



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27
RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Byron Jovito Sipaque Orantes

Asesorado por el Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27
RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BYRON JOVITO SIPAQUE ORANTES

ASESORADO POR EL ING. CIVIL JORGE ALBERTO MARTÍNEZ CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos |
| VOCAL V | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

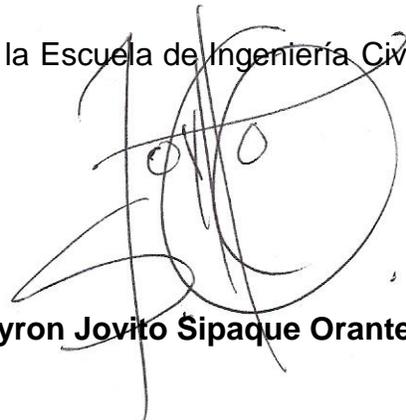
| | |
|-------------|-----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. José Gabriel Ordóñez Morales |
| EXAMINADORA | Inga. Carmen Marina Mérida Alva |
| EXAMINADORA | Inga. María del Mar Girón Cordón |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27
RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha marzo de 2013.



Byron Jovito Sipaque Orantes

Guatemala, 14 de abril de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Montenegro.

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27 RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, realizado por el estudiante de Ingeniería Civil **Byron Jovito Sipaque Orantes**, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Sipaque Orantes** cumple con los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar la presente.

Atentamente,

Jorge Alberto Martínez Cruz
Ingeniero Civil
Colegiado 9459

Jorge Alberto Martínez Cruz
Ingeniero Civil
Colegiado 9459

Jorge Alberto Martínez Cruz

Ingeniero Civil, Colegiado No. 9459

Asesor

Jorge Alberto Martínez Cruz
Ingeniero Civil
Colegiado 9459



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
21 de abril de 2015

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27 RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Byron Jovito Sipaque Orantes, quien contó con la asesoría del Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,



Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria
Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





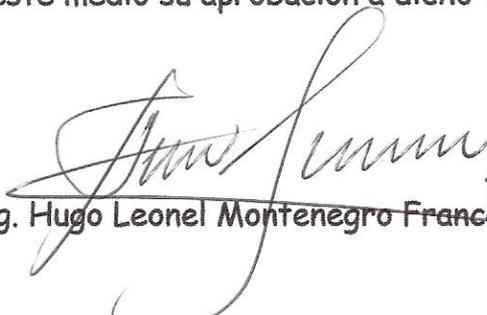
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría, al trabajo de graduación del estudiante Byron Jovito Sipaque Orantes, titulado METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27 RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2015

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **METODOLOGÍA PARA ACTUALIZAR LA SEÑALIZACIÓN VIAL, DEL KM. 19 AL KM. 27 RUTA ASFALTADA A SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Byron Jovito Sipaque Orantes**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Decano



Guatemala, 12 de junio de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|-------------------------------|---|
| Dios | Por ser fuente de amor, sabiduría y vida eterna. |
| Mis abuelos | Efraín Orantes Padilla y María Luz Rodríguez, por el amor y enseñanzas que entregan día a día. |
| Mi madre | Eugenia Orantes Rodríguez, por el amor, confianza y dedicación. |
| Mis hermanos | María Eugenia, Mario David, Gloria Maritza, William Alexander y Kimberly Beatriz Sipaque Orantes, sigan adelante en sus estudios. |
| Amigos | Que la amistad y cada momento que compartimos nos acompañe durante mucho tiempo. |
| Facultad de Ingeniería | Por brindarme los conocimientos científicos y técnicos. |

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|------------------------------------|--|
| Dios | Por la familia que me ha regalado y todas la bendiciones que derrama en mi familia. |
| Mi madre | Por confiar y creer en mí durante estos años de formación académica, ¡Lo logramos! |
| Mis hermanos | Por la amistad y enseñanzas que compartimos. |
| Mi asesor | Ing. Jorge Alberto Martínez Cruz, por compartir sus conocimientos y brindarme la oportunidad de realizar este proyecto. |
| Mis amigos | Por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mis estudios, por compartir sus conocimientos y sus consejos, porque de cada uno aprendí algo positivo para mi vida. |
| Escuela de Ingeniería Civil | Por compartir sus conocimientos y guiarme para ser un profesional de éxito. |
| Rocio Pérez | Por ser un ejemplo de perseverancia, compartir su vida y amistad conmigo, hacerme una mejor persona y porque sin ella el camino hubiese sido mucho más difícil. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XV |
| OBJETIVOS..... | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. MONOGRAFÍA DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Ubicación..... | 2 |
| 1.2.1. Macrolocalización | 2 |
| 1.2.2. Microlocalización | 4 |
| 1.3. Vías de acceso | 6 |
| 1.4. Aspectos demográficos | 8 |
| 1.5. Aspectos climatológicos | 8 |
| 1.6. Actividades productivas | 10 |
| 1.7. Aspectos socioculturales | 10 |
| 1.8. Servicios existentes..... | 11 |
| 1.8.1. Servicios públicos | 11 |
| 1.8.2. Salud | 12 |
| 1.8.3. Educación..... | 12 |
| | |
| 2. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL..... | 13 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1. | Generalidades | 13 |
| 2.1.1. | Propósito de las señales verticales | 13 |
| 2.1.2. | Requisitos..... | 13 |
| 2.1.3. | Función..... | 14 |
| 2.1.4. | Características básicas | 15 |
| 2.1.4.1. | Diseño | 15 |
| 2.1.4.2. | Mensaje..... | 15 |
| 2.1.4.3. | Forma y color | 16 |
| 2.1.4.4. | Dimensiones..... | 17 |
| 2.1.4.5. | Visibilidad | 17 |
| 2.2. | Normativa..... | 18 |
| 2.3. | Tipos de señalización..... | 19 |
| 2.3.1. | Señales de reglamentación | 20 |
| 2.3.2. | Señales de prevención | 22 |
| 2.3.3. | Señales de información | 24 |
| 2.4. | Ubicación de las señales verticales | 25 |
| 2.4.1. | Ubicación longitudinal | 26 |
| 2.4.2. | Altura libre | 27 |
| 2.4.3. | Ubicación lateral..... | 27 |
| 2.4.4. | Orientación | 29 |
| 2.4.5. | Sistema de soporte | 30 |
| 2.5. | Mantenimiento y/o reposición de las señales verticales..... | 30 |
| 2.5.1. | Materiales..... | 31 |
| 2.5.1.1. | Tableros | 31 |
| 2.5.1.2. | Materiales retroreflectivos | 31 |
| 2.5.1.3. | Postes | 32 |
| 2.5.2. | Procedimiento de ejecución | 33 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3. | ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA SEÑALIZACIÓN | |
| | HORIZONTAL | 35 |
| 3.1. | Generalidades | 35 |
| 3.1.1. | Propósito de las señales horizontales | 35 |
| 3.1.2. | Requisitos | 35 |
| 3.1.3. | Función | 36 |
| 3.1.4. | Características básicas..... | 36 |
| 3.1.4.1. | Mensaje | 37 |
| 3.1.4.2. | Forma y color | 37 |
| 3.1.4.3. | Dimensiones | 38 |
| 3.1.4.4. | Visibilidad..... | 39 |
| 3.2. | Normativa | 39 |
| 3.3. | Tipos de señalización | 40 |
| 3.3.1. | Líneas longitudinales | 40 |
| 3.3.1.1. | Líneas centrales o líneas divisorias de sentido de circulación | 41 |
| 3.3.1.2. | Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido | 42 |
| 3.3.1.3. | Líneas de carril | 42 |
| 3.3.1.4. | Líneas de borde de calzada | 43 |
| 3.3.1.5. | Líneas de prohibición de estacionamiento..... | 44 |
| 3.3.1.6. | Captaluces..... | 44 |
| 3.3.2. | Líneas transversales..... | 45 |
| 3.3.2.1. | Líneas de parada..... | 45 |
| 3.3.2.2. | Líneas de pasos peatonales | 45 |
| 3.3.2.3. | Demarcación de espacios para estacionar | 46 |
| 3.3.2.4. | Líneas reductoras de velocidad | 47 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.3.3. | Símbolos y leyendas | 49 |
| 3.3.3.1. | Flechas direccionales | 50 |
| 3.3.3.2. | Palabras y símbolos | 50 |
| 3.3.3.3. | Demarcación de espaciadores | 51 |
| 3.4. | Ubicación de las señales horizontales | 52 |
| 3.4.1. | Ubicación de captaluces..... | 52 |
| 3.4.2. | Ubicación de palabras y símbolos..... | 53 |
| 3.5. | Mantenimiento y/o reposición de las señales horizontales..... | 53 |
| 3.5.1. | Materiales..... | 54 |
| 3.5.1.1. | Pintura en frío..... | 54 |
| 3.5.1.2. | Pintura termoplástica..... | 55 |
| 3.5.1.3. | Microesferas..... | 55 |
| 3.5.1.4. | Captaluces | 55 |
| 3.5.2. | Procedimiento de ejecución | 56 |
| 4. | ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONTRIBUCIÓN DE MEJORAS AL MUNICIPIO | 57 |
| 4.1. | Ubicación de señales verticales | 57 |
| 4.1.1. | Aplicación de las señales de reglamentación..... | 58 |
| 4.1.2. | Aplicación de las señales de prevención..... | 60 |
| 4.1.3. | Aplicación de las señales de información..... | 62 |
| 4.1.4. | Ejemplo de diseño de señalización vertical | 63 |
| 4.2. | Ubicación de señales horizontales | 65 |
| 4.2.1. | Aplicación de líneas longitudinales..... | 65 |
| 4.2.2. | Aplicación de pasos peatonales | 65 |
| 4.2.3. | Aplicación de líneas reductoras de velocidad..... | 66 |
| 4.2.4. | Ejemplo de diseño de señalización horizontal..... | 66 |
| 4.3. | Reducción de accidentes | 67 |
| 4.4. | Reducción de recursos financieros | 68 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.5. | Reducción de recursos humanos | 68 |
| 4.6. | Reducción de recursos físicos..... | 69 |
| 4.7. | Reducción de recursos materiales | 70 |
| 4.8. | Reducción del tiempo | 70 |
| CONCLUSIONES | | 71 |
| RECOMENDACIONES..... | | 73 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 75 |
| APÉNDICES | | 77 |
| ANEXOS | | 91 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Municipios del departamento de Guatemala | 3 |
| 2. | Ruta departamental 5, km 19+000 al km 27+000 | 5 |
| 3. | Vías de acceso a San Juan Sacatepéquez | 7 |
| 4. | Señales de reglamentación | 21 |
| 5. | Señales de prevención | 23 |
| 6. | Señales de información | 25 |
| 7. | Distancia de visibilidad | 26 |
| 8. | Altura y ubicación lateral de las señales | 28 |
| 9. | Orientación de las señales | 29 |
| 10. | Forma y color de los captaluces | 44 |
| 11. | Demarcación de pasos peatonales | 46 |
| 12. | Demarcación de espacios para estacionar | 47 |
| 13. | Líneas reductoras de velocidad | 49 |
| 14. | Detalle de espaciadores | 51 |
| 15. | Señalización típica de una intersección en "T" | 64 |
| 16. | Señalización típica de zonas escolares | 67 |

TABLAS

| | | |
|------|---|----|
| I. | Estimaciones de la población de San Juan Sacatepéquez | 8 |
| II. | Aspectos climatológicos de San Juan Sacatepéquez | 9 |
| III. | Normas para materiales I | 19 |
| IV. | Normas para materiales II | 40 |

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| V. | Línea central segmentada | 42 |
| VI. | Línea de carril segmentada | 43 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|-----------------------|-------------------------------|
| cm | Centímetros |
| E | Este |
| km | Kilómetros |
| km² | Kilómetros cuadrados |
| km/h | Kilómetros por hora |
| m | Metros |
| msnm | Metros sobre el nivel del mar |
| mm | Milímetros |
| N | Norte |
| O | Oeste |
| % | Porcentaje |
| Pulg | Pulgadas |
| RD | Ruta departamental |
| RN | Ruta nacional |
| S | Sur |

