de nomenclatura se fijarán en postes colocados sobre la banqueta en el lugar más visible de las esquinas de las calles, usando además soportes especiales que permitan la legibilidad de las dos caras de los tableros.

Señales de ruta

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

Señales de kilometraje

En carreteras de dos carriles, la señal de kilometraje con escudo irá colocada a cada 5 km, en forma alternada, ubicando los números nones a la derecha y los pares a la izquierda en el sentido del cadenamiento. Los tableros sin escudo irán a cada 1 km alternados, colocando los números nones a la derecha y los pares a la izquierda en el sentido del cadenamiento.

Al iniciarse un tramo con nuevo cadenamiento, se colocará del lado derecho de la señal de kilometraje correspondiente a cero con escudo de ruta.

Para las carreteras de cuatro o más carriles, las señales de kilometraje con escudo irán a cada 5 km para cada sentido de circulación y los tableros sin escudo a cada km.

Lateral

Para todas las señales de identificación en zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm, Fig. 7.4.

En carreteras, la señal de kilometraje se colocará de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

7.3.2.4. Altura

En carreteras la parte inferior del tablero de las señales de kilometraje quedará a 1.00 m sobre el nivel del hombro del camino.

En zonas urbanas, la altura mínima de la parte inferior de los tableros o conjuntos será de 2.00 m sobre el nivel de la banqueta.

7.3.2.5. Ángulo de colocación

El tablero de las señales de nomenclatura, se ubicará paralelo al eje longitudinal de la calle cuyo nombre se indica en la señal.

Los tableros de las señales de ruta y flechas complementarias deberán quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al eje de la calle.

El tablero de las señales de kilometraje, se ubicará en posición vertical, a 90° con respecto al eje de la carretera.

7.3.2.6. Color

El color del fondo de las señales de identificación – nomenclatura, de ruta y de flechas complementarias – será blanco reflejante y las letras, números, flechas y filete en negro.

El color del fondo de las señales de kilometraje con y sin escudo, será blanco reflejante con letras, números y contorno en negro, excepto en los caminos con corona menor de 6.00 m en que el fondo será en acabado mate.

Postes y reverso de los tableros

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

7.3.3. Señales Informativas de Destino (SID)

Se usarán para formar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas.

Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir el destino seleccionado.

Se emplearán en forma secuencial de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en su lugar debido y confirmar la correcta selección del destino.



Fig. 7.12 – Señales Informativas de Destino

7.4.3.1. Forma

Las Señales Informativas de Destino serán tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocados con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados.

El radio para redondear las esquinas del tablero de las señales bajas será de 4 cm, quedando el radio interior para las curvaturas del filete de 2 cm, el filete y su separación a la orilla del tablero será de 1 cm.

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

7.3.3.2. Tamaño

Tablero de las señales bajas

La altura del tablero de las Señales Informativas de Destino bajas se seleccionará conforme a lo establecido en la Tabla 7.7.

Altura del tablero (cm)	Altura de las letras mayúsculas (cm)	Altura del escudo (cm)	Altura de la flecha (cm)	Uso
30	15	30	22.5	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas
40	20	40	30	En carreteras con ancho de corona entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas
56	25	50	37.5	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m

Tabla 7.7 – Altura del tablero de las Señales Informativas de Destino bajas

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

La tabla 7.8 servirá como guía para la distribución de elementos en el tablero, así como para seleccionar la longitud del mismo en base a la altura de las letras y a los elementos contenidos en la señal.

Altura de las letras mayúsculas	Dimensiones del tablero	Escudo	Flecha	Espacio	Flecha +	Espacio	TEXTO					Espacio	Flecha	Espacio	Separación vertical entre flecha y texto	
							Longitud para el texto	Número de letras con serie								
								1	2	3	4					5
15 15 longitud	30 x 147	22.5 x 30	f	7.5	L = 22.5 horizontal y vertical	7.5	7	8	9	10	11	7.5	1	1	5.5	
	30 x 173						8	9	10	11	12					
	30 x 147	22.5 x 30	f	7.5	L ₁ = 18.5 inclinada	7.5	6	7	8	9	10	7.5	1	1		
	30 x 178						7	8	9	10	11					12
20 20 longitud	40 x 178	30 x 40	f	10.0	L = 30 horizontal y vertical	10.0	4	5	6	7	8	10.0	1	1	8.0	
	40 x 239						5	6	7	8	9					10
	40 x 178	30 x 40	f	10.0	L ₁ = 24.5 inclinada	10.0	5	6	7	8	9	10.0	1	1		
	40 x 239						6	7	8	9	10					11
25 25 longitud	56 x 239	37.5 x 50	f	12.5	L = 37.5 horizontal y vertical	12.5	5	6	7	8	9	12.5	1	1	13.5	
	56 x 300						6	7	8	9	10					11
	56 x 239	37.5 x 50	f	12.5	L ₁ = 30.5 inclinada	12.5	5	6	7	8	9	12.5	1	1		
	56 x 300						6	7	8	9	10					11

Dimensiones en centímetros

L y L₁ son medidas horizontales y se detallan en el inciso SID-5.7

Tabla 7.8 – Guía para la distribución de elementos en las señales Informativas de Destino bajas

Tablero de las señales diagramáticas

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

En zona rural, las dimensiones del tablero serán variables y estarán en función del caso particular que se esté tratando; sin embargo, en ningún caso el tablero deberá tener más de 3.66 m de alto por 6.10 m de base y no menos de 2.44 m de alto por 3.66 m de base. Las letras deberán ser de 30 a 35 cm de altura, el escudo de 45 x 60 cm y las flechas alargadas con rasgo de 15 cm para la trayectoria principal y de 10 cm para las rampas. El acomodo de las leyendas será aquel que no origine confusión para el usuario.

En zona urbana estas señales se utilizarán para indicar movimientos indirectos de vuelta izquierda en intersecciones, sus dimensiones serán de 1.00 x 1.50 m y generalmente se colocarán con su mayor dimensión horizontal; no llevarán leyendas ni escudos y el rasgo de la flecha alargada será de 8 cm.

Tablero de las señales elevadas

La altura del tablero de las Señales Informativas de Destino elevadas, se seleccionará de acuerdo a lo indicado en la Tabla 7.9.

Número de renglones	Altura del tablero (cm)	Altura de las letras mayúsculas (cm)	Altura del escudo (cm)	Altura de la flecha (cm)	Uso
1	61	25	50	37.5	Zona urbana: calles principales y vías rápidas
1	91	25	50	24	
2	122	25	50	37.5	
1	76	30	60	45	Carreteras de 2 carriles
2	122	30	50	45	
1	76	35	60	52.5	Carreteras de 4 o más carriles
1	122	35	60	36	
2	152	35	60	52.5	

Tabla 7.9 – Altura del tablero de las Señales Informativas de Destino elevadas

La longitud del tablero de las Señales Informativas de Destino elevadas estará definida de acuerdo a la leyenda que contenga el mayor número de letras.

La Tabla 7.10 servirá como guía para la distribución de los elementos en el tablero, así como para seleccionar la longitud del mismo en base a la altura de las letras y a los elementos contenidos en la señal.

Altura de las letras mayúsculas	Dimensiones del tablero	Espacio entre flechas	Espacio	Lectura	Espacio	Hecho	Espacio	TIXIO					Espacio	Flecha	Espacio	Separación vertical entre flechas	Separación vertical entre letras	
								Espacio entre flechas	Número de letras con línea									
									1	2	3	4						5
27 % REFLEXION	61 x 245	2	2	42.5		L = 37.5	12.5	11.0	4	5	6	7	9	12.5	2	2	14.0	
	61 x 335	2	2	42.5	37.5 x 50	L = 37.5	12.5	122.0	7	8	9	11	14	12.5	2	2	14.0	
	61 x 245	2	2	12.5	37.5 x 50	L = 30.5	12.5	119.0	6	6	6	6	9	12.5	2	2	14.0	
	61 x 375	2	2	42.5		L = 37.5	12.5	179.0	7	8	10	12	14	12.5	2	2	14.0	
29 % REFLEXION	122 x 306	2	2	12.5	37.5 x 50	L = 37.5	12.5	233.0	9	11	13	15	19	12.5	2	2	21.0	22.0
	122 x 488	2	2	42.5		L = 37.5	12.5	356.0	12	17	19	23	29	12.5	2	2	21.0	22.0
	122 x 365	2	2	12.5	37.5 x 50	L = 30.5	12.5	249.0	10	11	13	15	19	12.5	2	2	21.0	22.0
	122 x 488	2	2	12.5		L = 30.5	12.5	362.0	10	17	20	24	29	12.5	2	2	21.0	22.0
31 % REFLEXION	76 x 246	2	2	15.0	45 x 60	L = 45	15.0	86.0	3	3	4	5	6	15.0	2	2	19.0	
	76 x 305	2	2	15.0		L = 45	15.0	147.0	5	6	7	8	10	15.0	2	2	19.0	
	76 x 366	2	2	15.0		L = 45	15.0	208.0	7	8	9	11	14	15.0	2	2	19.0	
	76 x 244	2	2	15.0	45 x 60	L = 36.5	15.0	94.5	3	4	4	5	6	15.0	2	2	19.0	
	76 x 306	2	2	15.0		L = 36.5	15.0	155.5	5	6	7	8	10	15.0	2	2	19.0	
	76 x 366	2	2	15.0		L = 36.5	15.0	216.5	7	8	10	12	15	15.0	2	2	19.0	
33 % REFLEXION	122 x 488	2	2	15.0	37.5 x 50	L = 45	15.0	337.5	11	13	15	18	23	15.0	2	2	18.0	18.0
	122 x 549	2	2	15.0		L = 45	15.0	398.5	14	15	18	22	27	15.0	2	2	18.0	18.0
	122 x 488	2	2	15.0	37.5 x 50	L = 36.5	15.0	346.0	12	13	15	19	23	15.0	2	2	18.0	18.0
35 % REFLEXION	76 x 325	2	2	17.5	45 x 60	L = 52.5	17.5	129.5	4	4	5	6	7	17.5	2	2	16.5	
	76 x 366	2	2	17.5		L = 52.5	17.5	190.5	5	6	7	9	11	17.5	2	2	16.5	
	76 x 336	2	2	17.5	45 x 60	L = 42.5	17.5	139.5	4	5	6	6	8	17.5	2	2	16.5	
	76 x 366	2	2	17.5		L = 42.5	17.5	200.5	6	7	8	9	11	17.5	2	2	16.5	
37 % REFLEXION	152 x 488	2	2	17.5	45 x 60	L = 52.5	17.5	317.5	9	10	12	15	18	17.5	2	2	25.0	24.0
	152 x 549	2	2	17.5		L = 52.5	17.5	378.5	11	12	14	17	21	17.5	2	2	25.0	24.0
	152 x 488	2	2	17.5	45 x 60	L = 42.5	17.5	327.5	9	11	12	15	18	17.5	2	2	25.0	24.0
152 x 549	2	2	17.5		L = 42.5	17.5	388.5	11	13	15	18	22	17.5	2	2	25.0	24.0	

Tabla 7.10 – Guía para la distribución de elementos en las Señales Informativas de Destino elevadas

7.3.3.3. Ubicación

Longitudinal

De acuerdo a su ubicación longitudinal, las Señales Informativas de Destino se clasifican en previas, decisivas y confirmativas.

Previas

Deberán colocarse anticipadas a la intersección, a una distancia tal que permita a los conductores conocer los destinos y preparar las maniobras necesarias para tomar el elegido

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

Cuando el camino principal sea de 4 o más carriles, es recomendable colocar una señal previa adicional elevada a una distancia de 500 a 1000 m del entronque, que indique el carril y destino, con la finalidad de señalar al usuario,

con la anticipación debida el carril que debe tomar para llevar a cabo la maniobra deseada.

Decisivas

Las señales decisivas se colocarán en el lugar donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga.

En el paso de las carreteras por las poblaciones, cuando se juzgue necesario completar las Señales de Identificación de Ruta, se colocarán Señales de Destino Decisivas en las intersecciones urbanas de importancia para la ruta o rutas.

Confirmativas

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

7.3.3.4. Altura

Señales bajas

En zona rural, las señales bajas se colocarán de tal manera que la parte inferior del tablero quede a 1.50 m sobre el hombro de la carretera, y en zona urbana a 2.00 m sobre el nivel de la banqueteta.

Señales diagramáticas

En zona rural, la altura de la parte inferior del tablero con respecto al nivel del hombro de la carretera deberá ser de 1.00 m como mínimo.

En zona urbana, la altura de la parte inferior del tablero será de 2.00 m sobre el nivel de la banqueteta.

Señales elevadas

En todos los casos, la altura mínima de las señales elevadas, será aquella que permita una distancia libre vertical de 5.00 m entre la parte inferior de la señal y la parte más alta de la superficie de rodamiento.

7.3.3.5. Angulo de colocación

El tablero de las señales bajas, deberá quedar siempre en posición vertical a 90° con respecto al eje del camino.

En las señales elevadas se dará un ángulo de inclinación hacia el frente de 5° y también se colocarán a 90° con respecto al eje del camino.