GLOSARIO

| | |
|--------------------|--|
| AASHTO | Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes. |
| Acera | Parte lateral de una calle por donde transitan solo peatones y cuyo propósito es proporcionar, a través de una elevación superior a la del pavimento, una zona de seguridad. |
| ASTM | Sociedad Americana para el ensayo de materiales. |
| Autopista | Carretera de tránsito rápido de cuatro o más carriles de circulación, con isla central divisoria o sin ella. |
| Bifurcación | División de una vía en ramales, uno de los cuales cuando menos, se aparta de la dirección original. |
| Bordillo | Encintado de concreto, asfalto, piedra u otro material que sirve para delimitar la calzada. |
| Calzada | Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos y con ancho suficiente, excluyendo los hombros laterales, para acomodar un cierto número de carriles. |
| Carretera | Vía de tránsito público en zonas no urbanas. |

| | |
|---------------------------|---|
| Carril | Parte de la calzada destinada al tránsito de los vehículos en una sola dirección, con ancho suficiente para una fila de vehículos. |
| Hombro | Área adyacente y paralela en ambos lados de la superficie de rodadura. Su finalidad es dar soporte lateral al pavimento y proporcionar una zona, en la cual los vehículos puedan parar en caso de emergencia o esquivar algún obstáculo dentro de la vía. |
| Peatón | Persona que transita a pie. |
| Señalización | Conjunto de señales destinadas a controlar, prevenir o informar a los conductores que transitan por la vía. |
| TPD | Tránsito promedio diario en ambas direcciones todos los vehículos. |
| TPDA | Tránsito promedio diario anual. |
| Tráfico o tránsito | Flujo de personas, vehículos y animales que transitan por las vías. |
| Vía | Calle, camino o carretera por donde transitan los vehículos. |

Vibrador

Un tipo de reductor de velocidad constituido por una serie de elementos rugosos que producen sonido y una fuerte vibración cuando los vehículos transitan sobre él.

RESUMEN

El presente trabajo contiene conocimientos básicos y ejemplificaciones de un proceso de investigación, que reúne las características de la señalización vial pertenecientes al tramo carretero de la ruta departamental 5. Este conduce a Ciudad Quetzal, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, siendo indispensable para la reducción de riesgos y percances viales en esta zona.

El primer capítulo expone los antecedentes del área de estudio, así como muestra información específica del área como ubicación, límites, extensión y aspectos climatológicos. Se hace alusión en la población con datos demográficos y actividades humanas y con suma importancia exponiendo características de las vías de acceso y población beneficiada.

El segundo capítulo, describe la señalización vertical que son aquellos dispositivos que sirven para controlar el tránsito, manteniendo la tranquilidad y seguridad vial tanto vehicular, como peatonal. Define los tipos de señalización, la ubicación correcta dependiendo de la carretera hace énfasis en los requisitos y normativas para la aplicación de las mismas.

El tercer capítulo define la señalización horizontal en carretera como las demarcaciones de figuras y símbolos efectuadas en la superficie de la vía, define sus características básicas, ubicación, tipos de señalización y el mantenimiento de las mismas. Además se incluye la demarcación transversal, empleada para controlar y reducir la velocidad de los vehículos en aéreas residenciales y zonas escolares.

El cuarto capítulo contiene datos acerca de la reducción de los recursos humanos a causa de accidentes, así como pérdidas económicas a consecuencia del tránsito vehicular, y se ejemplifica proponiendo el medio más factible para solucionar la problemática. Se consideran elementos que intervienen en la situación actual de la comunidad.

OBJETIVOS

General

Realizar un documento técnico, que contenga las normas, criterios, disposiciones y recomendaciones necesarias para establecer la actualización de la señalización vial de la ruta departamental 5, que comunica al municipio de San Juan Sacatepéquez del km 19 al km 27 con Mixco y San Raymundo, respectivamente.

Específicos

1. Realizar una investigación técnica y diagnóstica, que contenga aspectos relevantes históricos, demográficos, climatológicos, socioculturales y económicos del municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Establecer los parámetros, disposiciones y recomendaciones, tanto para la señalización vertical, como para la señalización horizontal, con base en normas y especificaciones de diseño de carreteras, que brinde las condiciones de seguridad vial.
3. Mejorar la señalización vial de la carretera, que proporcione a los usuarios de la vía una orientación completa, oportuna y eficiente.
4. Establecer medidas de prevención y control para el mantenimiento de la señalización vial.

INTRODUCCIÓN

La ruta departamental 5 sirve para comunicar a los municipios de Mixco, San Juan Sacatepéquez y San Raymundo, ha sido de gran ayuda ya que ha llevado desarrollo y progreso a las comunidades de estos municipios. El tramo carretero en estudio se encuentra en una zona montañosa, cuenta con estaciones de servicios, centros educativos, residenciales, comercios, centro de salud y estaciones de bomberos. Surge la necesidad de crear un documento con bases teóricas para actualizar la señalización vial, para obtener una carretera segura y libre de riesgos para todos los usuarios de la vía.

En la actualidad el tema de señalización vial se presenta con gran importancia e inquietud, siendo este un conjunto de dispositivos que sirven para brindar la información necesaria tanto a conductores como a peatones y la falta de ellas produce riesgo e inseguridad en la carretera. Las carreteras, sin una señalización correcta, pueden provocar accidentes, congestionamientos y hasta llegar a tener pérdidas humanas, pero mediante una señalización adecuada, con base en normas y especificaciones internacionales, se puede reducir este tipo de accidentes de tránsito.

Es así como surge la inquietud de elaborar este trabajo de investigación, que incluya un análisis técnico y estudio de las especificaciones y recomendaciones para la señalización vial en carreteras (ubicación, altura, forma, dimensión, normas, entre otras) para actualizar la señalización en la zona de estudio.

Es indispensable, para un análisis determinar las necesidades de la comunidad, realizar un estudio viable de los alrededores, identificando la ubicación correcta de la señalización vial, incluyendo las características geométricas de la carretera y la sección transversal de la calzada.

1. MONOGRAFÍA DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

El municipio de San Juan Sacatepéquez fue fundado el 2 de julio de 1568. Su origen es precolonial conquistado por los españoles en 1525. Fue uno de los pueblos más importantes que formaron el reino cakchiquel. Lo único que se conoce del tiempo colonial es que se introdujo la religión católica. Según documentos existentes, el título de tierra de San Juan Sacatepéquez tiene como fecha el 3 de febrero de 1752, haciendo constar que los nativos de la región compraron al rey de España: 480 caballerías y 38 manzanas de tierra, pagando 1 200,00 pesos de la moneda de esa época, segregando posteriormente parte de las tierras para los municipios vecinos.

1.1. Antecedentes

La ruta departamental 5 fue construida durante el gobierno del general Jorge Ubico en 1940 inicialmente era de terracería. Durante el gobierno del presidente Álvaro Arzú en 1998, 58 años después fue asfaltada y colocada su respectiva señalización vial.

Desde 1998 a la fecha, la falta de mantenimiento de la señalización, el mal uso, el robo de las mismas y la excesiva velocidad de los conductores han provocado múltiples accidentes viales, que en algunas ocasiones, ha habido pérdidas humanas, conductores, usuarios del transporte público y peatones.

Actualmente se cuenta con poca señalización vial debido al crecimiento poblacional y vehicular. Este sistema es carente de sus funciones. El objetivo de la señalización vial es prevenir y proporcionar información clara a los usuarios de la carretera, para el uso adecuado de la misma. Toda señalización vial debe proporcionar información útil, que satisfaga una necesidad importante, llamar la atención de los conductores y peatones, transmitir un mensaje claro y estar ubicada en lugares apropiados, previniendo al conductor a tiempo. La señalización vial debe ser del tipo vertical, horizontal y luminosa.

1.2. Ubicación

El municipio de San Juan Sacatepéquez es uno de los más grandes del departamento de Guatemala cuenta con una extensión territorial 242 km² con 13 aldeas y 43 caseríos. Se encuentra en el noroeste del departamento de Guatemala.

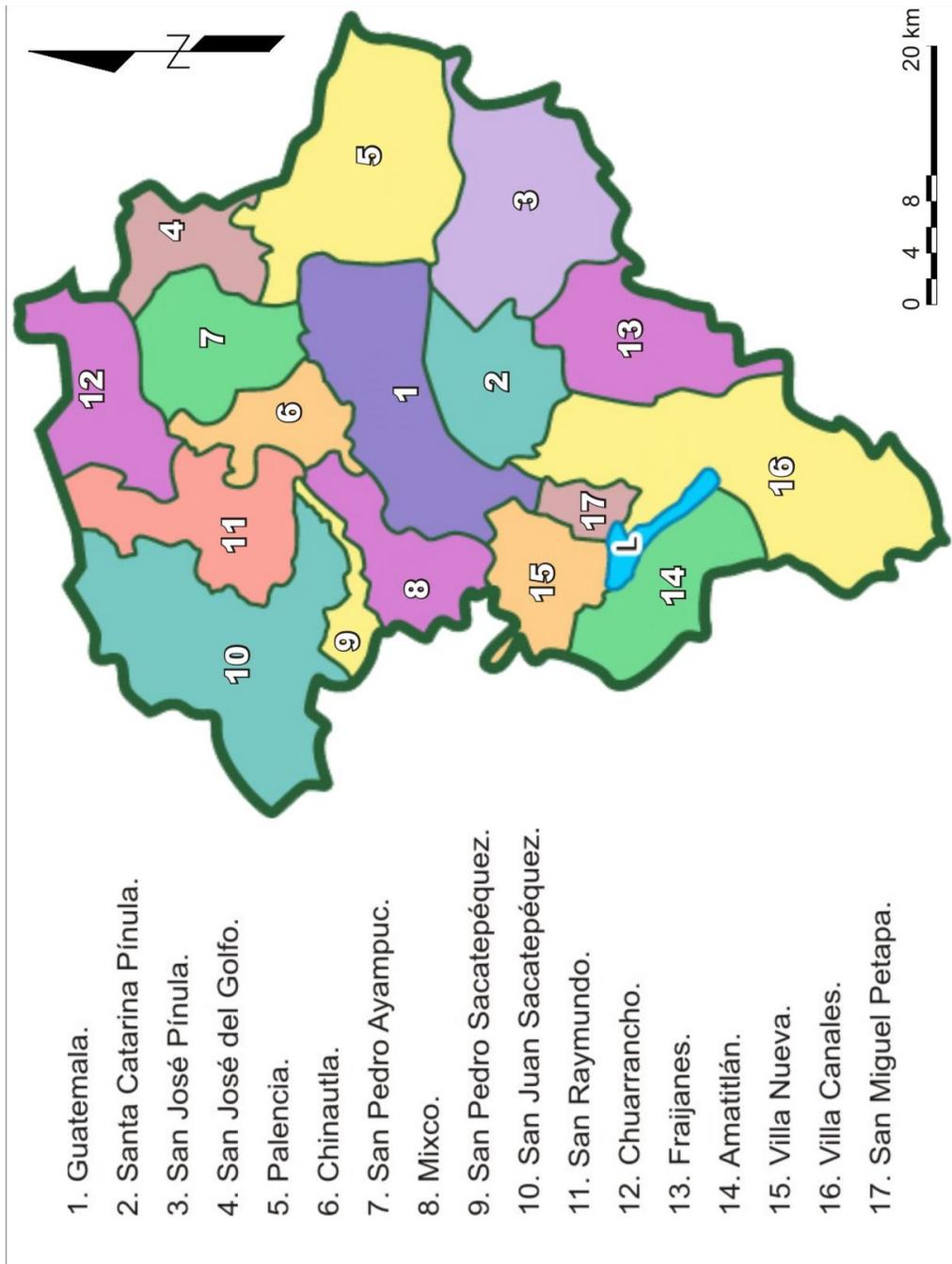
1.2.1. Macrolocalización

El municipio de San Juan Sacatepéquez es uno de los diecisiete municipios con los que cuenta el departamento de Guatemala. Sus principales vías de acceso son: por la ruta departamental 5 y ruta nacional 5, (RD-5 y RN-5, respectivamente).

La cabecera municipal se encuentra a 31 km de la ciudad de Guatemala, sus coordenadas geográficas son: latitud 14°43'08" norte; longitud 90°38'39" oeste y altitud 1 845,00 msnm.

La figura 1 muestra la distribución y límites de los municipios del departamento de Guatemala.

Figura 1. Municipios del departamento de Guatemala



Fuente: *Mapa Índice de Avance Educativo Municipal*. www.mineduc.gob.gt/portal.

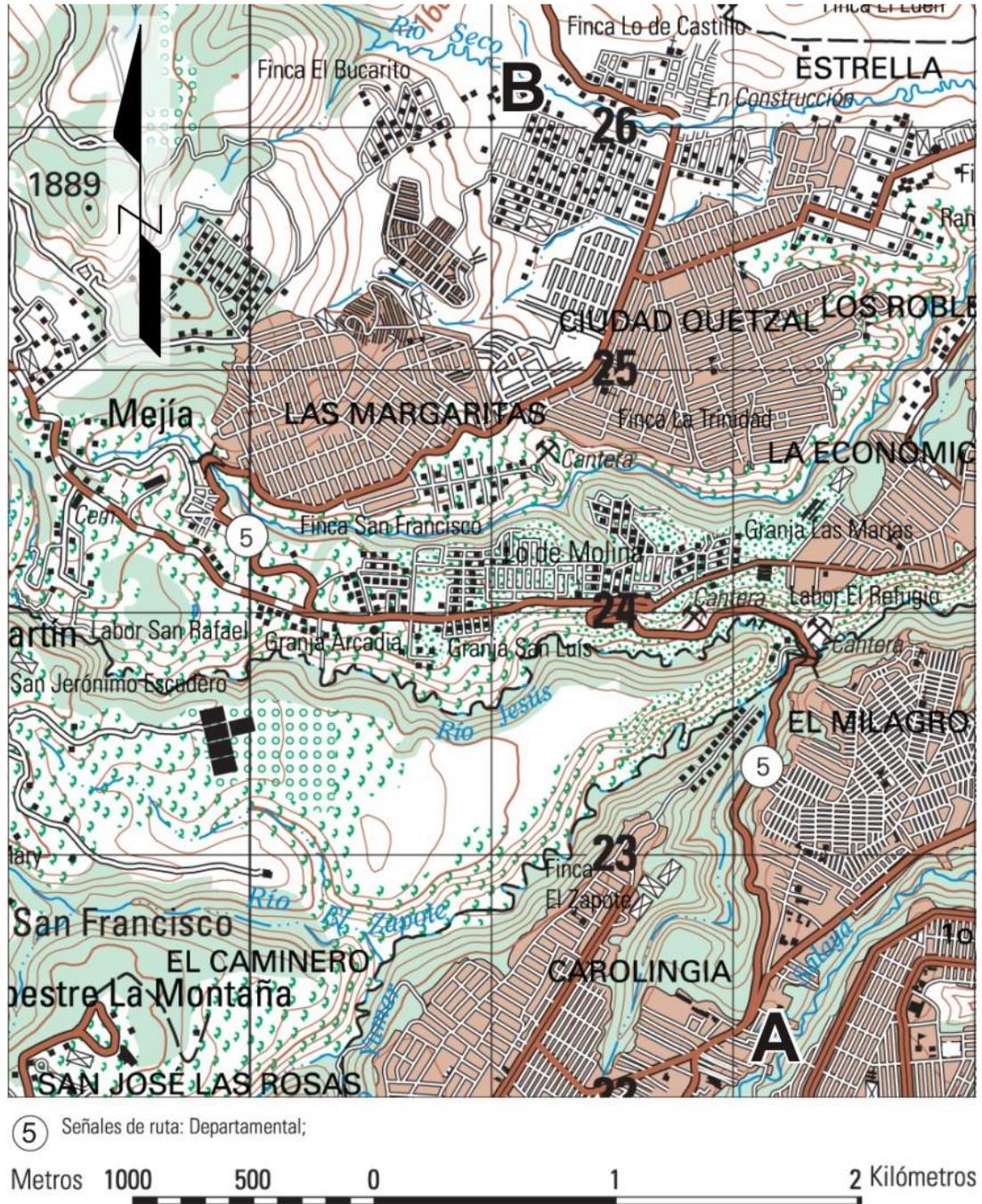
Consulta: 24 de enero de 2015.

1.2.2. Microlocalización

La ruta departamental 5 comunica a Ciudad Quetzal y colonias aledañas de San Juan Sacatepéquez. En el punto "A" de la figura 2, con colonia Carolingia y El Milagro, zona 6 de Mixco. En el punto "B" con finca Lo de Castilla, en donde inicia la ruta hacia el municipio de San Raymundo, con un tramo de estudio de 8 km. Ciudad Quetzal se encuentra a 25 km de la ciudad de Guatemala sus coordenadas geográficas son: latitud 14°41'56" norte, longitud 90°34'40" oeste y altitud 1 555,00 msnm.

La figura 2 muestra la ubicación y recorrido de la ruta departamental 5, colonias aledañas (residenciales El Quetzal, residenciales Jardines del Edén, Las Margaritas, San Juaneros, El Edén, Linda Vista, Villa Verde, San Francisco del Bosque, Las Fuentes, Los Robles, San Gabriel, Bella Vista, Monte Carmelo, Lo de Mejía, Carranza, La Económica, La Estrella, Villas del Quetzal); y vías que contribuyen a la afluencia vehicular de dicha ruta.

Figura 2. Ruta departamental 5, km 19+000 al km 27+000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN. HOJA 2060 II NAD 83/WGS84.

1.3. Vías de acceso

El municipio de San Juan Sacatepéquez se encuentra delimitado al norte con Granados, Baja Verapaz. Al este con San Raymundo. Al oeste con San Martín Jilotepeque. Al sur delimitado por San Pedro Sacatepéquez y Santo Domingo Xenacoj. Cabe mencionar que las vías de acceso se encuentran completamente asfaltadas.

La figura 3 muestra los límites territoriales y vías de acceso a San Juan Sacatepéquez:

A. Departamento: Guatemala

1. Municipio: San Juan Sacatepéquez
2. Municipio: San Raymundo
3. Municipio: Chuarrancho
4. Municipio: Chinautla
5. Municipio: San Pedro Sacatepéquez
6. Municipio: Mixco
7. Municipio: Guatemala

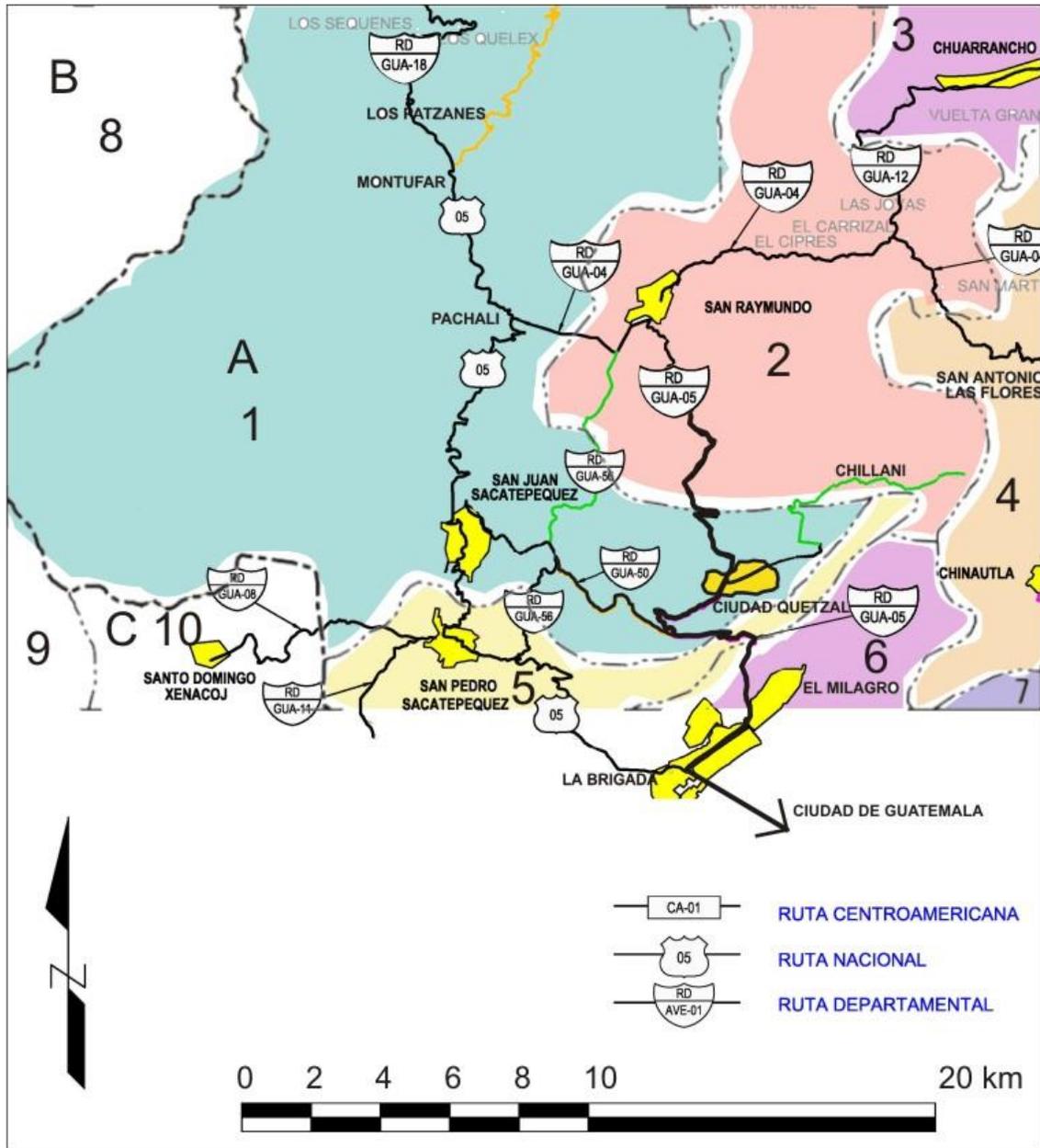
B. Departamento: Chimaltenango

8. Municipio: San Martín Jilotepeque

C. Departamento: Sacatepéquez

9. Municipio: Sumpango
10. Municipio: Santo Domingo Xenacoj

Figura 3. Vías de acceso a San Juan Sacatepéquez



Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN. HOJA 2060 II NAD 83/WGS84.
 Mapas Red Vial. www.covial.gob.gt. Consulta: 24 de enero de 2015.

1.4. Aspectos demográficos

Según datos publicados el 30 de junio de 2011 en el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio de San Juan Sacatepéquez tiene 237 245 habitantes, de los cuales el 50,3 % son hombres y el 49,7 % son mujeres. San Juan Sacatepéquez proyecta una tasa de crecimiento anual de 2,56 %. La mayoría de la población es de origen maya y ladino, los nativos son de compleción débil, pelo lacio, facciones achatadas, estatura mediana, morenos, ultraconservadores y tradicionalistas, profundamente religiosos.

Tabla I. **Estimaciones de la población de San Juan Sacatepéquez**

| Periodo | Población | | |
|---------|-----------|---------|---------|
| | Hombres | Mujeres | Total |
| 2012 | 110 716 | 109 189 | 219 905 |
| 2013 | 113 618 | 112 203 | 225 821 |
| 2014 | 116 502 | 115 219 | 231 721 |
| 2015 | 119 367 | 117 878 | 237 245 |
| 2016 | 122 210 | 120 184 | 242 394 |
| 2017 | 125 028 | 122 145 | 247 173 |
| 2018 | 127 821 | 123 775 | 251 596 |
| 2019 | 130 586 | 125 086 | 255 674 |
| 2020 | 133 329 | 126 091 | 259 420 |

Fuente: *Indicadores sociodemográficos, proyecciones de población.*

www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores. Consulta: 31 de enero de 2015.