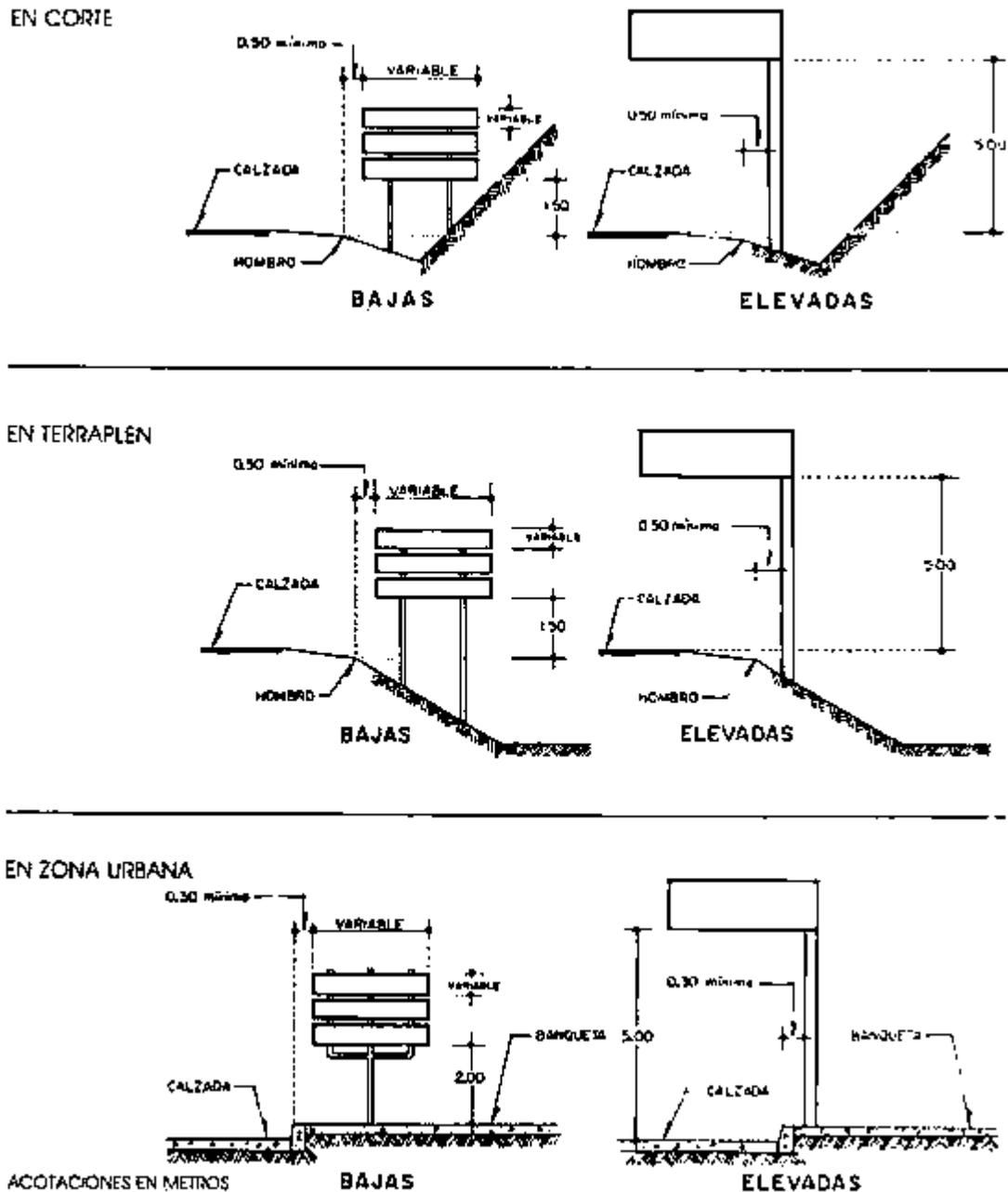


Fig. 7.13 – Distancia lateral y altura de las Señales Informativas de Destino

7.3.3.6. Contenido

En el tablero se indicará el nombre de los destinos, las flechas que indiquen las direcciones a seguir y en su caso, los escudos de las rutas correspondientes y/o las distancias en kilómetros por recorrer.

Leyenda

En las señales bajas se colocará un destino por renglón y en ningún caso más de tres destinos por señal. En las señales diagramáticas, se indicarán uno o dos destinos como máximo, procurando indicar en el tablero la geometría de las trayectorias a seguir en el entronque por medio de flechas alargadas así como escudos de ruta y cuando se considere conveniente la velocidad permitida en las rampas. En las señales elevadas se deberá tener un destino por renglón y máximo dos destinos por tablero.

Flechas

El modelo de flecha, ya sea horizontal, vertical o inclinada será el mismo en los tres casos y su longitud deberá ser de 1.5 veces la altura de la letra mayúscula.

Escudos

Los escudos quedarán pintados sobre el tablero y distribuidos de acuerdo a las dimensiones establecidas en las Tablas 7.8 y 7.10.

En las señales diagramáticas, los escudos serán generalmente de 45 x 60 cm

7.3.3.7. Color

El color del fondo de las Señales Informativas de Destino (bajas, diagramáticas y elevadas), será verde mate y las letra, números, flechas, escudos y filete en color blanco reflejante, excepto la señal diagramática en zona urbana, que será de fondo blanco y los caracteres, flecha alargada y filete en color negro.

Para las señales en carreteras con corona menor de 6.00 m o en calles urbanas no será necesario el reflejante.

Postes y reverso de los tableros

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

7.3.3.8. Iluminación

Es conveniente que las señales elevadas y las diagramáticas tengan iluminación artificial a través de una fuente de luz montada al frente y sobre la señal, tratando de que la iluminación sea uniforme.

7.3.4. Señales Informativas de Recomendación (SIR)

Se utilizarán con fines educativas para recordar a los usuarios determinadas disposiciones o recomendaciones de seguridad que conviene observar durante su recorrido por calles y carreteras.

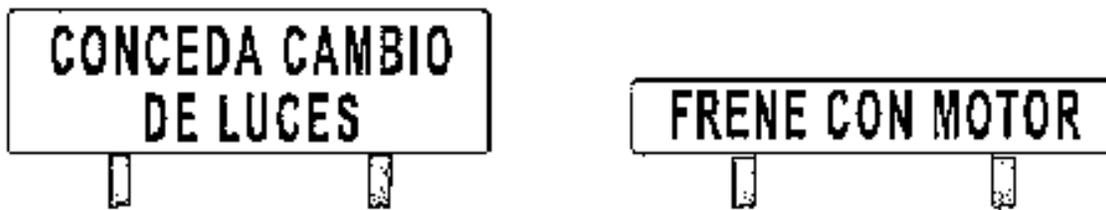


Fig. 7.14 – Señales Informativas de Recomendación

7.3.4.1. Forma

Las Señales Informativas de Recomendación son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocadas con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior de 2 cm para la curvatura del filete.

7.3.4.2. Tamaño

La altura del tablero de las Señales Informativas de Recomendación se seleccionará conforme a lo establecido en la Tabla 7.11.

Altura del tablero (cm)	Altura de las letras mayúsculas (cm)	Número de renglones	Uso
30	15	1	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. En calles y avenidas principales urbanas.
56	15	2	
40	20	1	En carreteras con ancho de corona entre 6.00 y 9.00 m. En bulevares y vías rápidas urbanas.
71	20	2	
56	25	1	En carreteras con ancho de corona mayor de 9.00 m o en carreteras de 4 o más carriles.
86	25	2	

Tabla 7.11 – Altura del tablero de las Señales Informativas de Recomendación

La longitud del tablero se definirá en función del número de letras que contenga la leyenda. La Tabla 7.12 servirá como guía para la distribución de elementos en el tablero, así como para seleccionar la longitud del mismo conforme al número de letras de texto.

Altura de las letras mayúsculas	Dimensiones del tablero	Espacio Fillete	Espacio	TEXTO							Espacio Fillete	Espacio	Separación vertical entre fillete y texto	Separación vertical entre textos	
				Long. para Texto	Número de letras con serie										
					1	2	3	4	5						
15 un renglón	30 x 147	1	1	7.5	128	9	10	11	14	17	7.5	1	1	5.5	
	30 x 178	1	1	7.5	159	11	12	14	17	21	7.5	1	1	5.5	
15 doble renglón	56 x 147	1	1	7.5	128*	9	10	11	14	17	7.5	1	1	7.0	5.0
	56 x 178	1	1	7.5	159*	11	12	14	17	21	7.5	1	1	7.0	5.0
20 un renglón	40 x 178	1	1	10.0	154	8	9	10	12	16	10.0	1	1	6.0	
	40 x 239	1	1	10.0	215	11	12	14	17	22	10.0	1	1	6.0	
20 doble renglón	71 x 178	1	1	10.0	154*	8	9	10	12	16	10.0	1	1	9.0	9.0
	71 x 239	1	1	10.0	215*	11	12	14	17	22	10.0	1	1	9.0	9.0
25 un renglón	56 x 239	1	1	12.5	210*	8	10	11	14	17	12.5	1	1	13.5	
	56 x 300	1	1	12.5	271	11	13	15	18	22	12.5	1	1	13.5	
25 doble renglón	86 x 239	1	1	12.5	210*	8	10	11	14	17	12.5	1	1	10.0	12.0
	86 x 300	1	1	12.5	271*	11	13	15	18	22	12.5	1	1	10.0	12.0

Tabla 7.12 – Guía para la distribución de elementos en las Señales Informativas de Recomendación

7.3.4.3. Ubicación

Longitudinal

Las Señales Informativas de Recomendación se colocarán en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la observancia de la disposición de que se trate.

La colocación de estas señales no deberá interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales y de preferencia se ubicarán en tramos donde no existan aquellas.

Lateral en carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que la orilla interna del tablero quede a una distancia no menos de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

En zona urbana la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm.

7.3.4.4. Altura

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

7.3.4.5. Angulo de colocación

El tablero de estas señales, deberá quedar siempre en posición vertical a 90° con respecto al eje de la calle o carretera.

7.3.4.6. Contenido

En el tablero se indicará por medio de una leyenda, las diferentes disposiciones o recomendaciones para los usuarios de las calles y carreteras. Deberá procurarse, hasta donde sea posible, que la leyenda tenga un máximo de 4 palabras por renglón, pero en ningún caso más de dos renglones.

No hay límite sobre las disposiciones o recomendaciones al usuario; sin embargo debe restringirse el número de señales y evitar la diversidad en dimensiones. A continuación se enumeran algunas de las leyendas de uso más frecuente.

ZONA URBANA

- Cruce con la señal del semáforo
- Cruce solamente en las esquinas
- No obstruya el cruce
- No se estacione en la esquina
- No se estacione sobre la banqueta

ZONA URBANA Y/O RURAL

Un renglón

- Conserve su derecha
- Cruce de escolares
- Crece de peatones
- Curva peligrosa
- Frene con motor
- Guarde su distancia
- No tire basura
- Prepare su cuota
- Silenciador obligatorio

Dos renglones

- Carril izquierdo solo para rebasar
- Ceda el paso al peatón
- Conceda cambio de luces
- Con niebla disminuya su velocidad
- Con niebla encienda sus luces
- Elija su carril oportunamente
- Entrada y salida de camiones 500 m
- Este camino no es de alta velocidad
- No deje piedras sobre el pavimento
- No maltrate las señales
- No rebase con línea continua
- Obedezca las señales
- Tránsito lento carril izquierdo
- Transporte de carga tramo con restricciones

7.3.4.7. Color

El color del fondo de las Señales Informativas de Recomendación será blanco mate, con las letras y filete en negro.

7.3.5. Señales de Información General (SIG)

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



Fig. 7.15 – Señales de Información General

7.3.5.1. Forma

Las Señales de Información General, son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocados con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior de 2 cm para la curvatura del filete, excepto en la señal que indica el sentido de la circulación del tránsito, en la que el radio para redondear las esquinas será de 2 cm y no llevará filete.

7.3.5.2. Tamaño

La altura del tablero de las Señales de Información General se seleccionará conforme a lo establecido en la Tabla 7.13.

Altura del tablero (cm)	Altura de las letras mayúsculas (cm)	Número de renglones	Uso
30	15	1	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. En calles y avenidas principales urbanas.
56	15	2	
40	20	1	En carreteras con ancho de corona entre 6.00 y 9.00 m. En bulevares y vías rápidas urbanas.
71	20	2	
56	25	1	En carreteras con ancho de corona mayor de 9.00 m o en carreteras de 4 o más carriles.
86	25	2	

Tabla 7.13 – Altura del tablero de las

La longitud del tablero se definirá en función del número de letras que contenga la leyenda. La Tabla 7.14 servirá como guía para la distribución de elementos en el tablero, así como para seleccionar la longitud del mismo conforme al número de letras del texto.

Las dimensiones del tablero para la señal que indica el sentido de circulación del tránsito, será de 30 x 91 cm para zona rural y de 20 x 61 cm para zona urbana.

Altura de las letras mayúsculas	Dimensiones del tablero	Espacio filete	Espacio	TEXTO					Espacio	Filete	Espacio	Separación vertical entre filete y texto	Separación vertical entre textos		
				Long. para texto	Número de letras con serie										
					1	2	3	4						5	
15 un renglón	30 x 147	1	1	7.5	128	9	10	11	14	17	7.5	1	1	5.5	
	30 x 178	1	1	7.5	159	11	12	14	17	21	7.5	1	1	5.5	
15 doble renglón	56 x 147	1	1	7.5	128*	9	10	11	14	17	7.5	1	1	7.0	8.0
	56 x 178	1	1	7.5	159*	11	12	14	17	21	7.5	1	1	7.0	8.0
20 un renglón	40 x 178	1	1	10.0	154	8	9	10	12	16	10.0	1	1	5.0	
	40 x 239	1	1	10.0	215	11	12	14	17	22	10.0	1	1	5.0	
20 doble renglón	71 x 178	1	1	10.0	154*	8	9	10	12	16	10.0	1	1	9.0	9.0
	71 x 239	1	1	10.0	215*	11	12	14	17	22	10.0	1	1	9.0	9.0
25 un renglón	56 x 239	1	1	12.5	210*	8	10	11	14	17	12.5	1	1	13.5	
	56 x 300	1	1	12.5	271	11	13	15	18	22	12.5	1	1	13.5	
25 doble renglón	86 x 239	1	1	12.5	210*	8	10	11	14	17	12.5	1	1	13.5	12.0
	86 x 300	1	1	12.5	271*	11	13	15	18	22	12.5	1	1	13.5	12.0

Dimensiones en centímetros * Longitud del texto por renglón

Tabla 7.14 – Guía para la distribución de elementos en las Señales de Información General

7.3.5.3. Ubicación

Longitudinal

En general estas señales se colocarán en el punto al que se refiere a la información de la leyenda o al principio del sitio que se desea anunciar.

Además de las señales que indiquen un punto de control, se colocarán las señales previas, preferentemente a 500 y 250 m del lugar.

Lateral

En carreteras, las señales se colocarán en todos los casos, de modo que la orilla e interna del tablero quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

7.3.5.4. Altura

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

7.3.5.5. Angulo de colocación

El tablero de estas señales, deberá quedar siempre en posición vertical a 90° con respecto al eje de la calle o carretera.