1.5. Aspectos climatológicos

La extensión territorial de San Juan Sacatepéquez está constituida por planicies y montañas, por tal razón, el clima en la región es variado, siendo sus condiciones templadas, frías y cálidas.

La temperatura promedio anual es de 19,7 °C. Las temperaturas más altas se perciben en los meses de marzo, abril y mayo, con una temperatura máxima promedio de 27,2 °C. Las temperaturas más bajas se perciben en los meses de noviembre, diciembre y enero, con una temperatura mínima promedio de 13,9 °C. La precipitación media anual es de 1 274,70 mm, siendo los meses de junio, julio, agosto y septiembre, los más lluviosos. En estos meses se reporta el 72 % de las precipitaciones en el año.

Los datos anteriores según registros históricos mensuales del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Siendo el INSIVUMEH la estación meteorológica más cercana de la zona de estudio.

Tabla II. Aspectos climatológicos de San Juan Sacatepéquez

| MES | Temperatura promedio (°C) | Temperatura máxima promedio (°C) | Temperatura mínima promedio (°C) | Acumulado de lluvia (mm) | Total de días de lluvia |
|-----------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Enero | 17,9 | 24,3 | 13,2 | 2,8 | 2 |
| Febrero | 18,9 | 25,8 | 13,6 | 5,4 | 1 |
| Marzo | 19,9 | 26,8 | 14,6 | 6,0 | 2 |
| Abril | 20,9 | 27,8 | 16,0 | 31,0 | 5 |
| Mayo | 21,0 | 27,1 | 16,8 | 128,9 | 12 |
| Junio | 20,3 | 25,8 | 16,8 | 271,8 | 21 |
| Julio | 20,3 | 25,4 | 16,3 | 202,6 | 19 |
| Agosto | 20,5 | 25,5 | 16,5 | 202,7 | 19 |
| Septiembre | 19,7 | 25,1 | 16,4 | 236,6 | 21 |
| Octubre | 19,6 | 24,7 | 15,8 | 131,6 | 15 |
| Noviembre | 18,6 | 24,2 | 14,7 | 48,8 | 6 |
| Diciembre | 18,2 | 23,9 | 13,7 | 6,6 | 2 |
| PROMEDIO | 19,7 | 25,5 | 15,4 | 1 274,7 | 125 |

Fuente: Meteorología, registros históricos mensuales, estación INSIVUMEH.

<http://www.insivumeh.gob.gt>. Consulta: 31 de enero de 2015.

1.6. Actividades productivas

Para el sostenimiento económico familiar se han dejado las costumbres propias del lugar, en donde únicamente el padre era el proveedor del hogar y la madre se dedicaba al cuidado de los hijos. En la actualidad tanto el padre como la madre son el sustento económico familiar, esto se debe, al aumento de empleos disponibles, gracias a las fábricas y maquilas que se han instalado en la región, provenientes de inversión privada extranjera y nacional.

Las principales actividades económicas en San Juan Sacatepéquez son: agricultura, ganadería, turismo, artesanía y carpintería. Entre su agricultura se destaca el cultivo de flores, sobre todo el clavel. En artesanía se destacan los tejidos, tejas, ladrillos y la alfarería. En carpintería se especializan en la fabricación de muebles para el hogar y oficina. Los productos agrícolas las artesanías y los muebles se comercializan dentro del territorio nacional y fuera de él.

1.7. Aspectos socioculturales

El nombre del municipio es en honor al patrono: San Juan Bautista. Sacatepéquez se deriva de las palabras cakchiqueles “*sacat* y *tepec*” que significa “cerro de hierba”. El idioma predominante es el castellano, sin embargo el idioma nativo del municipio es el cakchiquel. La fiesta titular del patrono San Juan Bautista se celebra por lo general durante varios días a finales de junio, el día principal es el 24, la celebración se lleva a cabo con solemnes procesiones, misas, bailes folklóricos como el torito y el baile de las flores, quema de juegos pirotécnicos, en la que se hacen presentes personas del lugar y turistas.

Entre otras costumbres se encuentran las cofradías, en las cuales se veneran imágenes de la Virgen María, Jesús, San Juan Bautista, la cruz y el rosario. La música principal del pueblo son los sones de arpa y marimba. El güipil y corte tradicional de la mujer de San Juan Sacatepéquez se caracteriza por tela de algodón, tejida en hilar de cintura, donde predominan los colores lila y amarillo con bordados que representan la flora y fauna, características de la región. En el traje del hombre se ha perdido la costumbre y comúnmente usan ropa occidental con sombrero. La comida típica de la región es el pinol, una preparación de diversas carnes, en recado hecho de maíz y varios condimentos. Esta comida se preparara en fechas especiales y celebraciones.

1.8. Servicios existentes

Los servicios que a continuación se presentan han sido identificados en el municipio de San Juan Sacatepéquez, los cuales contribuyen al bienestar y desarrollo de los habitantes de la región.

1.8.1. Servicios públicos

San Juan Sacatepéquez cuenta con servicio de transporte público proporcionado por rutas San Juan y rutas quetzal, energía eléctrica, alumbrado público, redes de telefonía, centros de comercio. Se cuenta con cobertura de servicio de agua potable suministrada por la municipalidad. En el casco urbano hay cobertura de servicio de alcantarillado, el sistema de drenaje en el área rural, está conformado por el sistema unifamiliar de fosa séptica y pozo de absorción.

1.8.2. Salud

La atención médica está a cargo de clínicas privadas, centros de salud y el apoyo de un hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). El municipio cuenta con estaciones de bomberos voluntarios y municipales.

En el 2011 se instaló en el portal del edificio municipal, una clínica médica que cuenta con consultas de medicina general y medicamentos, sin costo alguno. En el se encuentran 2 médicos, 2 enfermeras, un paramédico y servicio de ambulancia, el horario de atención al público es de 8:00 a 14:00 de lunes a viernes.

1.8.3. Educación

En el municipio se cuenta con tres niveles educativos: preprimaria, primaria y media. La educación media incluye básicos y diversificado. La misma es impartida en centros educativos nacionales y privados.

2. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

2.1. Generalidades

La señalización vertical esta normada bajo parámetros, criterios técnicos y estándares centroamericanos, para garantizar la uniformidad en el diseño deberá considerarse los siguientes parámetros: propósito, requisitos, función y características básicas.

2.1.1. Propósito de las señales verticales

Las señales verticales son dispositivos empleados para controlar el tránsito. Estos facilitan y garantizan el movimiento ordenado y seguro de todos los usuarios en cualquier calle, avenida o carretera. Asimismo, tienen por objeto orientar, dirigir y advertir a los usuarios de la vía, conforme sea necesario. El funcionamiento y uso correcto de las señales mejoran la seguridad vial, reducen el congestionamiento vehicular y suministran una orientación oportuna, para la elección de rutas.

2.1.2. Requisitos

Para que toda señal de tránsito desempeñe, integralmente su objetivo, debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Debe ser necesaria y estar ubicada en donde se requiera, para el adecuado transitar vehicular y peatonal.

- Debe ser visible y llamar la atención, tanto de día como de noche. El usuario de la vía debe interpretar con sencillez la información que transmite la señal.
- Debe ser legible y fácil de entender, transmitir un mensaje claro y sencillo, que demande del usuario poco tiempo para su comprensión y toma de decisiones.
- Debe dar tiempo y espacio suficiente al usuario para responder adecuadamente y realizar la acción requerida, conforme la indicación que transmite la señal.
- Debe infundir respeto por parte de los usuarios. Se debe tener claro que la infracción de una señal puede significar daño físico, y gastos económicos.

2.1.3. Función

Las señales verticales están destinadas a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos. Advierten sobre la existencia de algún peligro, orientan el flujo vehicular e informan sobre rutas, destinos, lugares de interés y servicios. Las señales deben ser instaladas, solo en aquellos lugares donde estas se justifiquen. En general se recomienda usar un número razonable y conservador de señales, ya que su uso excesivo reduce su eficacia.

2.1.4. Características básicas

Las principales características básicas que se deben considerar para asegurar la implementación correcta de las señales verticales son el diseño, mensaje, forma, color, dimensiones y visibilidad.

2.1.4.1. Diseño

La base para el diseño de cualquier señal vertical es que esta cumpla con su función de informar y orientar a los conductores y peatones. La estandarización y uniformidad en el diseño se incluye el mensaje, forma, color, dimensiones y visibilidad, con el propósito de transmitir un mensaje claro, sencillo y fácil de comprender. Esto permite al usuario un tiempo adecuado de reacción. El anexo C presenta dibujos detallados de señales estandarizadas típicas, aprobadas para su uso en calles y carreteras de Centroamérica.

2.1.4.2. Mensaje

El propósito de las señales verticales es transmitir un mensaje claro e inequívoco, a través de símbolos, palabras y números. A nivel centroamericano se recomienda dar prioridad al uso de señales con mensajes simbólicos en lugar de escritos, esto a que el uso de símbolos facilita una más rápida comprensión del mensaje, contribuyendo así a una mayor seguridad vial y mayor fluidez vehicular. Las letras y números deben corresponder a la tipografía detallada en el anexo B.

2.1.4.3. Forma y color

La forma y color que caracterizan a cada señal, facilita que sean reconocidas y comprendidas por los usuarios. En general, las señales verticales tienen las siguientes formas geométricas: octágono regular, triángulo equilátero, círculo, rombo; (cuadrado con diagonal vertical), rectángulo, cuadrado y pentágono.

Las formas y colores de las señales están especificados en el anexo C. Los colores que a continuación se presentan han sido identificados y establecidos como apropiados para uso en la transmisión de información.

- Rojo: indica regulación y restricción de ciertas maniobras. Principalmente se emplea en señales de reglamentación.
- Negro: se utiliza para informar y regular. Se usa en los símbolos, ribetes, textos y números de todo tipo de señales.
- Blanco: su función es la de informar y regular el flujo vehicular, principalmente se usa como color de fondo para las señales de reglamentación.
- Anaranjado: indica prevención de situaciones temporales, en general, trabajos de construcción y mantenimiento.
- Amarillo: su función es la de evitar y tomar medidas de precaución, principalmente se usa como color de fondo para las señales de prevención.

- **Amarillo limón fluorescente:** se utiliza como color de fondo para las señales de prevención, que advierten sobre el cruce de peatones y bicicletas, en zonas escolares y residenciales.
- **Café:** su función es la de guiar e informar. Principalmente se emplea en señales informativas.
- **Verde:** su función es la de orientar y guiar el flujo vehicular. Es de uso común en señales informativas.
- **Azul:** se utiliza como color de fondo en señales que sirven de guía turística y servicios auxiliares.

2.1.4.4. Dimensiones

Las dimensiones de las señales verticales dependen del tipo de señal, el tipo de carretera, función de la señal y la velocidad máxima permitida de circulación vehicular. La velocidad máxima determina las distancias mínimas a la que la señal debe ser vista e interpretada, para responder y realizar la acción requerida. En general, las dimensiones estándar de las señales corresponden a una velocidad de 60 km/h; considerando que esta es la velocidad máxima permitida en zonas urbanas. Para vías rápidas y autopistas se deberá aumentar las dimensiones por encima del tamaño estándar.

2.1.4.5. Visibilidad

Todas las señales verticales deberán estar fabricadas con material retroreflectante. Deben ser visibles y mantener su forma y color, en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática.

El principio básico de los materiales retroreflectantes consiste en devolver de forma paralela, la luz emitida por los faros delanteros de los vehículos. Esta propiedad permite que las señales sean más visibles en la noche al ser iluminadas.

2.2. Normativa

La autoridad competente para proceder a la colocación, realizar trabajo preventivo y correctivo de las señales verticales, es la Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL). Esta dependencia es del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI). En Guatemala, los municipios también tienen cierta jurisdicción en la colocación y regularización. El objetivo principal de COVIAL y las municipalidades es mantener en buenas condiciones de servicio la red vial del país.