7.3.5.6. Contenido

El tablero se indicará a través de una leyenda, la información general necesaria para el usuario excepto en la señal que indica al sentido de la circulación del tránsito en el que solo aparecerá inscrita una flecha horizontal. Deberá preocuparse, hasta donde sea posible, que la leyenda tenga un máximo de 4 palabras por renglón pero en ningún caso más de dos renglones.

La separación y distribución dentro del tablero quedará de acuerdo a lo establecido en la Tabla 7.14

7.3.5.7. Color

El color del fondo de las Señales de Información General será blanco mate, con letras y filete en negro, excepto las señales que indican puntos de control que por su importancia deberán ser reflejantes.

7.3.6. Señales Informativas de Servicios y Turísticas (SIS y SIT)

Se utilizarán para 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 información de destino en un mismo tablero.



Fig. 7.16 – Señales Informativas de Servicios y Turísticas

7.3.6.1. Forma

Tablero de las señales

El tablero de las Señales Informativas de Servicios (SIST) y Turísticas (SIT) será cuadrado con las esquinas redondeadas.

Cuando se requiera indicar varios servicios en forma simultánea que están ubicados en la misma zona, se podrán emplear conjuntos hasta de 4 señales.

Tablero adicional

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

7.3.6.2. Tamaño

Tablero de las señales

El tablero de las Señales Informativas de Servicios y Turísticas, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.15.

Dimensiones (cm)	Uso
45 x 45 (sin ceja)	En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas
61 x 61 (Sin ceja)	En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas urbanas
71 x 71 (con ceja)	En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m, en vías rápidas urbanas
86 x 86 (con ceja)	En carreteras con 4 carriles o mas, con o sin separador central

Tabla 7.15 – Dimensiones del tablero de las Señales Informativas de Servicios y Turísticas

Tablero adicional

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, ya sea que lleve ceja perimetral doblada o sea placa plana sin ceja, tendrá las dimensiones de la Tabla 7.16.

Dimensiones de la señal (cm)	Dimensiones del tablero (cm)	Longitud de la flecha direccional (cm)	Altura de las letras mayúsculas (cm)
61 x 61 (sin ceja)	25 x 45	40	10
71 x 71 (con ceja)	30 x 61	55	12.5
86 x 86 (con ceja)	35 x 71	60	15
117 x 117 (con ceja)	35 x 86	75	15

Tabla 7.16 – Dimensiones del tablero adicional de las Señales Informativas de Servicios y Turísticas

7.3.6.3. Ubicación

Longitudinal

Las Señales Informativas de Servicios y Turísticas se colocarán en el lugar donde exista el servicio y/o un km del mismo, sin interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales. Cuando existan servicios en un radio no mayor de 5 km de una intersección, se podrá colocar una Señal Informativa de Servicio anticipado a la intersección, con una placa adicional indicando el nombre del poblado donde se presten estos servicios.

Estas señales podrán colocarse a la salida de las poblaciones para indicar la distancia a la que se encuentra el o los servicios más próximos indicados en la señal.

Lateral

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

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino.

1.3.6.4. Altura

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

1.3.6.5. Color

El color del fondo tanto del tablero de las señales como del tablero adicional será azul mate y los símbolos, letras, flechas y filete en blanco reflejante.

Poste y reverso de los tableros

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

8. SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

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

El señalamiento horizontal por su uso, se clasifica como se indica a continuación:

Clasificación	Nombre
M-1	Raya separadora de sentidos de circulación
M-1.1	Raya continua sencilla (Arroyo vial hasta 6.5 m)
M-1.2	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial hasta de 6.5 m)
M-1.3	Raya continua doble (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.4	Raya continua – discontinua (Arroyo vial de 6.5m)
M-1.5	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial de 6.5m)
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 carriles, discontinua
M-3	Raya en la orilla del arroyo vial
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 de cruce de peatones
M-7.1	Rayas para cruce de peatones en vías primarias
M-7.2	Rayas para cruce de peatones en vías secundarias
M-8	Marcas para cruce de ferrocarril
M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico
M-10	Marcas para estacionamiento
M-11	Rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles
M-11.1	Flechas, letras y números
M-11.2	Para delimitar un carril en contrasentido
M-11.3	Para delimitar un carril exclusivo
M-11.4	Para establecer lugares de parada
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 rodadura
M-13.1	Marcas en estructuras
M-13.2	Marcas en otros objetos
M-14	Marcas para delimitar ciclo vías
M-15	Marcas temporales
DH-1	Botones retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento

DH-2	Botones retrorreflejantes sobre estructuras
DH-3	Botones

8.1. Marcas en el pavimento

Se pintan o se colocan sobre el pavimento para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Deben ser de color retrorreflejante, blanco o amarillo, según su función, 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 5 cm de ancho de color negro. Los colores blanco y amarillo deben cumplir con los patrones autorizados por la Dirección de Servicios Técnicos de la SCT. Las marcas en el pavimento son las que aparecen a continuación:

8.2. Raya separadora de sentidos de circulación (M-1)

Se pinta o coloca sobre el pavimento para separar los sentidos de circulación vehicular en carreteras y vialidades urbanas de dos sentidos, generalmente al centro del arroyo vial, tanto en tangentes como en curvas, según se muestra en la Figura 7.17. Debe ser de color amarillo retrorreflejante y se puede complementar con botones retrorreflejantes.

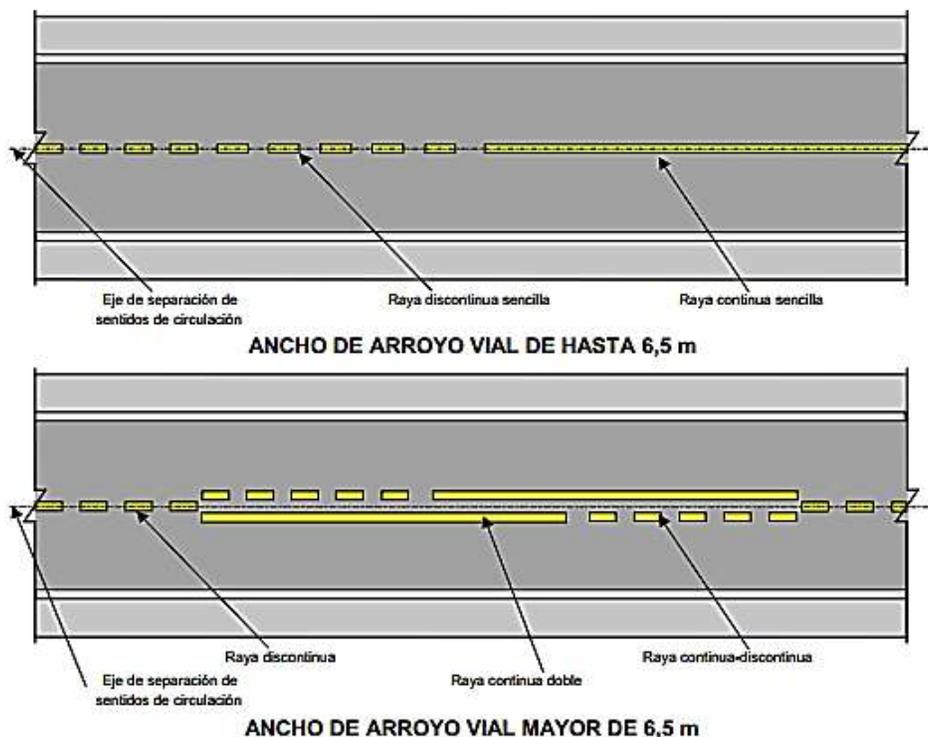


Fig. 7.17 – Ubicación de la raya separadora de sentidos de circulación

NOTA: Para carreteras y vialidades urbanas con ancho vial de hasta 6.5 m la raya separadora de sentidos de circulación debe ser de 10 cm de ancho.

8.2.1. Raya continua sencilla (M-1.1)

Se emplea como se muestra en la Fig. 7.18, en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase o en los tramos donde por cualquier razón se prohíba el rebase. En la aproximación a las intersecciones que tengan raya de alto, su longitud respecto a dicha raya, se debe determinar en función de la velocidad de proyecto en el caso de carreteras y vialidades urbanas nuevas, o de operación en las existentes, según se indica en la Tabla 7.17. Cuando la intersección sea con una vía de ferrocarril, su longitud nunca debe ser menor que la distancia definida desde 35 m antes del inicio de las marcas para cruce de ferrocarril hasta la raya de alto, como se muestra en la Fig. 7.25.

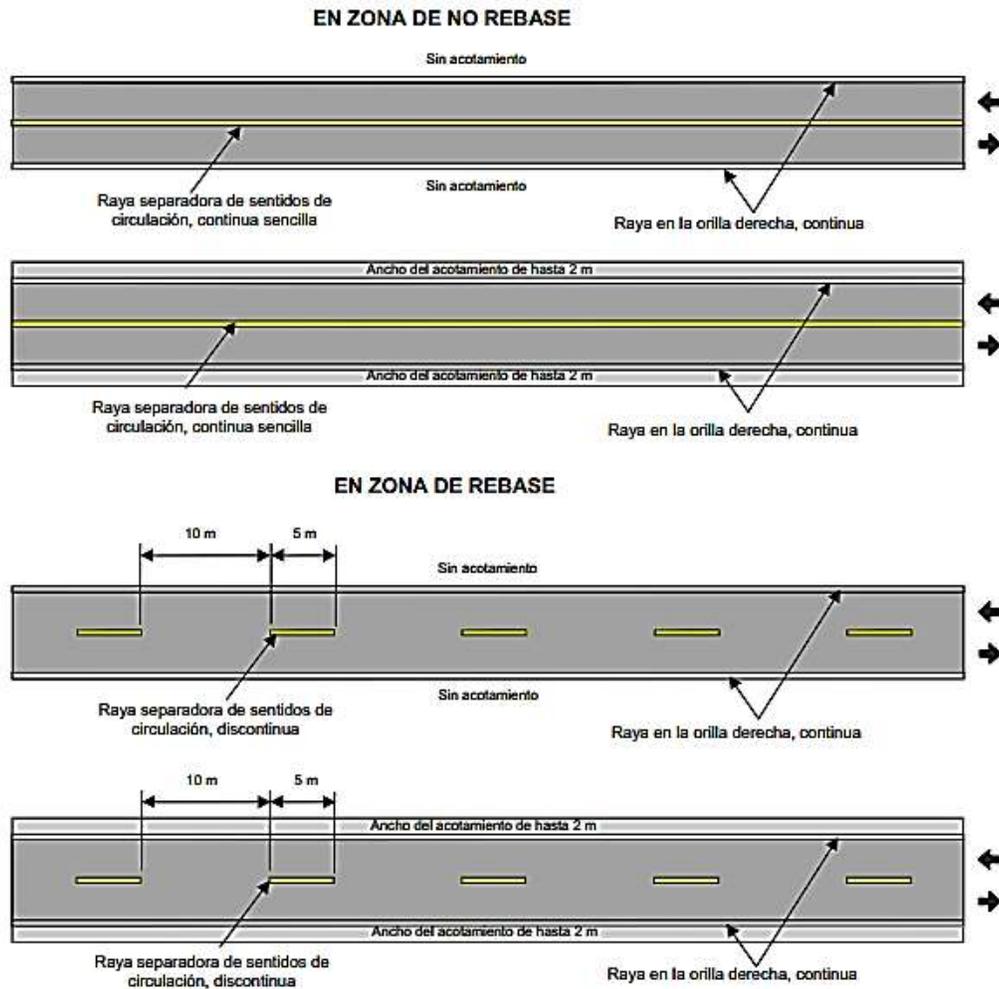


Fig. 7.18 – Marcas en el pavimento en carreteras con ancho de calzada de hasta 6.5m

Velocidad de proyecto o de operación Km/h	Longitud de la raya m
30	30
40	45
50	65
60	85
70	110
80	140
90	170
100	205
110	245
120	285

Tabla 7.17 – Longitud de la raya separadora de sentidos de circulación continua en la aproximación a una intersección

8.2.2. Raya discontinua sencilla (M-1.2)

Se emplea en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase, consiste en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m. En vialidades urbanas cuya velocidad permitida en el Reglamento de Tránsito, sea hasta de 60 km/h, los segmentos pueden ser de 2.5 m separados entre sí 5 m.

Nota: Para carreteras y vialidades urbanas de este tipo, el ancho de la raya separadora de sentidos en función del tipo de vialidad de que se trate, debe ser el que se indica en la Tabla 7.18.

Tipo de vialidad	Ancho de la raya (cm)
Carretera de 4 o mas carriles para ambos sentidos de circulación	15
Carreteras de 2 o 3 carriles para ambos sentidos de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	10
Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	
vialidades urbanas	

Tabla 7.18 – Ancho de la raya

8.2.3. Raya continua doble (M-1.3)

Se emplea como se muestra en la Fig. 7.18, en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase. En la aproximación a las intersecciones que tengan raya de alto, su longitud respecto a dicha raya, se debe determinar en función de la velocidad de proyecto en el caso de carreteras y vialidades urbanas nuevas, o de operación en las existentes, según se indica en la Tabla 7.17. Cuando la intersección sea con una vía de ferrocarril, su longitud nunca debe ser menor que la distancia definida desde 35 m antes del inicio de las marcas para cruce de ferrocarril, hasta la raya de alto, como se muestra en la Fig. 7.26. También se debe utilizar en carreteras y vialidades urbanas con dos o más carriles, por lo menos en uno de los sentidos, haciendo en este caso, las veces de faja separadora, como en el caso de un carril en contrasentido. En todos los casos, el ancho de las rayas debe ser, según el tipo de vialidad y la separación entre ellas debe ser igual a su ancho.

Si por condiciones especiales, la separación entre rayas es mayor de 50 cm, se pintan rayas diagonales a 45° y de 20 cm de ancho, separadas entre sí el doble de la distancia existente entre las rayas continuas, medida sobre estas últimas. Las diagonales deben trazarse de izquierda a derecha en el sentido del tránsito y ser de color amarillo retrorreflejante, como se muestra en la Figura 7.20.