Los manuales y catálogos que a continuación se presentan se han establecido para su uso en los países de El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Guatemala. Su objetivo es garantizar que las señales verticales sean uniformes y oficiales en toda la región centroamericana.

- *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
- *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.*
- *Catálogo centroamericano de señales verticales.*
- *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras.*

Los materiales empleados para la fabricación e instalación de las señales verticales deberán cumplir con las normas y especificaciones internacionales de las siguientes instituciones: Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM, *American Society for Testing Materials*) y la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO, *American Association of State Highway and Transportation Officials*).

La tabla III muestra las normas ASTM y AASHTO empleadas para la fabricación de las señales verticales.

Tabla III. **Normas para materiales I**

| Descripción | ASTM | AASHTO |
|--------------------------------|-------------|---------------|
| Láminas de material reflectivo | D 4956 | |
| Tableros de aluminio | B 209M | |
| Tableros de acero galvanizado | A 525M | M 111 |
| Postes de acero galvanizado | A 123 | M 281 |

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, MICIVI. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. p. 707-4.

2.3. Tipos de señalización

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 3 grupos: señales de reglamentación, prevención e información.

2.3.1. Señales de reglamentación

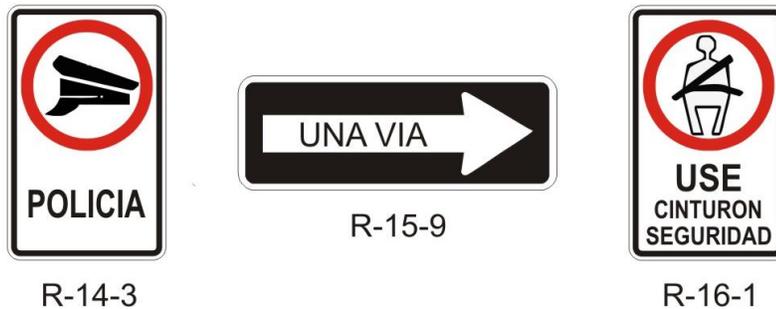
Son aquellas que tienen por finalidad notificar a los usuarios sobre la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones, restricciones y autorizaciones existentes en el uso de la vía. La violación, de la regulación establecida en el mensaje de estas señales, constituye en infracción a las normas del tránsito. Este tipo de infracciones es sancionado y regulado por el Departamento de Tránsito de cada municipalidad. El tamaño normal de estas señales es de 46 por 71 cm. A continuación se presentan la clasificación de las señales de reglamentación:

- Derechos y Prioridad de Paso (R-1-1 y R-1-2)
- Límites de Velocidad (R-2-1)
- Restricción de Giros y Maniobras (R-3-13b)
- Intersecciones con Semáforos (R-4-4 y R-4-6)
- Carriles Reversibles (R-5-1)
- Dirección de Circulación (R-6-1)
- Exclusión de Flujos (R-7-6a)
- Estacionamiento (R-8-1)
- Vías Exclusivas (R-9-3)
- Transporte Público (R-10-1)
- Peatones y Cruces protegidos (R-11-1b)
- Restricciones de Dimensiones, Peso y Tipo de Carga (R-12-1 y R-12-3)
- Adelantamiento y otras Restricciones al Conducir (R-13-1)
- Inspección Oficial y Peajes (R-14-3)
- Camino Cerrado y Sentido Obligatorio (R-15-9)
- Confirmación de las Reglas de Conducción (R-16-1)

Figura 4. Señales de reglamentación



Continuación de la figura 4.



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 1.

2.3.2. Señales de prevención

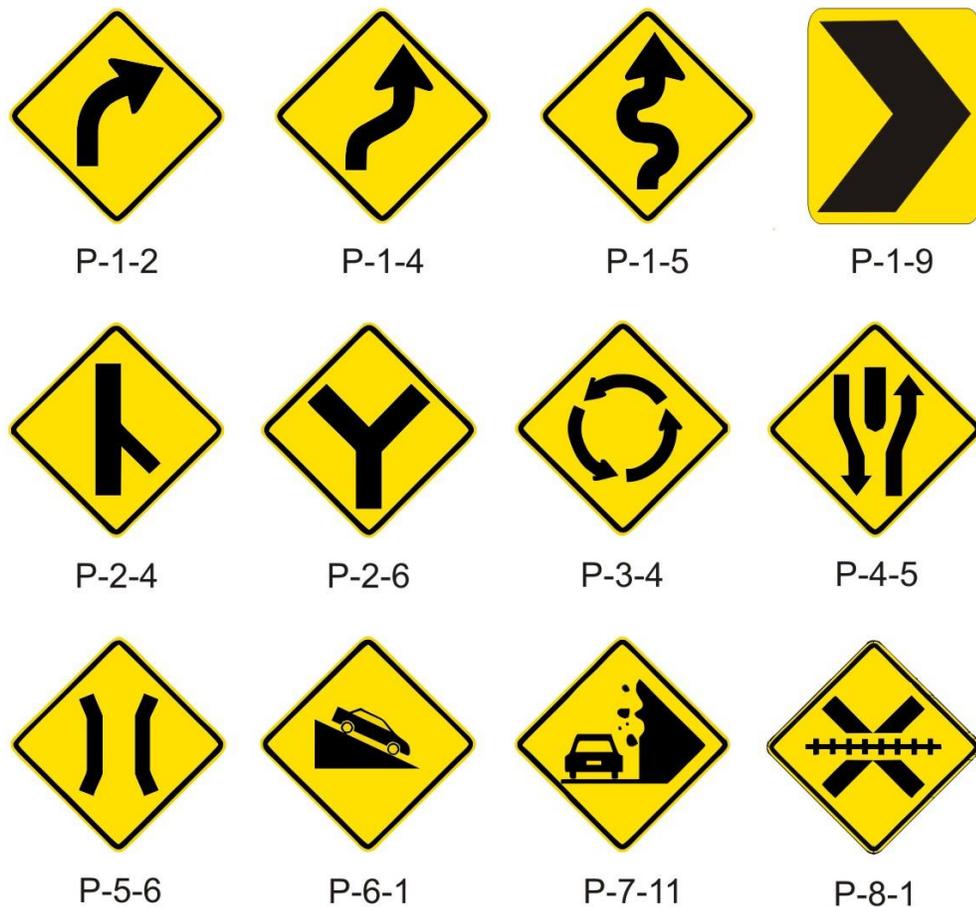
Tienen como propósito advertir a los usuarios las condiciones de riesgo y situaciones imprevistas presentes en la carretera y en las zonas adyacentes a la misma. Estas se deben colocar antes del riesgo que se trate de señalar, de tal manera que provean un tiempo de reacción adecuado para el conductor y tomar las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias, para garantizar su propia seguridad y la del resto de los usuarios.

En general se deben colocar a una distancia longitudinal de 50 y 250 m antes del lugar de peligro. El tamaño normal de estas señales es de 61 por 61 cm. A continuación se presentan la clasificación de las señales de prevención:

- Cambios en el alineamiento horizontal (P-1-2, P-1-4, P-1-5 y P-1-9).
- Intersecciones (P-2-4 y P-2-6).
- Proximidad a un dispositivo de control (P-3-4).
- Vías de tránsito convergentes y carreteras divididas (P-4-5).

- Pasos angostos y claro vertical restringido (P-5-6).
- Pendientes y rampa de emergencia (P-6-1).
- Condiciones de peligro (P-7-11).
- Cruces de ferrocarril y tranvía (P-8-1).
- Advertencia de la presencia de personas y reductores de velocidad (P-9-1).
- Semovientes en la vía (P-10-1).
- Variaciones y limitaciones en la vía (P-11-1).
- Delineadores y marcas de objetos (P-12-4b).

Figura 5. Señales de prevención



Continuación de la figura 5.



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 12.

2.3.3. Señales de información

Tienen como propósito guiar y orientar a los conductores y peatones, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de forma segura y directa. Estas son esenciales para guiar al conductor a lo largo de la red vial del país. Su principal función consiste en suministrar al conductor toda aquella información que pueda necesitar en el camino, como lo es: información de rutas, destinos, direcciones, kilometrajes, parques y sitios históricos importantes.

Las señales de información, de acuerdo a su función, se clasifican en:

- Señales de Información de Identificación (II4-1, II-4-2a y II-5-1).
- Señales de Información de Destino (ID-1-5).
- Señales de Información de Servicios y Turísticas (IS-1-4 y IS-3-1).
- Señales de Información de Áreas Recreativas, Áreas Silvestres y Parques Nacionales (IR-1-1).
- Señales de Información de Defensa Civil y Emergencias (IE-2-1).

- Señales de Información General (IG-1-2).

Figura 6. **Señales de información**



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 19.

2.4. **Ubicación de las señales verticales**

Las señales verticales deben ser instaladas, de tal manera que atraiga oportunamente la atención de usuarios. Deben facilitar su lectura e interpretación otorgando al usuario la facilidad de lectura y el tiempo suficiente para entenderla. Su ubicación debe garantizar al conductor que viaja a la velocidad máxima permitida en la vía, cuente con tiempo suficiente para su comprensión y efectuar con seguridad la acción requerida, conforme lo indique el mensaje de la señal.

A continuación se detallan los requisitos que deben cumplir las señales verticales, que se instalan al costado de la vía.

2.4.1. Ubicación longitudinal

Las señales deben ubicarse con la debida anticipación y garantizar a los conductores la comprensión del mensaje con suficiente tiempo, para reaccionar y ejecutar la maniobra que la situación requiere. El objetivo es informar de restricciones y advertir de condiciones que se encuentran más adelante sobre la vía.

La figura 7 muestra el proceso y distancias de percepción visual del conductor.

Figura 7. Distancia de visibilidad



| Velocidad de circulación (km/h) | Distancia de percepción y legibilidad de la señal (m) | Distancia de situación señalizada (m) |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| 40 | 55 | 45 |
| 60 | 85 | 75 |
| 80 | 110 | 115 |

Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano, normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*. p. 4-22.

2.4.2. Altura libre

La altura correcta de las señales está definida por los factores u obstáculos que podrían afectar su visibilidad, como la altura de los vehículos, crecimiento de la vegetación y el transitar de peatones. Para establecer la altura de la señal se debe considerar los siguientes aspectos: área donde se ubique, bien sea urbana o rural; tipo de carretera, vía rápida o de transitar convencional; y de las características de la sección transversal de la calzada. A continuación se presentan valores recomendados para la altura de las señales.

- Área urbana

Con el propósito de permitir el libre y seguro transitar de peatones, la altura entre la acera y la señal será de por lo menos 2,10 m.

- Área rural

La altura entre la parte más alta de la calzada y la señal será de por lo menos 1,50 m. Ver figura 8.

2.4.3. Ubicación lateral

Para que las señales puedan ser percibidas por los conductores y lograr una buena visibilidad, tanto diurna como nocturna, es preciso instalarlas cercana a la calzada, donde pueden ser adecuadamente iluminadas por los faros de los vehículos. Para establecer la ubicación lateral de la señal se debe considerar el área donde se ubique la carretera y el tipo de vía además de las características de la sección transversal de la calzada. A continuación se presentan valores recomendados para la instalación de las señales.