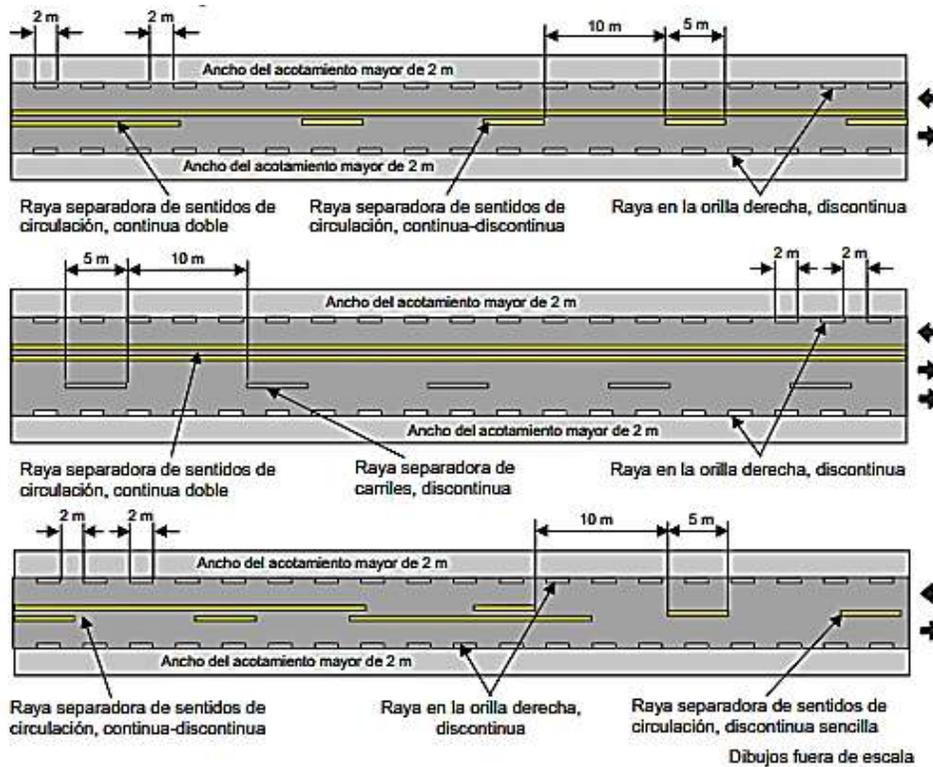


Fig. 7.19 – Marcas en el pavimento en carreteras con ancho de calzada de hasta 6.5m

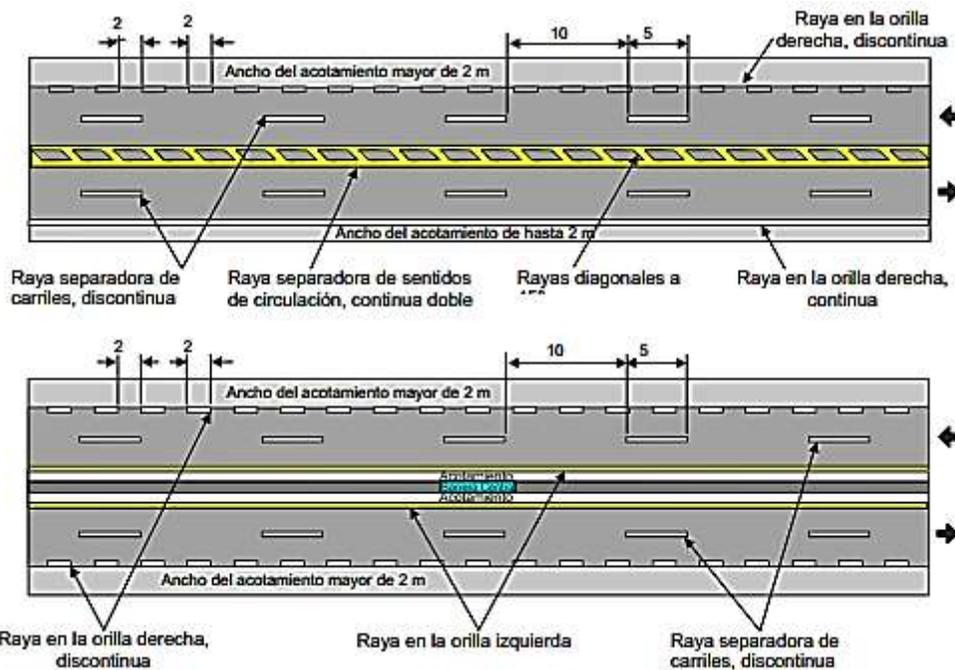


Fig. 7.20 – Marcas en el pavimento en autopistas y carreteras de 4 carriles

8.2.4. 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 carriles, la raya del lado de ese carril debe ser discontinua en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m, en calles se puede reducir la longitud de los segmentos, pero conservando la relación uno a dos (1:2) de raya de espacio; del lado donde no se permite efectuar la maniobra de rebase la raya debe ser continua (Fig. 7.19). La separación entre rayas debe ser igual al ancho.

8.2.5. Raya discontinua sencilla (M-1.5)

Se debe utilizar en calles y carreteras de dos carriles, por un sentido, en los tramos donde, para ambos carriles, la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase y consiste en segmentos de 5 m separados entre sí 10 m (Fig. 7.19) en calles se puede reducir la longitud de los segmentos pero conservando la relación (1:2) de raya espacio.

8.3. 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. Debe de ser de color blanco reflejante, del ancho que se indica en la Tabla 7.18, en función del tipo de vialidad de que se trate. Puede ser continua o discontinua según se permita cruzarla o no, esta raya se puede complementar con vialetas.

8.3.1. Raya separadora de carriles, Continua - Sencilla (M-2.1)

La raya separadora de carriles debe de ser continua sencilla en aproximación de las intersecciones que tengan raya de alto o cuando delimiten carriles especiales para vueltas (Figs. 7.21 y 7.23) En el primer caso, la longitud de esta raya con respecto a la raya de alto, debe ser, en metros, numéricamente igual, a la mitad de velocidad de operación expresada en km/h en carreteras y siempre de 30 m en vialidades urbanas. Cuando delimita carriles especiales para dar vuelta, deben ser marcadas en toda la longitud del carril.

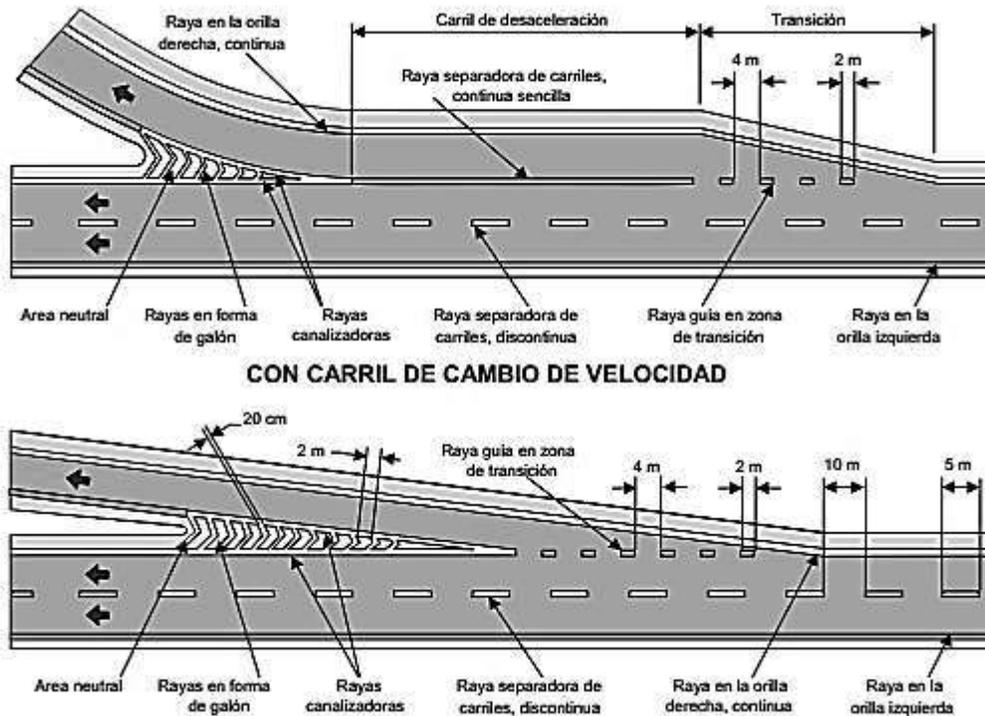


Fig. 7.21 – Raya discontinua guía en zonas de transición, raya separadora de carriles, rayas canalizadoras y rayas en la orilla de la calzada

8.3.2. Raya separadora de carriles, continua doble (M-2.2)

Esta raya debe ser continua doble cuando se delimitan carriles exclusivos para la circulación de ciertos tipos de vehículos y debe ser marcada en toda la longitud del carril. La separación entre rayas debe ser igual a su ancho.

8.3.3. Raya separadora de carriles, discontinua (M-2.3)

Donde se permita cruzar la raya separadora de carriles este debe de ser discontinua y, tanto en carreteras como en autopistas, colocarse en segmentos de 5 m, separados 10 m entre sí. En calles se puede reducir la longitud de los segmentos, pero conservando siempre la relación (1:2) de raya – espacio (Figs. 7.20 y 7.21).

8.4. Raya en la orilla de calzada (M-3)

Se utiliza en carreteras y autopistas, así como en calles cuando no existan banquetas o guarniciones para indicar las orillas de calzadas y delimitar, en su caso, los acotamientos. El ancho de la raya en estas orillas de calzada debe ser lo que se indica en la Tabla 7.18 en función del tipo de vialidad que se trate (Figs. 7.18, 7.19, 7.20, 7.21 y 7.22). En casos especiales autorizados por la Dirección de Servicios Técnicos de la SCT, esta raya puede ser de 5 cm en calles y carreteras y con ancho de calzada de hasta 6.5 metros. Esta raya se puede complementar con vialetas. La Raya en la orilla de la calzada con respecto al sentido de circulación, debe ser de color blanco reflejante.

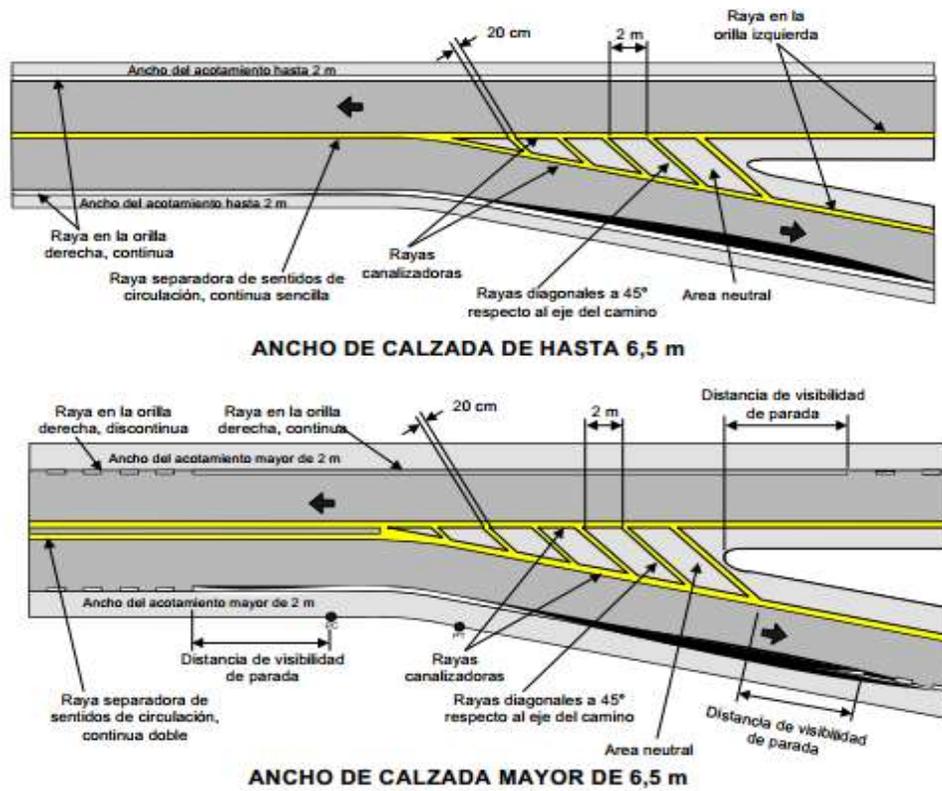


Fig. 7.22 – Rayas canalizadoras

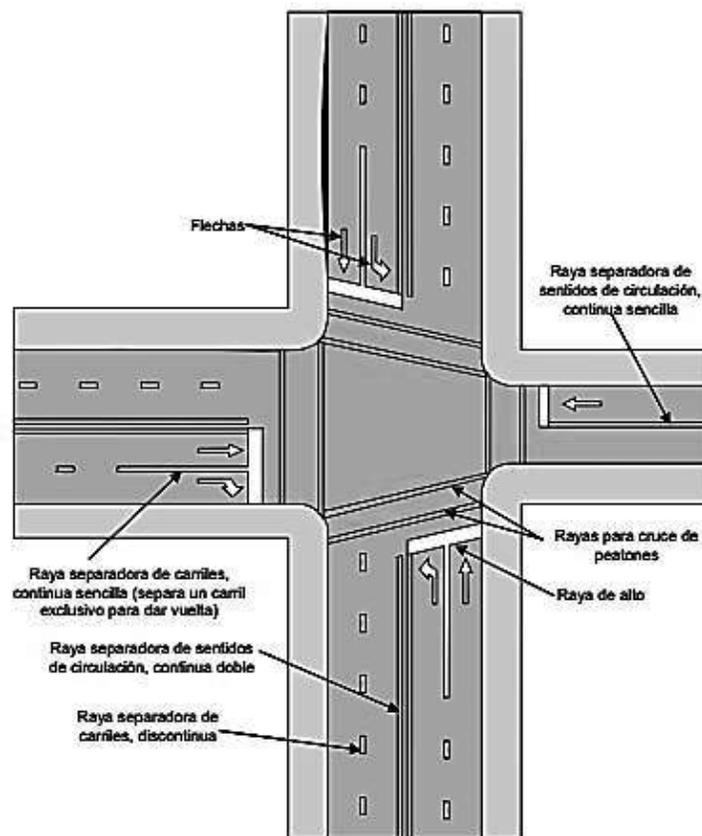


Fig. 7.23 – Diversos tipos de rayas y marcas en el pavimento en aproximaciones de intersección

8.4.1. Raya en la orilla derecha, continua (M-3.1)

Esta raya debe ser continua cuando el acotamiento tenga un ancho de hasta 2 m o en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad en la operación de tránsito conviene restringir el acotamiento sobre el acotamiento, en cuyo caso, la extensión de la raya debe ser igual a la zona de restricción, más la longitud que en función de la velocidad de operación se indica en la Tabla 7.17 tanto antes como después de dicha zona.

8.4.2. Raya en la orilla derecha, discontinua (M-3.2)

Esta raya debe ser discontinua cuando el ancho del acotamiento sea mayor de 2 m, conformada con segmentos de 2 m de longitud separados 2 m entre sí.

8.4.3. 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 faja separadora central, de cuerpos separados o de un solo sentido de circulación, así como en rampas de salida, en todos los casos, esta raya debe de ser continua y de color amarillo reflejante como se muestra en las Figs. 7.20 y 7.22.

8.5. Raya guía en zonas de transición (M-4)

Se utiliza para delimitar la zona de transición entre los carriles de tránsito directo y el de cambio de velocidad en las entradas y salidas, o para ligar los extremos de los enlaces. Debe ser discontinua, de color blanco reflejante y del mismo ancho que de la raya de la orilla de calzada, y conformada por dos segmentos de 2 m de longitud separados 4 m entre sí (Fig. 7.21).

8.6. Rayas canalizadoras (M-5)

Se utilizan en calles, carreteras y autopistas para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito en las entradas, salidas y bifurcaciones, o para separar apropiadamente los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a la isleta o fajas separadoras (Figs. 7.21 y 7.22). Estas rayas se complementan con vialetas.

Las rayas que delimitan la zona neutral, deben ser continuas, de color blanco reflejante cuando separan flujos en un solo sentido y amarillo reflejante cuando separan flujos en diferente sentido de circulación. Estas rayas deben de tener el ancho que se indica en la Tabla 7.18, en función del tipo de vialidad de que se trate.

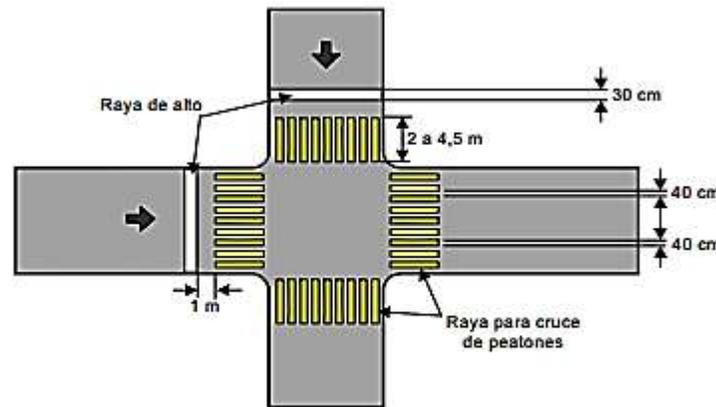
La zona neutral debe marcarse mediante rayas diagonales de 20 cm de ancho, con una inclinación de 45°, trazados de izquierda a derecha en el sentido del tránsito, de manera que, cuando la zona neutral se ubica entre los dos sentidos del tránsito, las diagonales tendrán una sola inclinación y cuando se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

La longitud mínima de la zona neutral en aproximación a los extremos de las isletas o fajas separadoras centrales, debe ser de 50 m. en las isletas canalizadoras para los casos de entradas, salida y bifurcaciones, dicha longitud debe quedar definida por las trayectorias de las salidas de los carriles que divergen o convergen.

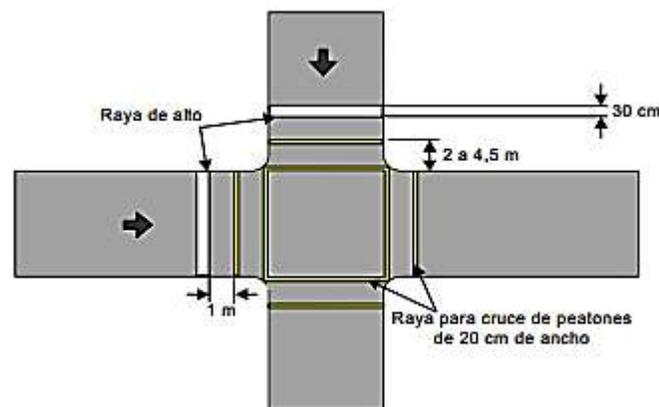
Es conveniente colocar bordos de concreto en la misma posición que las rayas diagonales, en la mitad de la zona central más cercana a la isleta, con la finalidad de advertir la presencia de la isleta a los conductores que lleven una trayectoria errónea. Estos bordos deben ir pintado de color reflejante, blanco o amarillo según sea el caso, al igual que las rayas diagonales.

8.7. Raya de alto (M-6)

Se utiliza en calles y carreteras para indicar el sitio que deben detenerse los vehículos, de acuerdo con una señal de alto o semáforo. Debe ser continua sencilla, de color blanco reflejante y trazarse cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido (Figs. 7.23, 7.24, 7.25, 7.26 y 7.29) Cuando la raya de alto se utilice junto con una señal de alto, esta última se debe colocar alineada con la raya.



CARRETERAS Y VIAS PRIMARIAS



VIAS SECUNDARIAS

Fig. 7.24 – Diversos tipos de rayas y marcas en el pavimento en aproximaciones de intersección

En el caso de un cruce a nivel con otra vialidad, la raya de alto debe ser de 30 cm de ancho, paralela a las rayas de cruce de peatones y a una distancia de 1 m antes de las mismas. En caso de no existir rayas para cruce de peatones, la de alto se debe ubicar en el lugar preciso en el que deben detenerse los vehículos, a no menos de 1 m ni más de 10 m de la orilla más próxima de la vía de circulación que cruza y paralela a esta última. Si los vehículos deben detenerse a un paso de nivel de peatones, en algún sitio donde no exista alguna intersección, la raya de alto debe ser trazada paralela a la trayectoria de los peatones.

En caso de un cruce a nivel con una vía de ferrocarril, la raya de alto debe de ser de 40 cm de ancho, paralela a la trayectoria del ferrocarril y a una distancia de 3 m respecto de la vía, como se muestra en las figuras, o a 2.5 m del semáforo o barrera en caso de que exista.

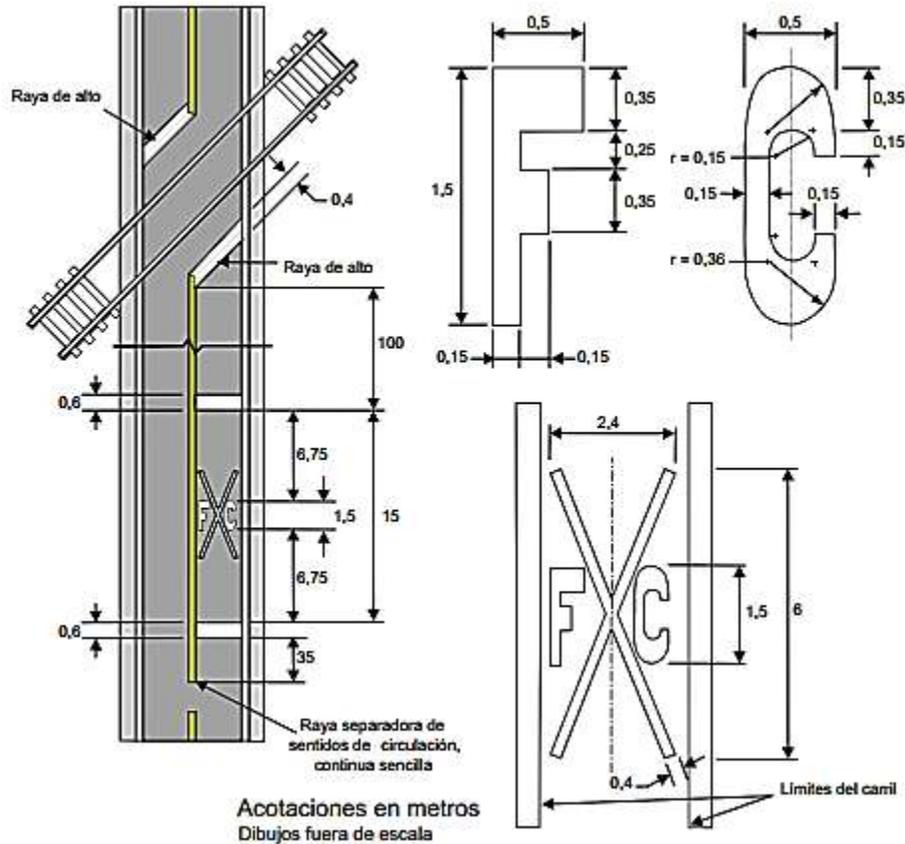


Fig. 7.25 – Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril

8.8. Rayas para cruce de peatones (M-7)

Se utiliza para delimitar las áreas de cruce de peatones, deben ser continuas de color amarillo reflejante y trazarse en todo lo ancho de la vialidad (Figs. 7.23 y 7.24).

8.8.1. Rayas para cruces de peatones en vías rápidas (M-7.1)

En carreteras y vías rápidas urbanas, las rayas para cruces de peatones deben ser una sucesión de rayas paralelas de 40 cm de ancho, perpendiculares a la trayectoria de los peatones y separadas entre sí 40 cm, con una longitud igual al ancho de las banquetas entre las que, generalmente se encuentran situadas pero en ningún caso deben ser mayores de 4.5 m ni menores de 2 m.

8.8.2. Rayas para cruce de peatones en calles secundarias (M-7.2)

En calles secundarias las rayas para el cruce de peatones deben ser dos rayas paralelas a la trayectoria de los peatones, de 20 cm de ancho, trazadas a una separación que se determina por el ancho de las banquetas que, generalmente, las ligan, pero en ningún caso dicha separación debe ser menor a 2 m ni mayor de 4.5 m.

8.9. Marcas para cruce de ferrocarril (M-8)

Se usa para advertir la proximidad de una vía de ferrocarril que cruce a nivel con la vía o carretera, deben ser de color blanco reflejante y consiste en una “X” con letras “F” y “C”, una a cada lado de la misma, complementadas con rayas perpendiculares a la trayectoria de los vehículos. El símbolo “FXC” se coloca en cada carril antes del cruce y las rayas perpendiculares cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido, en la forma y con las dimensiones que se indican en las Fig. 7.25. Antes de cruce del ferrocarril, se deben colocar una zona de vibradores (Figs. 7.26 y 7.27).

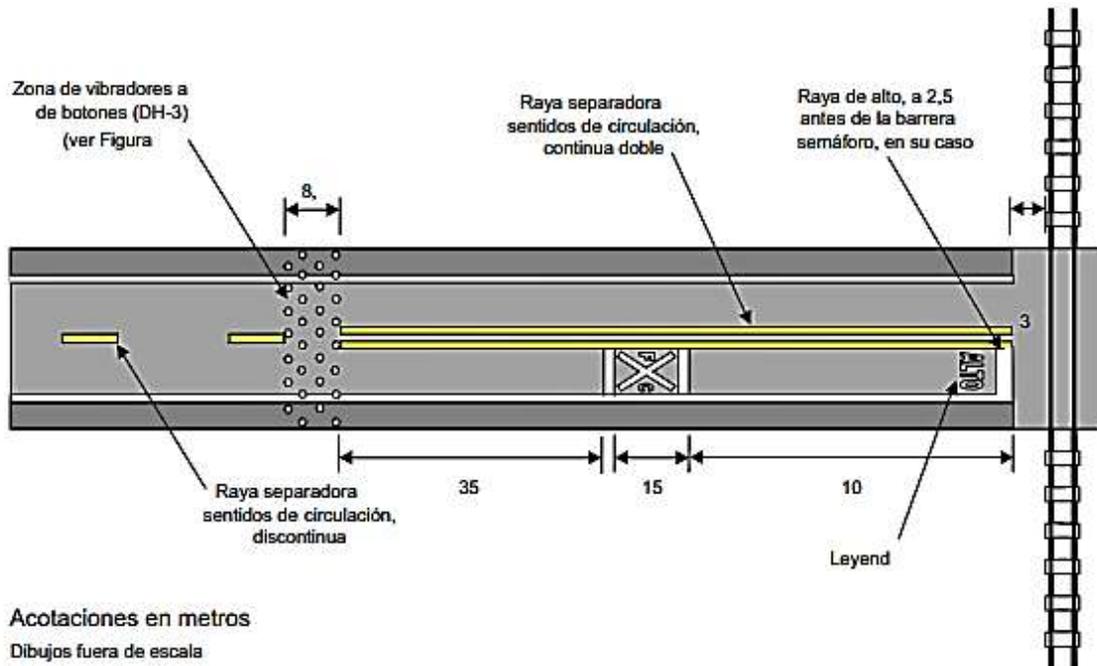
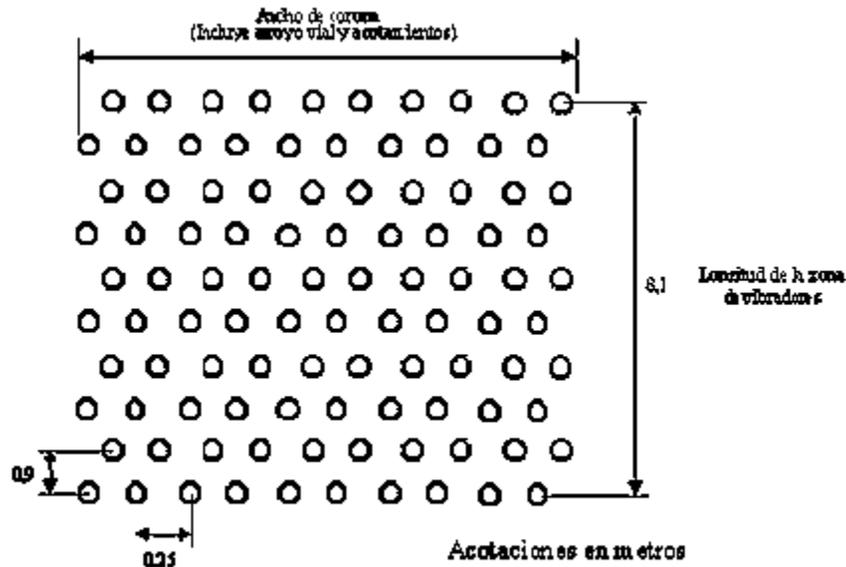


Fig. 7.26 – Ubicación de vibradores para cruces de ferrocarril a nivel



Nota: Ver el inciso 4.7.2.