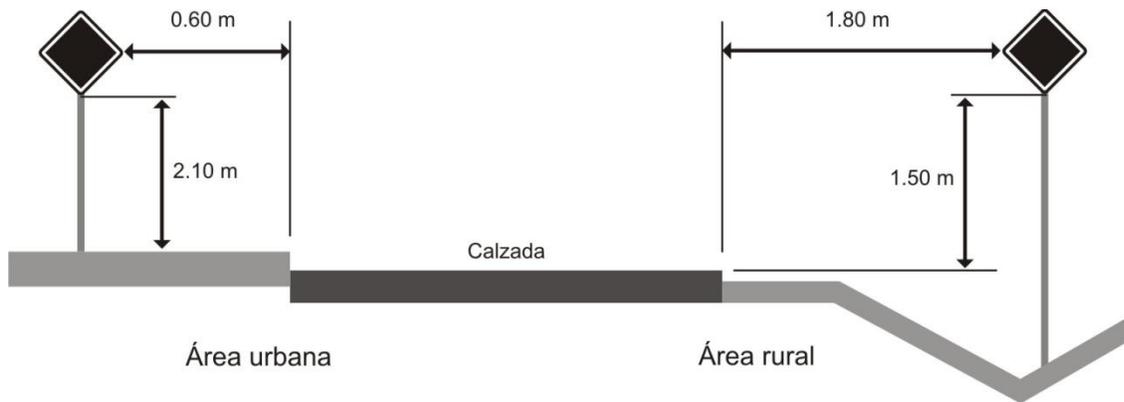
- Área urbana

La distancia lateral medida desde el borde de la acera hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal, será de por lo menos 0,60 m. Cuando el espacio es reducido, las señales deberán colocarse a una distancia de no menos 0,30 m.

- Área rural

La distancia lateral medida desde el borde del carril hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal, será de por lo menos 1,80 m. Cuando el espacio es reducido, las señales deberán colocarse a una distancia de no menos 0,60 m. Ver figura 8.

Figura 8. **Altura y ubicación lateral de las señales**

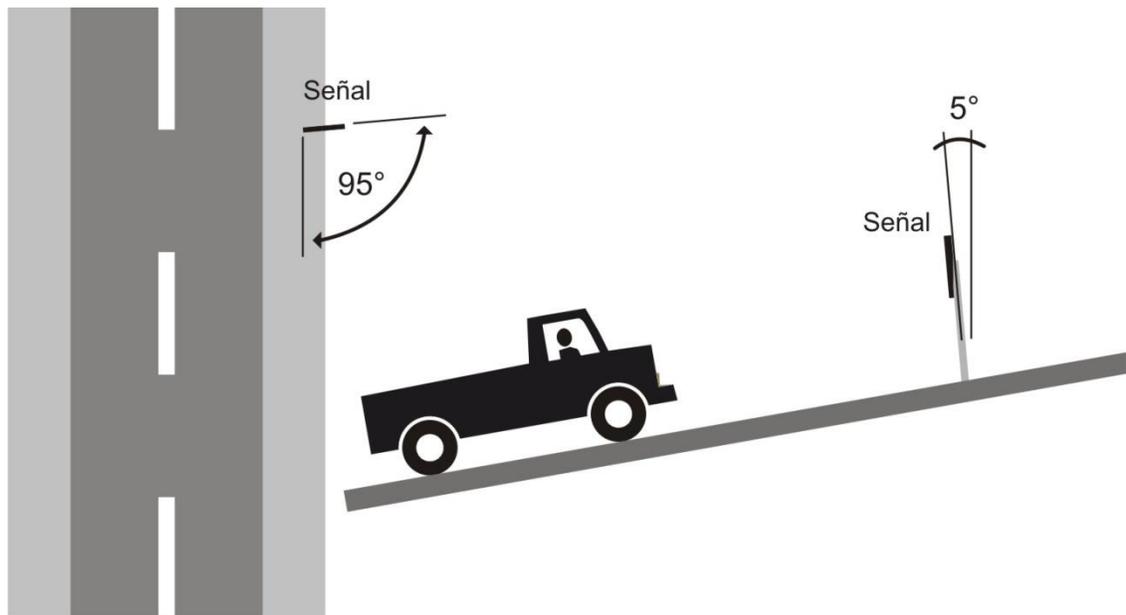


Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 2-20.

2.4.4. Orientación

Las señales deberán ser orientadas de tal forma que en horas nocturnas, al ser iluminadas por los faros de los vehículos, estas reflejen la luz sin reducir su legibilidad. En general las señales deberán ser colocadas formando un ángulo de $90^{\circ} \pm 8^{\circ}$ con respecto a la dirección del flujo vehicular. En donde existan pendientes pronunciadas podría ser necesario inclinar las señales, un poco hacia adelante o hacia atrás, con respecto a la línea de plomada, con el fin de mejorar la visibilidad y legibilidad. Ver figura 9.

Figura 9. Orientación de las señales



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 2-25.

2.4.5. Sistema de soporte

El sistema de soporte debe asegurar que la señal se mantenga en la posición correcta de forma permanente, ante cargas de viento y movimientos sísmicos, para contrarrestar el hurto y vandalismo. Cuando la ocasión lo amerite se deberá realizar el diseño estructural tomando en cuenta las condiciones de vientos, sismicidad de la región y características geotécnicas del suelo.

2.5. Mantenimiento y/o reposición de las señales verticales

Toda señal vertical tiene una vida útil en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente y de agentes externos. Las actividades destinadas a preservar en buen estado las señales garantizan su visibilidad y legibilidad, a la vez inspiran respeto en los conductores y peatones. Las señales verticales se ven afectadas al deterioro de las capas de material reflectante debido a la radiación solar, la lluvia, el polvo, la contaminación y el vandalismo; eventualmente deben ser reparadas, reconstruidas o sustituidas.

La inspección y mantenimiento rutinario comprenden la realización de todas aquellas actividades requeridas para conservar las señales que se ubican a lo largo de la vía en buen estado, los cuales, se programan uno o más veces al año. El mantenimiento rutinario consiste en reparaciones menores, reemplazo de señales y estructuras de soporte. Incluye el reemplazo y atornillado de pernos y tuercas flojas, enderezado de piezas torcidas, cambio de señales, limpieza y control de la vegetación.

2.5.1. Materiales

La función básica de las señales verticales es transmitir de forma simple y eficaz un mensaje al usuario de la vía. Estas deberán fabricarse con material retroreflectante para asegurar la legibilidad y visibilidad en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática.

2.5.1.1. Tableros

Los tableros podrán fabricarse de láminas de policarbonato, láminas de aluminio o láminas de acero con acabado galvanizado, cada una con un espesor de lámina de 2 mm.

Los tableros llevarán un dobléz perimetral troquelado de una pulgada de ancho. No podrán existir cortes o soldaduras en el mismo. En la leyenda o mensaje se emplearán láminas vinílicas reflectantes y deberán aplicarse solamente en la cara de la señal, no en los dobleces. Cada señal deberá tener indicada la fecha de fabricación en la parte posterior y una leyenda que indique que es propiedad del Gobierno de Guatemala.

2.5.1.2. Materiales retroreflectivos

Los tipos de materiales retroreflectivos recomendados para la fabricación de las láminas vinílicas reflectantes son:

- Tipo 1: conocido como grado ingeniería. Está hecho de pequeñas esferas de vidrio rodeadas de un sustrato pigmentado translúcido. Su vida útil es de 7 años.

- Tipo 2: conocido como grado súper ingeniería. Es similar al tipo 1, con la diferencia de que usa esferas de vidrio más grandes, proveyendo aproximadamente el doble de reflectividad del tipo 1. Su vida útil es de 10 años.
- Tipo 3: conocido como alta intensidad. Está hecho de dos capas, una exterior pigmentada y translúcida y una interior compuesta por pequeños reflectores prismáticos. Es aproximadamente 4 veces más brillante que el tipo 1. Su vida útil es de 10 años.
- Tipo 4: conocido como alto desempeño. Es muy similar al tipo 3 y es 7 veces más brillante que el tipo 1. Su vida útil es de 10 años.

2.5.1.3. Postes

Los postes de todas las señales serán de perfil circular o cuadrado, calibre 14 con acabado galvanizado. Todas las señales llevarán dos tornillos de seguridad por poste, con medidas de 2½ pulg de largo por 5/16 pulg de diámetro, en acabado galvanizado. Cada tornillo deberá tener un punto de soldadura.

Los postes llevarán en la parte superior una tapa plástica, para evitar el ingreso de agua, además llevarán una varilla de 3/8 pulg de 20 cm de largo para anclaje al concreto. Todas las señales deben cimentarse con concreto simple, con una resistencia mínima a la compresión de 2 000 psi.

2.5.2. Procedimiento de ejecución

En los trabajos de inspección y mantenimiento debe colocarse dispositivos de seguridad transitorios sobre la vía. Se verificará que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria de seguridad industrial y que se encuentre en buen estado, además se debe asegurar el control adecuado del tránsito. Se debe limpiar, repintar y reemplazar el material reflectivo, sustituir parcial o totalmente toda señal que presente señales de daño y envejecimiento. Los postes deben estar enterrados y fundidos en agujeros de 30 por 30 por 50 cm.

3. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

3.1. Generalidades

La señalización horizontal al igual que la vertical, está normada bajo parámetros, criterios técnicos y estándares centroamericanos, para garantizar la uniformidad en el diseño deberá considerarse los siguientes parámetros: propósito, requisitos, función y características básicas.

3.1.1. Propósito de las señales horizontales

Las señales horizontales son demarcaciones efectuadas sobre la superficie de la vía, tales como líneas, símbolos y letras. Estas son empleadas para dirigir y controlar la circulación vehicular. También facilitan y garantizan el movimiento ordenado y seguro de todos los usuarios de la vía, en toda la red vial del país. Dado que se ubican sobre la vía, transmiten su mensaje al conductor, sin que este distraiga su atención de la carretera en que circula, aumentando considerablemente la seguridad vial. Además suministran una orientación oportuna para la elección de rutas.

3.1.2. Requisitos

Se requiere su uso y aplicación correcta, tanto en vías urbanas como en vías rurales. Estas deberán cumplir con lo siguiente.

- En todas las carreteras pavimentadas, con un tránsito promedio diario (TPD) mayor de 300 vehículos por día.
- En carreteras donde las estadísticas de accidentes indican que son necesarias.
- En carreteras donde la visibilidad de los conductores se ve reducida, debido a la topografía del lugar, como por ejemplo: edificaciones, vegetación y zonas montañosas.

3.1.3. Función

Las señales horizontales al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, dirigir, advertir y guiar a los usuarios de la vía. Son un medio simple y eficaz para transmitir instrucciones a los conductores. La uniformidad en el diseño y localización, de toda línea, símbolo o letra empleada para la señalización, provee a los usuarios de la vía información e instrucciones fácilmente reconocibles.

3.1.4. Características básicas

Las principales características básicas que se deben considerar para asegurar la implementación correcta de las señales horizontales son el mensaje, forma, color, dimensiones y visibilidad.

3.1.4.1. Mensaje

El propósito de las señales horizontales es transmitir un mensaje claro e inequívoco, a través de demarcaciones sobre la superficie de la vía, en forma de símbolos, palabras y números. Estas demarcaciones facilitan a los conductores un recorrido ordenado y seguro, manteniendo a los vehículos dentro de su carril. Requieren de mantenimiento más frecuente que otras señales, debido a los efectos de desgaste y abrasión provocados por el transitar vehicular, además, por los daños provocados por la contaminación.

3.1.4.2. Forma y color

La forma y color que caracterizan a las demarcaciones facilitan que sean reconocidas y comprendidas por los usuarios. En general las señales horizontales tienen las siguientes formas geométricas: líneas continuas y segmentadas, doble línea, letras, números, figuras y flechas. Las demarcaciones generalmente son blancas y amarillas, en algunas ocasiones especiales se requiere otro color. A continuación se presentan los colores establecidos para la señalización horizontal:

- **Blanco:** su función es separar y direccionar flujos vehiculares con el mismo sentido. Indica pasos peatonales y establece zonas de estacionamiento. Además se utiliza para símbolos, palabras y flechas direccionales.
- **Amarillo:** su función es prevenir, separar y direccionar flujos vehiculares con distinto sentido. Es utilizado para establecer zonas de estacionamiento prohibido y para prevenir el bloqueo de intersecciones.