Fig. 7.27 – Distribución de los botones metálicos en la zona de vibradores

8.10. Rayas con espaciamiento logarítmico (M-9)

Se utilizan en calles y carreteras, generalmente a nivel de peatones y en zonas escolares para disminuir la velocidad de los vehículos, produciéndole al conductor la ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera, deben ser de color blanco reflejante de 60 cm de ancho y colocarse en forma transversal al eje de la carretera en el sentido de circulación (Fig. 7.28) la longitud total de la zona por marcar el número de rayas y su separación, se deben determinar por lo señalado en la Tabla 7.19, en función de la diferencia entre la velocidad requerida para la restricción y la velocidad de proyecto en el caso de una carretera nueva, o de operación en una vialidad en uso.

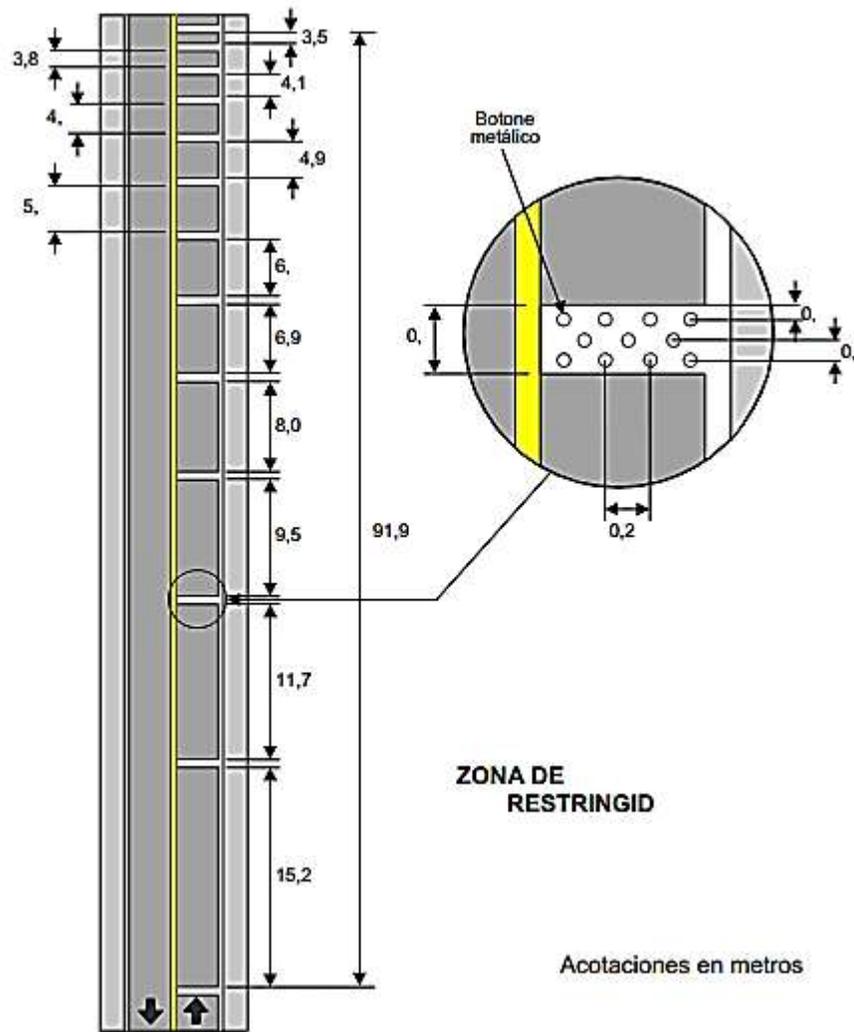


Fig. 7.28 – Rayas con espaciamento logarítmico para velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h

Diferencia de velocidades (km/h) / Número de líneas requeridas							
	20/13	30/20	40/25	50/32	60/38	70/44	80/51
Separación entre rayas m	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25
	11,75	12,55	13,10	13,50	13,70	13,90	14,05
	9,55	10,70	11,50	12,05	12,50	12,80	13,05
	8,05	9,30	10,25	10,90	11,45	11,85	12,15
	6,95	8,25	9,25	10,00	10,60	11,05	11,40
	6,10	7,40	8,40	9,20	9,80	10,30	10,70
	5,50	6,70	7,70	8,50	9,15	9,70	10,10
	4,95	6,10	7,15	7,95	8,60	9,15	9,60
	4,50	5,55	6,60	7,40	8,10	8,65	9,10
	4,15	5,25	6,20	7,00	7,65	8,20	8,65
	3,85	4,85	5,80	6,60	7,25	7,80	8,25
	3,55	4,55	5,45	6,25	6,90	7,45	7,90
		4,30	5,15	5,90	6,55	7,10	7,55
		4,05	4,90	5,60	6,25	6,80	7,25
		3,85	4,65	5,35	6,00	6,55	7,00
		3,65	4,45	5,10	5,75	6,30	6,75
		3,45	4,25	4,90	5,50	6,05	6,50
		3,30	4,05	4,70	5,30	5,80	6,25
		3,15	3,90	4,50	5,10	5,60	6,05
			3,75	4,35	4,90	5,40	5,85
			3,60	4,20	4,75	5,25	5,65
			3,45	4,05	4,60	5,10	5,50
			3,30	3,90	4,45	4,95	5,35
			3,20	3,75	4,30	4,80	5,20
			3,10	3,65	4,20	4,65	5,05
				3,55	4,10	4,50	4,90
				3,45	4,00	4,35	4,75
				3,35	3,90	4,25	4,65
				3,25	3,80	4,15	4,55
				3,15	3,70	4,05	4,45
				3,10	3,60	3,95	4,35
					3,50	3,85	4,25
				3,40	3,75	4,15	
				3,30	3,65	4,05	
				3,20	3,55	3,95	
				3,10	3,45	3,85	
				3,05	3,35	3,75	
					3,30	3,65	
					3,25	3,55	
					3,20	3,45	
					3,15	3,40	
					3,10	3,35	
					3,05	3,30	
						3,25	
						3,20	
						3,15	
						3,10	
						3,05	
						3,00	
						2,95	
Σ_1	84,15	122,30	158,40	194,40	231,25	266,35	304,20
Σ_2	91,95	134,30	174,00	213,50	254,05	292,75	334,80

Σ_1 ■ Longitud de espaciamiento
 Σ_2 ■ Longitud total (espaciamiento + anchura de la raya)

Tabla 7.19 – Separación entre rayas con espaciamiento logarítmico

8.11. Marcas para estacionamiento (M-10)

Se emplean en zonas de estacionamiento para lograr su uso eficiente y ordenado, y evitar que se invadan los cruces de peatones, las paradas de autobuses, las zonas para maniobras comerciales, las esquinas y sus proximidades, limitando los espacios de estacionamiento para cada vehículo. Deben ser de color blanco reflejante, con ancho de 10 cm. los espacios de estacionamiento se deben delimitar en su contorno con rayas o mediante marcas en forma de “T” y el ancho de cada espacio debe de ser de 2.5 a 3 m, con longitud de 6.5 a 8 m, según se indique en el proyecto. Los tamaños y la disposición de los espacios de estacionamiento, se deben determinar con base en las características geométricas de las vialidades, el volumen de tránsito y el tamaño de los vehículos. (Figs. 7.29 y 7.30).

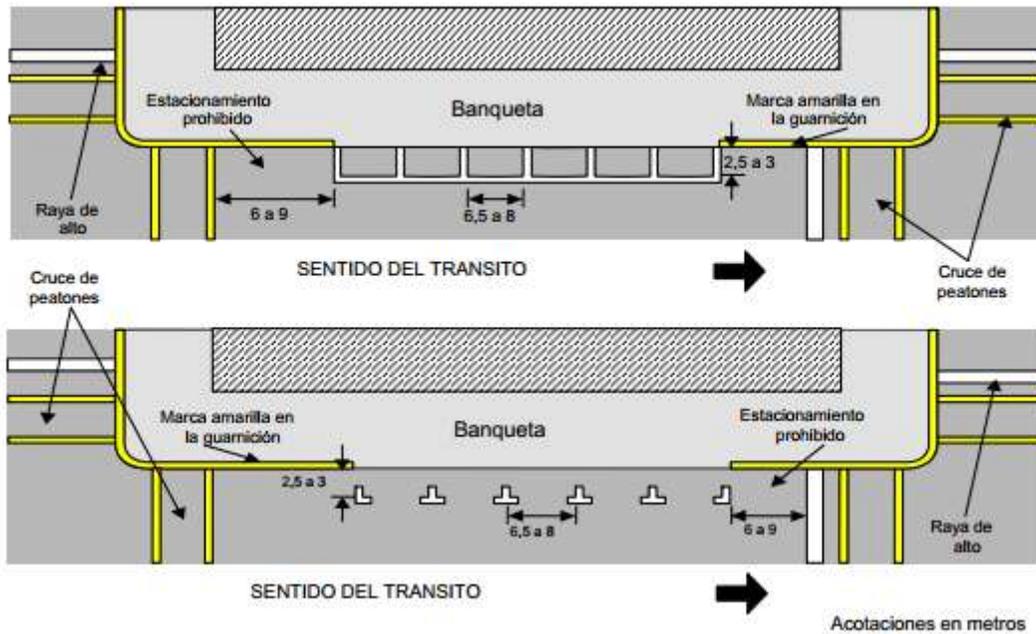


Fig. 7.29 – Marcas para estacionamiento

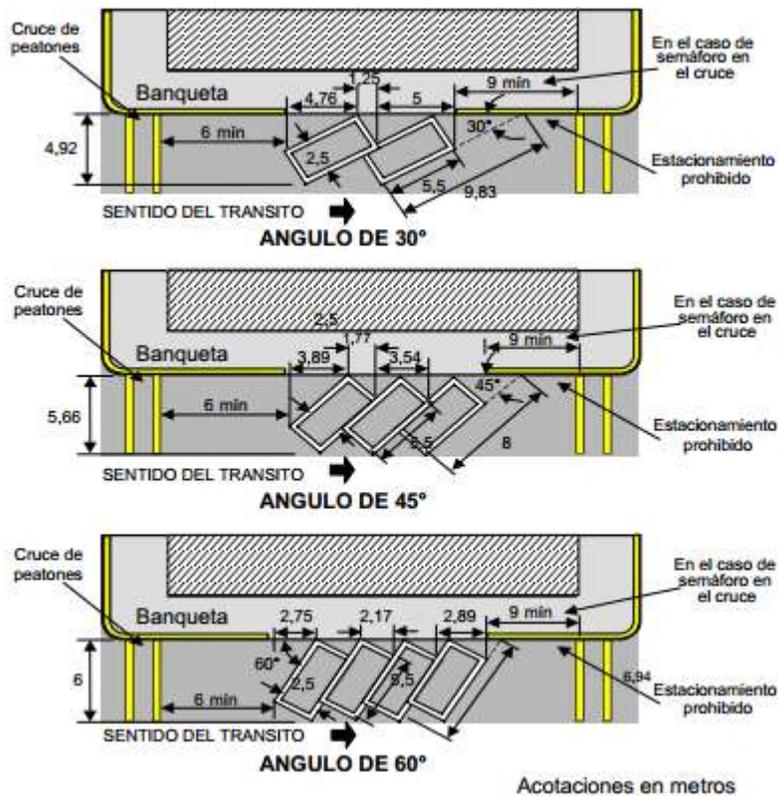


Fig. 7.30 – Marcas para estacionamiento en batería

8.12. Símbolos para regular el uso de carriles (M-11)

Generalmente son flechas (Fig. 7.23) leyendas (Fig. 7.22) y números de color blanco reflejante, colocados sobre el pavimento de calles, carreteras y autopistas, para completar y/o confirmar los mensajes del señalamiento vertical. En las intersecciones se usan para indicar los diversos movimientos que se permiten desde ciertos carriles, debiéndose repetir a suficiente distancia antes de la intersección, según se indique en el proyecto, con el propósito de que los conductores escojan anticipadamente el carril apropiado. Los símbolos deben ser alargados en la dirección del tránsito, con objeto de que el conductor, debido a su pequeño ángulo de visibilidad, los perciba bien proporcionados.

La forma y tamaño de las flechas dependiendo de la velocidad de operación, debe ser la que se muestra en la Fig. 7.31. Las leyendas no deben tener más de tres palabras. Si la leyenda se integra con más de una palabra, cada una se debe colocar en un renglón independiente, de forma tal que la primera palabra sea la que quede más próxima al conductor que se aproxime. El espacio libre entre renglones debe ser como mínimo de cuatro veces la altura de la letra. Las leyendas deben colocarse, en cada carril. En vías de circulación de alta

velocidad, donde el tránsito es considerable, se debe procurar que las leyendas sean de un solo renglón.

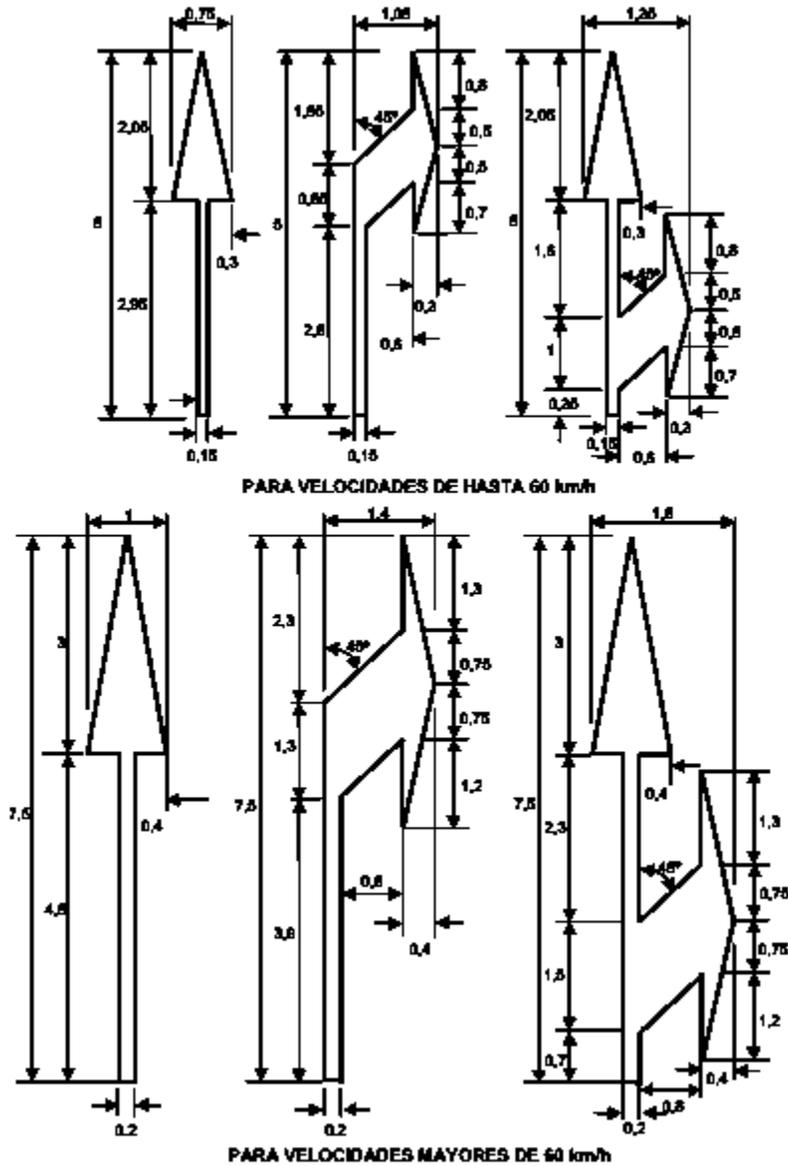


Fig. 7.31 – Flechas de dirección para carriles

8.13. Marcas en guarniciones (M-12)

Se usan para delinear las banquetas y guarniciones, así como para indicar las guarniciones de estacionamiento, cubriendo tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición. Los colores de estas marcas deben ser los que se

indican más adelante y cumplir con los patrones autorizados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

8.13.1. Para prohibición del estacionamiento (M-12.1)

Para restringir el estacionamiento en paradas de autobuses, zonas de cruce de peatones, entradas a instalaciones de alta concurrencia peatonal o donde existan señales restrictivas de “NO ESTACIONARSE”, las guarniciones se deben pintar de color amarillo, como se muestra en la Fig. 7.29.

8.13.2. Para delinear guarniciones (M-12.2)

En caso de que se requiera delinear las guarniciones para su mejor visibilidad estas se deben pintar de color blanco reflejante.

8.14. Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento (M-13)

Se utilizan en calles, carreteras y autopistas para indicar a los conductores la presencia de estructuras u objetos adyacentes a la calzada siempre que estén ubicados a una distancia hasta de 3 m de la orilla del carril, o más, si a juicio del proyectista pudieran construir un riesgo para los usuarios.

8.14.1. Marcas en estructuras (M-13.1)

Las estructuras que se marcan son parapetos, aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales, muros de contención y postes cuyo ancho sea mayor de 30 cm. Dichas estructuras se deben pintar en su cara normal al sentido del tránsito como se muestra en la Fig. 7.32, hasta de una altura de 3 m, mediante franjas de 30 cm de ancho de inclinadas a 45°, alternando los colores negro y blanco reflejante que cumpla con el patrón autorizado por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT. En caso de que la altura libre de la estructura sea menor o igual a 4.5 m, se debe marcar de la misma manera pero en todo su contorno, como se muestra en la figura. Cuando la estructura por marcar se encuentre del lado derecho del carril, las franjas deben bajar de izquierda a derecha y de derecha a izquierda en el caso contrario, pudiéndose complementar con vialitas, a juicio del proyectista.

8.14.2. Marcas en otros objetos (M-13.2)

Los árboles o piedras de gran tamaño, que pudieran constituir un riesgo a la seguridad de los usuarios, se deben pintar hasta una altura de 1.5 m, de color blanco que cumpla con el patrón autorizado por la Dirección de Servicios Técnicos de la SCT.

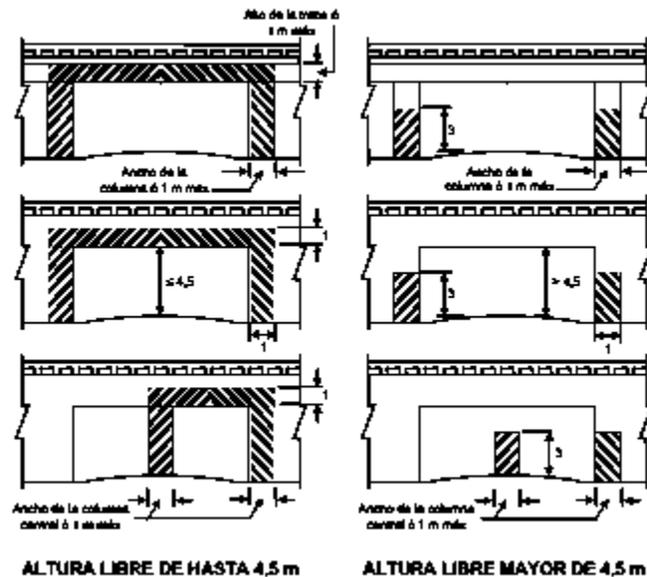


Fig. 7.32 – Marcas en estructuras

8.15. Vialitas y botones

Se pueden utilizar en calles, carreteras y autopistas. Son dispositivos que se colocan en la superficie de rodamiento o en el cuerpo de las estructuras adyacentes de la vialidad. Las vialitas se usan para complementar las marcas, mejorando la visibilidad de la geometría de la vialidad, cuando prevalecen condiciones climáticas adversas y/o durante la noche, mientras que los botones se emplean colocados en el pavimento, para transmitir al usuario, mediante vibración y sonido, una señal de alerta.

8.15.1. Vialitas

Son dispositivos que tienen un elemento reflejante en una o en ambas caras, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleja hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso. Los lados de las vialitas deben tener las dimensiones adecuadas para

que la superficie de cada cara reflejante tenga como mínimo 20 cm². En vialetas con cristales reflejantes, el área se medirá como la que quede dentro de la envolvente que contenga a todos los cristales y no será menor de 9 cm².

Según su utilización, los reflejantes en las vialetas, pueden ser de color blanco, amarillo o rojo. Dichos colores deben cumplir con los patrones autorizados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT las vialetas se deben colocar de acuerdo a lo indicado en las tablas, siempre en las carreteras y autopistas que integran los sentidos de circulación en autopistas o carretera tipo B. En todos los demás casos, el uso de las vialetas se limitan únicamente a intersecciones a nivel y entronques, desde 100 m antes hasta 100 m después; a zonas de alta precipitación pluvial, niebla o tolvaneras; a tramos que presentan un riesgo potencial para el usuario; a tramos donde el ancho de calzada se reduzca o a cualquier otro sitio donde un estudio de ingeniería de tránsito lo justifique.

Tipo de marca	Rayas		Botón retroreflejante o delimitador		Color y orientación del retroreflejante
	Clasif.	Nombre	Clasif.	Ubicación ⁽¹⁾	
Raya separadora de sentidos de circulación M-1	M-1.1	Continua sencilla	DH-1.1	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre la raya o en trespelillo a partir del inicio de la zona marcada ⁽²⁾	Amarillo en dos caras
	M-1.2	Discontinua sencilla ⁽³⁾	DH-1.2	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados	
	M-1.3	Continua doble	DH-1.3.1	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, en medio de las dos rayas	
			DH-1.3.2	Delimitador a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, en medio de las dos rayas, en carriles de contrasentido en vialidades urbanas	
			DH-1.4	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, sobre cada raya, cuando la separación entre rayas sea mayor de 50 cm ⁽⁴⁾	
	M-1.4	Continua-discontinua ⁽⁵⁾	DH-1.5	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados, en medio de las dos rayas	
M-1.5	Discontinua sencilla ⁽⁶⁾	DH-1.6	Botón retroreflejante a cada 15 m en curvas y 30 m en tangentes, al centro del espacio entre segmentos marcados		
Raya separadora de carriles M-2	M-2.1	Continua sencilla	DH-1.7	Botón retroreflejante a cada 30 m sobre la raya a partir del inicio de la zona marcada ⁽²⁾	Blanco en la cara al tránsito
	M-2.2	Continua doble	DH-1.8.1	Botón retroreflejante a cada 30 m en medio de las dos rayas	
			DH-1.8.2	Delimitadores a cada 30 m en medio de las dos rayas, en carriles de exclusivos en vialidades urbanas	
M-2.3	Discontinua ⁽⁷⁾	DH-1.9	Botón retroreflejante a cada 30 m al centro del espacio entre segmentos marcados		
Raya en la orilla del arroyo vial M-3	M-3.1	Derecha continua	DH-1.10	Botón retroreflejante a cada 30 m sobre la raya en carreteras de dos carriles, uno por sentido ⁽⁸⁾	Blanco en dos caras
			DH-1.11	Botón retroreflejante a cada 30 m sobre la raya, en carreteras con faja separadora central ⁽⁹⁾	Blanco en la cara al tránsito
	M-3.2	Derecha discontinua	DH-1.12	Botón retroreflejante a cada 32 m al centro del espacio entre segmentos marcados, en carreteras de dos carriles, uno por sentido	Blanco en dos caras
			DH-1.13	Botón retroreflejante a cada 32 m al centro del espacio entre segmentos marcados, en carreteras con faja separadora central	Blanco en la cara al tránsito
M-3.3	Izquierda	DH-1.14	Botón retroreflejante a cada 30 m sobre la raya en carreteras con faja separadora central ⁽⁹⁾	Amarillo en la cara al tránsito	
Rayas canalizadoras M-5	M-5	-	DH-1.15	Botón retroreflejante a para flujos en un solo sentido, a cada 2 m sobre la raya que delimita la zona neutral ⁽¹⁰⁾	Blanco en la cara al tránsito
			DH-1.16	Botón retroreflejante a para flujos en ambos sentidos, a cada 2 m sobre la raya que delimita la zona neutral ⁽¹⁰⁾	Amarillo en dos caras

Tabla 7.20 – Clasificación de las vialetas sobre el pavimento

Únicamente se permite utilizar vialetas con reflejante de color rojo, en zonas donde puede existir una alta incidencia de accidentes, como curvas cerradas, aproximaciones a entronques peligrosos o a zonas urbanas, siempre y cuando exista un estudio de ingeniería de tránsito que lo justifique y sea autorizado por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

8.15.2. Vialetas sobre el pavimento (DH-1)

Las vialetas que se colocan sobre el pavimento, cuya clasificación se muestra en la Tabla 7.20, deben ser de sección trapecial en ambos sentidos, de base cuadrada o rectangular, con una superficie de contacto del orden de 100 cm², deben tener textura lisa, sin protuberancias en las aristas y no deben sobresalir más de 2 cm del pavimento.

El color del cuerpo de las vialetas colocadas sobre el pavimento debe ser igual al del reflejante que se coloque en el sentido de aproximación al tránsito. Las vialetas que se instalan para separar los carriles de usos específicos, pueden ser de dimensiones mayores, según se indique en el proyecto, pero en ningún caso deben sobresalir del pavimento más de 5 cm. En función del tipo de raya que complementan, el color de las caras reflejantes debe ser el que se indica en la misma Tabla 7.20 donde también se señala la ubicación de las vialetas y la orientación del reflejante.

8.15.3. Vialetas sobre estructuras (DH-2)

Las vialetas que se adhieren a las estructuras, cuya clasificación se muestra en la Tabla 7.21, deben ser laminares, de forma cuadrada, rectangular, triangular o trapecial, según se indiquen en el proyecto, de acuerdo a la configuración y tipo de estructura a la que se fijen y contar con los elementos de sujeción adecuados para su fijación. Su tamaño, debe ser tal que al quedar colocadas no interfieran en la circulación. La ubicación de estas vialetas, así como el color y posición del reflejante, deben ser los que se indican en la Tabla 7.21. El color del cuerpo de las vialetas colocadas sobre estructuras, deben ser gris mate.

Tipo de estructura	Violetas		Color y orientación del reflejante
	Clasif	Ubicación	
Barrera central del concreto o metalico en la faja separadora central	DH-2.1	A cada 30 m alternada, siempre que sea posible, con las que se instalan sobre la raya de orilla	Amarillo en la cara al tránsito
Defensa de concreto o metálica en la orilla izquierda con relación al sentido de la circulación, de las carreteras o autopistas de 2 o mas carriles de circulación por sentido	DH-2.2	A cada 30 m como máximo, dependiendo de las características geométricas de las carreteras y de las condiciones operacionales del tránsito, pero nunca menos de tres vialetas en cada estructura.	
Defensa de concreto o metálica en la orilla izquierda con relación al sentido de la circulación, de las carreteras o autopistas	DH-2.3	A cada 30 m como máximo, dependiendo de las características geométricas de las carreteras y de las condiciones operacionales del tránsito, pero nunca menos de tres vialetas en cada estructura.	Blanco en la cara del tránsito
Estructuras diversas como pilas, estribos parapetos, túneles, etc.	DH-2.4	Se deben delinear longitudinalmente con el criterio indicado para las barreras y defensas; en el frente de las estructuras se debe delinear el perímetro de esta.	