- Rojo: principalmente se emplea en líneas de borde, en donde está absolutamente prohibido y sin excepciones estacionar vehículos las 24 horas del día, todos los días de la semana.
- Azul: se utiliza para indicar espacios de estacionamiento exclusivas para personas con alguna restricción física. En espacios reservados para mujeres embarazadas o personas de la tercera edad.
- Negro: no es un color estándar empleado para demarcar, sin embargo se puede usar para obtener contraste sobre carreteras hechas de concreto, pues se utiliza para delinear las marcas de color claro.
- Verde: se utiliza para indicar espacios de estacionamiento exclusivo para motocicletas o bicicletas. Estacionamientos sujetos a cierto horario y límite de tiempo.

3.1.4.3. Dimensiones

Las dimensiones de las señales horizontales dependen de la velocidad máxima permitida para la circulación vehicular. Esta velocidad determina las dimensiones mínimas de letras, números y símbolos, que pueden ser vistas e interpretadas. En general, las dimensiones estándar de las demarcaciones corresponden a una velocidad de 60 km/h. Toda demarcación debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que su forma y dimensiones estén claramente definidos. Las letras y números deben corresponder a la tipografía detallada en el anexo D.

3.1.4.4. Visibilidad

Las demarcaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día, manteniendo su forma y color. Es recomendable, que para toda demarcación sobre cualquier vía, se empleen materiales con propiedades de retrorreflexión, aún sobre aquellas calles en donde existe una buena iluminación vial.

3.2. Normativa

Todo trabajo con el propósito de mejorar la señalización horizontal existente y mantener en buenas condiciones de servicio la red vial del país, deberá realizarse como lo indica el *Manual centroamericano de especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. La Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL) dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y las municipalidades son las autoridades competentes para proceder a la colocación, realizar trabajo preventivo y correctivo de la señalización horizontal.

Para la señalización horizontal se debe emplear materiales que cumplan con las especificaciones de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO, *American Association of State Highway and Transportation Officials*).

La tabla IV muestra las normas que deben cumplir los materiales a utilizar en las demarcaciones.

Tabla IV. **Normas para materiales II**

| Descripción | AASHTO |
|-------------------------------------|---------------|
| Pintura en frío | M 248 |
| Micro esferas de vidrio | M 247 |
| Pintura en caliente (termoplástica) | M 249 |

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, MICIVI. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. p. 706-6.

3.3. Tipos de señalización

De acuerdo a la función que desempeñan las señales horizontales se clasifican en 3 grupos: líneas longitudinales, líneas transversales y demarcaciones de símbolos y leyendas.

3.3.1. Líneas longitudinales

Se emplean para delimitar carriles y calzadas. Para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o sobrepasar, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar carriles de uso exclusivo de bicicletas o buses. En general estas líneas son de color blanco o amarillo. Se debe tener en cuenta los siguientes conceptos básicos:

- Líneas longitudinales de trazo segmentado: tienen carácter permisivo, es decir pueden ser cruzadas y se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el adelantamiento.
- Líneas longitudinales de trazo continuo: tienen carácter restrictivo, no deben ser cruzadas. El adelantamiento está prohibido.

- Líneas blancas: sirven para separar flujos vehiculares con el mismo sentido.
- Líneas amarillas: sirven para separar flujos vehiculares con sentidos opuestos.

3.3.1.1. Líneas centrales o líneas divisorias de sentido de circulación

La línea central se utiliza en vías bidireccionales para indicar donde se separan los flujos vehiculares de sentidos opuestos. Esta división generalmente se ubica al centro de la vía; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación podrá no coincidir con el centro. Esta debe ser una línea amarilla de ancho entre 10 cm y 15 cm. La misma puede ser segmentada o continua, sin embargo, siempre debe ser continua en las aproximaciones a una intersección muy transitada, curvas horizontales y verticales, pasos de peatones y puentes.

En carreteras no divididas, de cuatro o más carriles, la línea de centro debe ser una línea doble de color amarillo. Cada una con un ancho de 10 cm, la separación entre ambas líneas será entre 10 cm y 25 cm.

En la tabla V se presentan valores recomendados para la implementación de la línea central segmentada.

Tabla V. **Línea central segmentada**

| Tipo de vía | Ancho de línea (cm) | Relación segmento separación (m) |
|--------------------|----------------------------|---|
| Urbana | 10 o 15 | 3,00 – 5,00 |
| Rural | 10 o 15 | 4,50 – 7,50 |

Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 3-8.

3.3.1.2. Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido

Dado que la maniobra de adelantamiento es la de mayor riesgo al conducir se han establecido como zonas de adelantamiento prohibido, las curvas horizontales y verticales, intersecciones, cruces de ferrocarril, puentes, túneles y pasos a desnivel. Esto en aquellas carreteras donde la visibilidad o cualquier otra circunstancia, signifiquen un riesgo para los usuarios de la vía.

La demarcación de estas zonas se hace con una línea continua amarilla, con ancho entre 10 cm y 15 cm. Por razones de seguridad, en ningún caso, la extensión de un tramo con prohibición de adelantar deberá ser inferior a 150 m.

3.3.1.3. Líneas de carril

Se utiliza para ordenar y canalizar el tránsito con el mismo sentido, su implementación posibilita un uso más seguro y eficiente de la vía, manteniendo a los vehículos dentro de su carril. Esta debe ser una línea blanca de ancho entre 10 cm y 15 cm, generalmente es segmentada, pudiendo ser continua en los casos mencionados en la sección 3.3.1.2.

En la tabla VI se presentan valores recomendados para la implementación de la línea de carril segmentada.

Tabla VI. **Línea de carril segmentada**

| Tipo de vía | Ancho de línea (cm) | Ancho de carril (m) | Relación segmento separación (m) |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| Urbana | 10 o 15 | 2,75 a 3,00 | 3,00 – 5,00 |
| Rural | 10 o 15 | 3,00 a 3,65 | 4,50 – 7,50 |

Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 3-10.

3.3.1.4. Líneas de borde de calzada

Estas líneas indican a los conductores donde se encuentra el borde de la calzada. Son guías laterales que permite a los conductores posicionarse correctamente dentro del carril. El propósito de estas líneas es evitar y restringir que vehículos transiten por los hombros de las carreteras, ya que estos generalmente tienen una menor capacidad de carga.

Esta debe ser una línea blanca continua entre 5 cm y 10 cm de ancho. Son un complemento de las demás demarcaciones, que bajo ninguna circunstancia serán utilizadas para sustituir las líneas de carril o la línea central.

En zonas de varios carriles donde se deba delimitar la parte central de una carretera dividida (de flujo vehicular con sentido opuesto) la línea de borde a la izquierda deberá ser una línea continua amarilla de 10 cm de ancho.

3.3.1.5. Líneas de prohibición de estacionamiento

Estas líneas indican la prohibición de estacionar vehículos a lo largo de un tramo de vía. Se ubican junto al borde de la calzada son líneas continuas y podrán ser de color amarillo, rojo, verde o azul, según su función (ver sección 3.1.4.2.). Es importante indicar que el color blanco no se debe utilizar en la demarcación de estacionamiento restringido. En general se recomienda para estas líneas un ancho de 10 cm.

3.3.1.6. Captaluces

Estas marcas son usadas para guiar y mantener a los vehículos dentro de su carril, se complementan con las líneas longitudinales. Deben colocarse en medio de las líneas dobles, al centro de las líneas centrales, de carril y de borde de calzada. El color de los captaluces debe regirse por el color de la línea o líneas que complementen.

Figura 10. Forma y color de los captaluces



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo D.* p. 33.

3.3.2. Líneas transversales

Se utilizan en intersecciones para indicar el lugar antes de que los vehículos deben detenerse y para demarcar zonas destinadas al transitar de peatones y bicicletas. El propósito fundamental de estas líneas es indicar la prioridad de paso de los peatones sobre los vehículos.

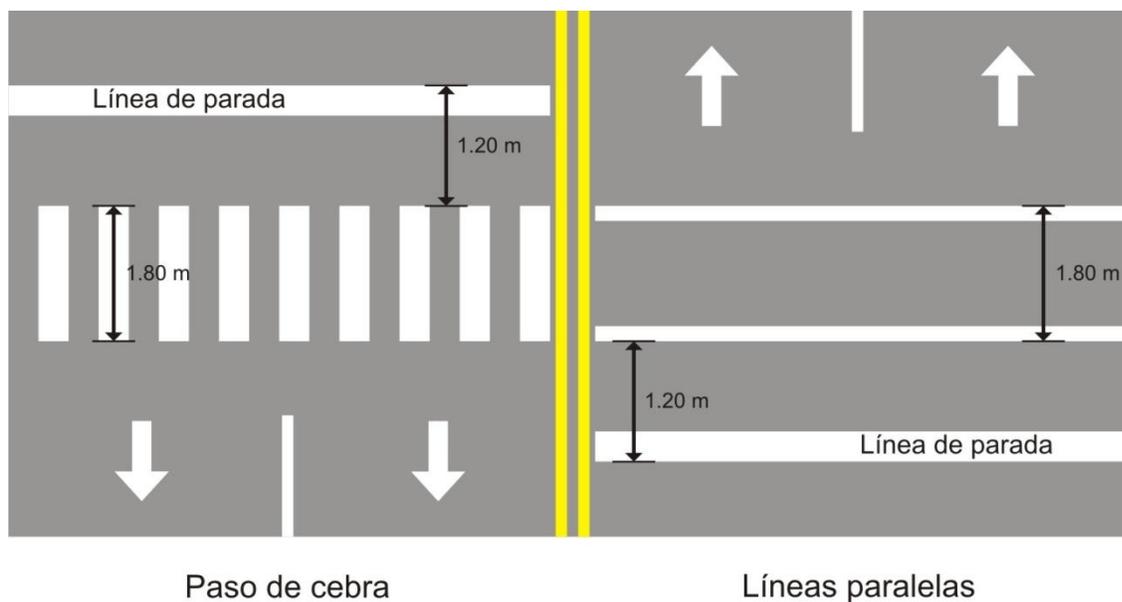
3.3.2.1. Líneas de parada

Deben usarse en lugares donde sea importante restringir e indicar el sitio exacto, detrás de donde los vehículos se detengan, con el propósito de salvaguardar la integridad física de los peatones. Estas líneas deben colocarse por lo menos a 1,20 m antes de la vía que cruce o de un paso peatonal, si lo hubiera (ver figura 11). Esta debe ser una línea blanca de ancho entre 30 cm y 60 cm, usualmente se utiliza 40 cm en calles urbanas, donde normalmente los vehículos circulan a 60 km/h.

3.3.2.2. Líneas de pasos peatonales

Estas líneas delimitan una zona de la calzada, en donde el peatón tiene prioridad de paso sobre los vehículos. Comúnmente el ancho del paso peatonal debe ser como mínimo de 1,80 m. Existen dos formas para demarcar estos pasos peatonales: El paso de cebra está constituido por líneas paralelas, con un ancho entre 40 cm y 60 cm de color blanco, separadas entre sí por una distancia al menos igual a su ancho. El paso peatonal delimitado por 2 líneas paralelas continuas de color blanco, con un ancho entre 20 cm y 60 cm. Como se muestra en la figura 11.

Figura 11. **Demarcación de pasos peatonales**



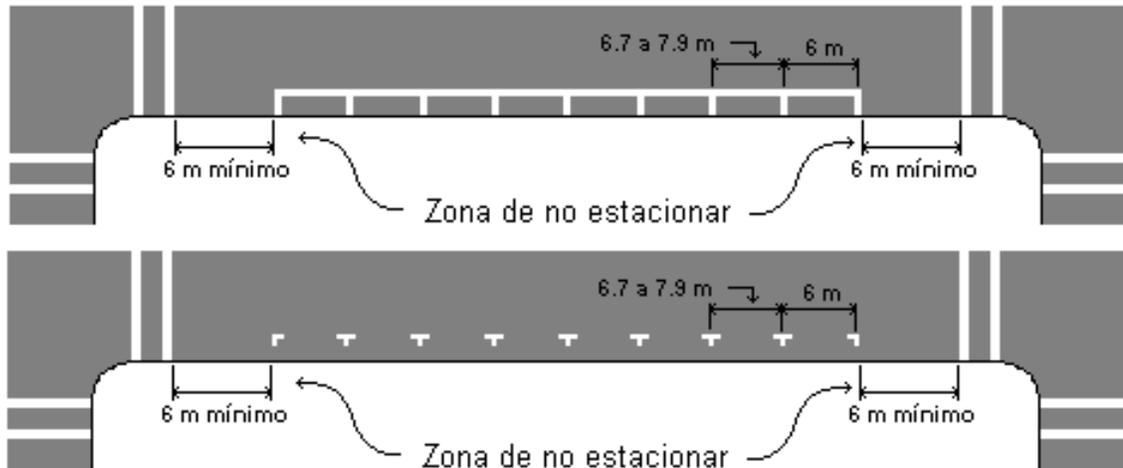
Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 3-23.