Tabla 7.21 – Clasificación de las vialetas sobre estructuras adyacentes a la superficie de rodamiento

8.15.4. Botones (DH-3)

Son dispositivos que se utilizan como complemento de las rayas con espaciamiento logarítmico y como vibradores para anunciar la llegada a una caseta de cobro, antes de un cruce a nivel con el ferrocarril, en caminos secundarios antes de un entronque con otro de mayor importancia o en algún otro sitio en el que, a criterio del proyectista se pudieran presentar accidentes (Figs. 7.26, 7.27 y 7.28)

Deben ser de color blanco, de acuerdo SCT, de forma circular, con un diámetro del orden de 10 cm, una superficie de contacto no mayor de 100 cm² y no sobresalir del pavimento más de 2 cm. Se deben colocar dispuestos en tresbolillo, como se muestra en la Fig. 7.27 cuando se usan como vibradores o como se señala en la Fig. 7.28, cuando complementan las rayas con espaciamiento logarítmico.

9. NOM 034 – SCT – 2003

Todo el contenido anterior se hizo en base al “MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Servicios Técnicos, estos con el tiempo se van modificando en base a las necesidades tanto del camino como de los usuarios, es por eso que el diseñador se tiene que ir actualizando a los cambios propuestos por estas Instituciones, la NOM 034 – SCT – 2003 es la más reciente para el señalamiento horizontal y

vertical de carreteras y vialidades urbanas, de la cual hacemos mención a los cambios más significativos:

9.1. Señales Preventivas (SP)

3.1.1. Dimensiones de los tableros

Señal Dimensiones (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61	No deben usarse	Unicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias
71 x 71	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
86 x 86	Carretera de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
117 x 117	Carretera de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación	Vías de circulación continua

Tabla 7.22

9.1.2. Dimensiones de los tableros adicionales

Dimensiones de la señal (cm)	Dimensiones del tablero adicional (cm)	
	1 renglon	2 renglones
61 x 61	25 x 85	40 x 85
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

Tabla 7.23

9.2. Señales Restrictivas (SR)

3.2.1. Dimensiones de los tableros

Señal Dimensiones (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 x 61	No deben usarse	Únicamente cuando existan limitaciones de espacio en vías secundarias
71 x 71	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
86 x 86	Carretera de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
117 x 117	Carretera de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación	Vías de circulación continua
Alto 30 por lado	En todos los casos	
Ceda el paso 85 por lado	En todos los casos	
Sentido de circulación 20 x 61	En zona urbana	
Sentido de circulación 30 x 91	En zona rural	

Tabla 7.24

9.2.2. Dimensiones de los tableros adicionales

Dimensiones de la señal (cm)	Dimensiones del tablero adicional (cm)	
	1 renglon	2 renglones
61 x 61	25 x 85	40 x 85
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

Tabla 7.25

3.3. Señales Informativas (SI)

9.3.1. Señales Informativas de Destino (SID)

9.3.1.1. Altura de las Señales Informativas de Destino bajas

Altura del tablero por renglón (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
30	Carretera con un carril por sentido de circulación con arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
40	Carretera de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
56	Carretera de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación	Vías de circulación continua

Tabla 7.26

Arroyo vial cambia de 6 a 6.5

9.3.1.2. Color

Todas las señales son de color verde retrorreflejante y cuando se trate de señales informativas de destino turístico o de servicios se debe usar azul retrorreflejante.

9.3.2. Señales Informativas de Recomendación (SIR)

9.3.2.1. Altura

Misma altura, cambia el arroyo vial de 6 a 6.5 m para la colocación.

9.3.2.2. Color

El color del fondo debe ser blanco retrorreflejante con los caracteres y filetes en negro.

9.3.3. Señales de Información General (SIG)

9.3.3.1. Altura

Misma altura, cambia el arroyo vial de 6 a 6.5 m para su colocación.

9.3.3.2. Color

El color del fondo debe ser blanco retrorreflejante con los caracteres y filetes en negro.

9.3.4. Señales de Información de Servicios y Turísticas (SIST)

9.3.4.1. Dimensiones de los tableros de las señales turísticas y de servicios

Altura del tablero por renglón (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
61 X 61 (sin ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta 6.5 m, únicamente cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En vías secundarias, únicamente cuando se coloquen en conjuntos modulares
71 x 71 (con ceja)	En carreteras con un carril por sentido de circulación con ancho de arroyo vial hasta de 6.5 m, colocados como señales independientes y en carreteras de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En vías secundarias, colocadas como señales independientes y en arterias principales cuando se coloquen en conjuntos modulares
86 x 86 (con ceja)	En carreteras tipo de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho de arroyo vial mayor de 6.5 m, colocados como señales independientes y en carreteras de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación, cuando se coloquen en conjuntos modulares.	En arterias principales, colocados como señales independientes y en vías de circulación continua cuando se coloquen en conjuntos modulares.
117 x 117 (con ceja)	En carreteras de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación colocados como señales independientes.	En vías de circulación con tinua, colocados como señales independientes.

Tabla 7.27

9.3.4.2. Dimensión del tablero adicional de las señales turísticas y de servicios

Dimensiones del tablero de la señal (cm)	DIMENSIONES DE LOS TABLEROS ADICIONALES	
	Tableros de un renglón o de una flecha horizontal	Tableros de dos renglones o de una flecha horizontal y un renglón
61 x 61	25 x 61 (sin ceja)	40 x 61 (sin ceja)
71 x 71	30 x 71 (con ceja)	50 x 71 (con ceja)
86 x 86	35 x 86 (con ceja)	61 x 86 (con ceja)
117 x 117	35 x 117 (con ceja)	61 x 117 (con ceja)

Tabla 7.28

9.3.4.3. Color

El color del fondo debe ser azul retrorreflejante con los pictogramas, caracteres y filetes de color blanco retrorreflejante y en las señales “AUXILIO TURÍSTICO” y “MÉDICO”, la cruz debe ser en color rojo retrorreflejante.

9.4. INDICADORES DE CURVA PELIGROSA (OD - 12)

Son señales bajas que se utilizan para indicar, mediante puntas de flecha, los cambios en el alineamiento horizontal de vialidad de la vialidad, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los usuarios en las curvas peligrosas.

9.4.1. Forma de los tableros

Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas deben ser rectangulares, con su mayor dimensión en posición vertical y con las esquinas sin redondear.

9.4.2. Tamaño de los tableros

Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas, ya sean con ceja perimetral doblada o sin ella, deben tener las dimensiones indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 7.29 Dimensiones del tablero de los indicadores de curvas peligrosas.

Dimensiones de la señal (cm)	Uso	
	Tipo de carretera	Tipo de vialidad urbana
60 x 45 (sin ceja)	Carretera con un carril por sentido de circulación con arroyo vial hasta de 6.5 m	Vías secundarias
76 x 60 (con ceja)	Carretera de dos o tres carriles para ambos sentidos de circulación con ancho vial mayor de 6.5 m	Arterias principales
90 x 76 (con ceja)	Carretera de cuatro o mas carriles para ambos sentidos de circulación	Vías de circulación continua

9.4.3. Ubicación

Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas se deben colocar en todas las curvas cuya velocidad de operación sea menor de 80% de la velocidad de operación del tramo inmediato anterior a la curva, en la orilla exterior de dichas curvas si la vialidad es de dos carriles o en la orilla exterior de cada cuerpo si la vialidad es dividida.

El espaciamiento de los tableros debe ser tal que el usuario siempre tenga en su ángulo visual por lo menos dos señales y deben estar orientados con su cara normal a la línea de aproximación del tránsito, de forma que sean visibles desde por lo menos 150 m antes de la curva.

9.4.4. Contenido

Los indicadores de curvas peligrosas deben tener una punta de flecha con la forma y geometría que se indica en la figura 7.33 y su tamaño debe ser proporcional al tamaño del tablero.

La punta de la flecha debe indicar el lado hacia el que se desarrolle la curva que se señale.

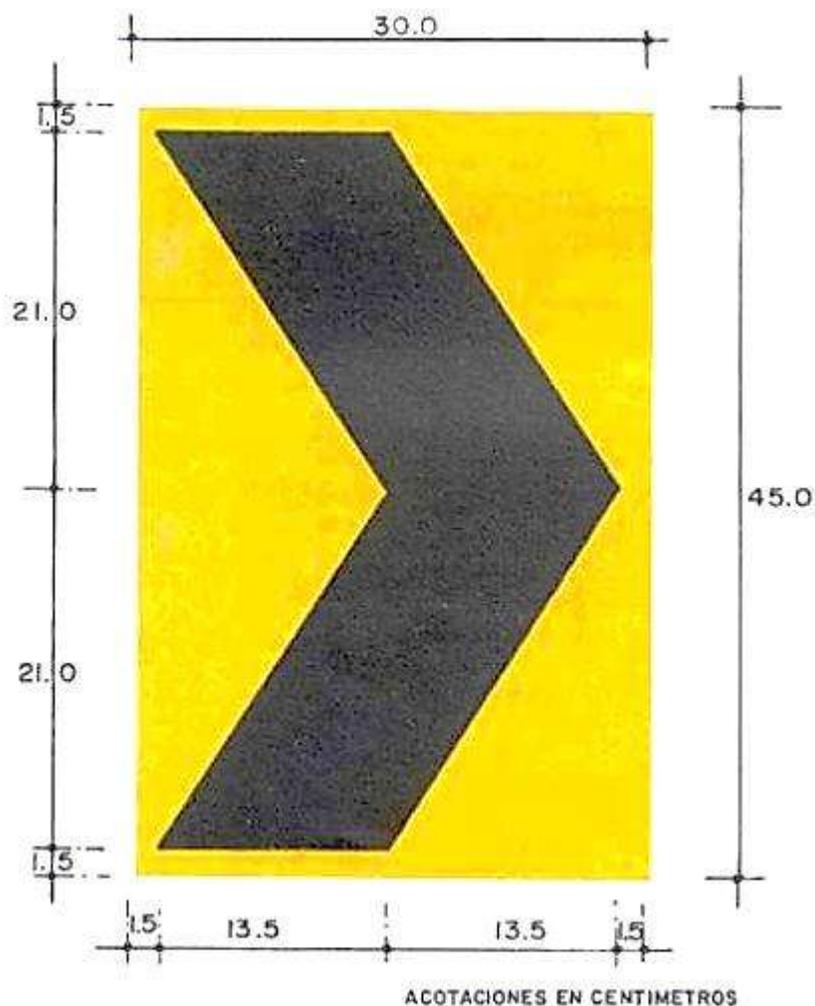


Fig. 7.33 – Indicador de curva peligrosa

9.4.5. Color.

El color del fondo de los indicadores de curvas peligrosas debe ser amarillo retrorreflejante, conforme al color definido y la punta de la flecha de color negro.

El color del reverso del tablero y de la estructura de soporte debe ser gris mate que cumpla con el patrón aprobado por la Autoridad responsable de la carretera o vialidad urbana o acabado galvanizado.



CONCLUSIÓN

Al terminar este trabajo espero poder ayudar a muchos compañeros y futuros ingenieros que en su formación escolar puedan contar con el apoyo de este proyecto, ya que también está enfocado como una guía metodológica, para lograr una mejor comprensión de las materias de vías terrestres, ya que está de una manera sintetizada algunos de los procesos que incluye el desarrollo de una carretera tanto en campo como de gabinete.

Se pretende incentivar a los alumnos de ingeniería civil para tener un enfoque un poco más a las vías terrestres, con el fin de apoyar a la infraestructura carretera del país ya que son las que nos permiten hoy en día estar comunicados; además de ser el detonante de desarrollo de toda sociedad, por lo que requieren estar en óptimas condiciones.

El país requiere de caminos que reduzcan los tiempos de traslado y den mayor seguridad a los usuarios, para lo cual es necesario rehabilitar y modernizar los caminos existentes.

La ingeniería va ligada de la tecnología, es por esta razón que como ingenieros debemos actualizarnos en cuanto al uso de programas que nos ayudan a optimizar el tiempo y la calidad de los proyectos sin olvidar los principios fundamentales de la Ingeniería Civil.

El uso de la estación total nos simplifica el trabajo topográfico en campo y en gabinete. Este aparato nos permite realizar levantamientos topográficos con mayor precisión y en un menor tiempo, puesto que los datos levantados se van almacenando en la memoria del aparato a diferencia del uso de un tránsito en el cual debemos ir haciendo las anotaciones de todos los puntos levantados.

Con el uso de la estación total los datos son procesados más rápidamente que con los métodos tradicionales lo que nos reduce considerablemente los tiempos de trabajo.

CiviCAD es una herramienta muy completa que facilita en gran medida el proyecto, pues es un programa creado en México y que utiliza en sus cálculos las Normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por lo que el proyecto realizado está dentro de la normativa vigente del país.

Nunca hay que confiar ciegamente en los resultados proporcionados por los programas computacionales y hay que hacer uso de nuestras habilidades ingenieriles para corroborar que los datos obtenidos sean congruentes.

Es importante contar con el proyecto ejecutivo para iniciar la licitación y construcción de la obra.



9

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS. Secretaría de Comunicaciones y Transportes; 1ª edición, 4ª reimpresión; México 1991.

MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS. Secretaría de Comunicaciones y Transportes Dirección General de Servicios Técnicos.

NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS, PROYECTO GEOMÉTRICO. Libro 2, Proyecto Geométrico, Carreteras, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

MANUAL DE CARRETERAS. Editorial español. Bañon Blazquez Luis y Bevia García Jose F, 1999.

TOPOGRAFÍA PARA INGENIEROS CIVILES. Gonzalo Jimenez Cleves, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Armenia 2007

Páginas de internet:

http://www.mizitacuaro.com/archivo_noticias/ciudad-mainmenu-271/geografmainmenu-273/29-aspectos-geogrcos.html

<http://es.slideshare.net/sgfsggsg/instrumentos-topograficos-c1>

<http://ingeosolutions.blogspot.mx/2012/01/tipos-de-levantamientos.html>

MANUAL DE OPERACIONES DE LA ESTACION TOTAL