3.3.2.3. **Demarcación de espacios para estacionar**

Esta demarcación tiene por objetivo delimitar un área destinada a estacionamientos, su color es blanco. Puede contener una leyenda cuando se trata de un estacionamiento exclusivo para su fin.

La demarcación se hace con líneas blancas continuas, con ancho entre 10 cm y 15 cm. Usualmente se utilizan áreas para estacionar con anchos que varían de 2,40 m a 3 m; y cuya longitud se ha determinado dentro del rango de 6,7 m a 7,9 m. Ver figura 12.

Figura 12. **Demarcación de espacios para estacionar**



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 3-26.

3.3.2.4. **Líneas reductoras de velocidad**

Consisten en una serie de líneas demarcadas, sobre todo en el ancho de la calzada, y de acuerdo al sentido de circulación, con el propósito de generar en el conductor, la percepción de ir a una velocidad mayor que la real, lo que le induce a reducirla. Son líneas paralelas de trazo continuo de color blanco, con un ancho entre 20 cm y 60 cm. Estas líneas, pueden ser usadas en cualquier zona, en donde se busque evitar que los vehículos transiten a excesivas velocidades y donde se tenga un alto índice de accidentes. Se recomienda su instalación, como se describe a continuación.

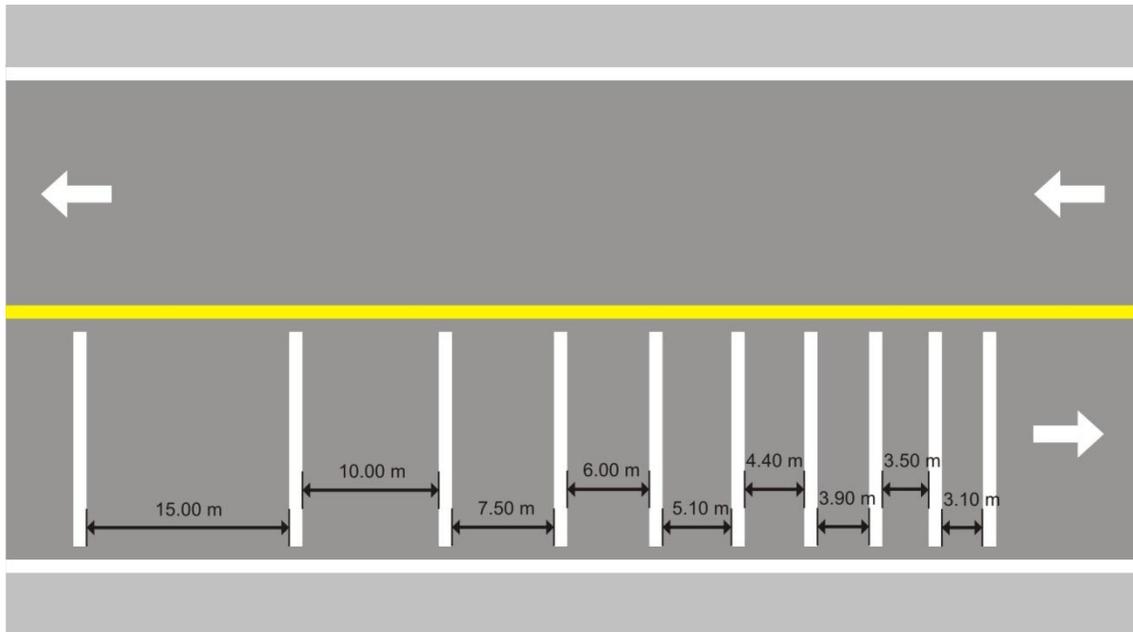
- En la cercanía de intersecciones en las cuales se haya detectado el incumplimiento de la velocidad permitida de circulación.

- En aquellas vías en las cuales existen colegios, hospitales, comercios u otros centros con afluencia de gente, donde es necesario advertir y fomentar la reducción de velocidad.
- Aproximación a curvas en las que se haya detectado peligrosidad real o potencial.

En lugares, donde se considere pertinente, se podrá utilizar demarcaciones con una altura entre 5 mm y 15 mm, y un ancho entre 10 cm y 15 cm. Este tipo de demarcación produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo al ser traspasadas, advirtiendo así al conductor. El espaciamiento, entre las líneas es decreciente y la cantidad de estas, serán las requeridas para reducir y regular la velocidad de los vehículos.

La figura 13 muestra la distribución típica de líneas reductoras de velocidad. Estas líneas alertan a los conductores con tiempo anticipado de algún riesgo o alguna medida de precaución que deberán tomar.

Figura 13. Líneas reductoras de velocidad



Fuente: 7 Av. 15 calle zona 13, frente al Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda MICIVI.

3.3.3. Símbolos y leyendas

Los símbolos y leyendas se emplean para indicar la dirección y sentido que los vehículos deben seguir en la vía. Indican al conductor maniobras permitidas al transitar y advertir sobre riesgos. Además, se utilizan para indicar zonas de estacionamiento de uso exclusivo, para personas con discapacidades y mujeres embarazadas.

3.3.3.1. Flechas direccionales

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos que transitan por la vía. Las dimensiones de las flechas serán las especificadas del anexo E. A continuación se presentan las flechas y maniobras asociadas establecidas para dirigir el flujo vehicular:

- Flecha recta: indica la obligatoriedad de mantener la marcha sobre el mismo carril.
- Flecha curva: indica la obligatoriedad de girar en el sentido expresado.
- La flecha recta y curva: indica la opción del conductor para mantener la marcha sobre su carril o bien girar en el sentido indicado.

3.3.3.2. Palabras y símbolos

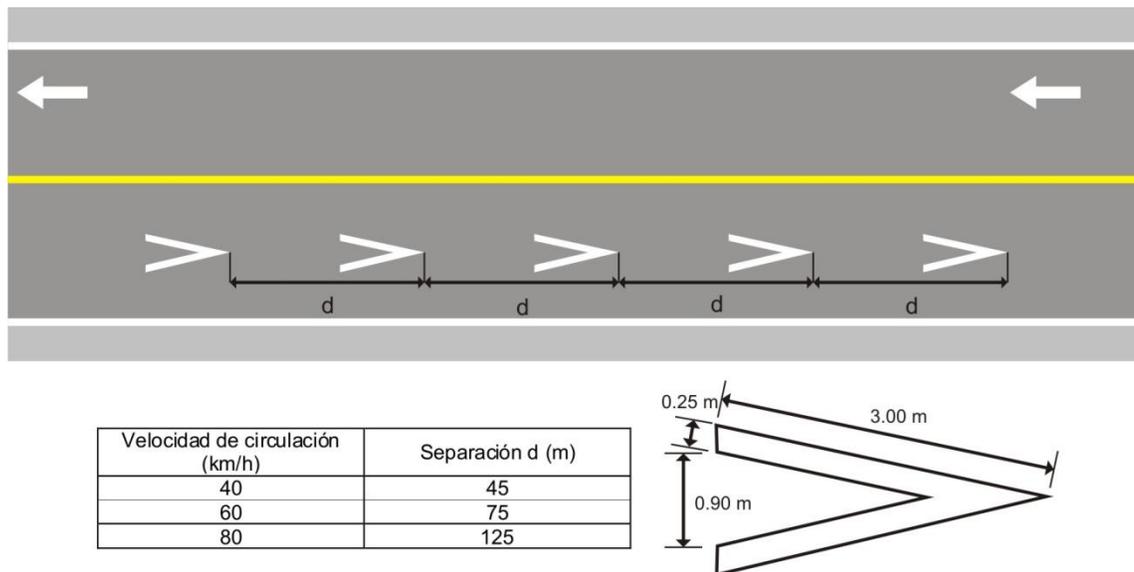
Este tipo de señalización horizontal se emplea con el fin de guiar, dar indicaciones o advertir a los conductores. Las palabras y símbolos deben ser de color blanco y con forma alargada, en la dirección del movimiento de los vehículos. Todas las letras, números y símbolos deben ser contruidos, de acuerdo con los tipos de letra y símbolos, según las especificaciones del anexo D. Regularmente se utilizan en demarcaciones como: CEDA, ALTO, SOLO (giro a la derecha o a la izquierda), 60 KPH (o la velocidad a indicar), ESCUELA, ALTO ADELANTE y SOLO BUSES.

3.3.3.3. Demarcación de espaciadores

Estas marcas se utilizan para indicar al conductor la distancia que se debe guardar entre vehículos. Le asegura al conductor contar con tiempo suficiente para reaccionar. En caso que el vehículo que le anteceda, este deba detenerse o disminuya su velocidad en forma imprevista.

Los espaciadores también se utilizarán con el propósito que los conductores de vehículos pesados, puedan tener una referencia física de la distancia mínima que deben guardar con respecto a otro vehículo pesado, que transite por el mismo carril. En general, este mismo dispositivo se puede emplear para indicar a los conductores la distancia segura que deben guardar en autopistas y carreteras rápidas. Como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Detalle de espaciadores



Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 3-31.

3.4. Ubicación de las señales horizontales

La ubicación de la demarcación debe ser tal, que garantice a los conductores que circulan sobre la vía a velocidades permitidas, puedan ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo, para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones, que se deben o pueden realizar más adelante.

A continuación se detallan los requisitos que deben cumplir las señales horizontales sobre la vía. El objetivo principal es asegurar el buen funcionamiento de las señales.

3.4.1. Ubicación de captaluces

Los captaluces deben instalarse centrados sobre el eje de líneas longitudinales de centro de calzada, de carril y de borde de calzada, entre las líneas doble amarillas, quedando las pantallas reflectivas perpendicularmente a dicho eje.

La separación entre captaluces en vías urbanas será de 8 m lineales, en vías rurales, la separación será de 12 m lineales. En líneas segmentadas se instalarán en medio del segmento no demarcado. Para el caso de líneas de borde de calzada se mantendrá igual separación que la línea de centro o de carril, pero alternadas con estas.

3.4.2. Ubicación de palabras y símbolos

Estas señales deben demarcarse en el centro de cada uno de los carriles en que se apliquen. Si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario, estas demarcaciones pueden ser repetidas a lo largo de la vía, lo que otorga más oportunidades a los conductores para percibir el mensaje. Se debe evitar su colocación en curvas horizontales, ya que al estar humedecidas disminuye el coeficiente de fricción entre el neumático y la demarcación, aumentando la posibilidad de un derrape o deslizamiento del vehículo.

3.5. Mantenimiento y/o reposición de las señales horizontales

El mantenimiento consiste en pintar o restaurar la señalización horizontal, comprendiendo todas las líneas, flechas, letras, números y símbolos necesarios para la seguridad y comodidad de los usuarios. Además consiste en sustituir los captaluces, en todos aquellos lugares donde se hayan desprendido y que presenten deterioro.

Todas las demarcaciones deben mantenerse, en todo momento, en buenas condiciones para asegurar su legibilidad y visibilidad. La frecuencia de los trabajos de mantenimiento dependerá directamente del deterioro de la señalización, causado por el volumen vehicular que circula por la vía.

Los trabajos de mantenimiento de la señalización horizontal comprenden los trabajos que se describen a continuación:

- Limpieza y premarca de la superficie de rodadura.
- Aplicación de pintura en las líneas transversales y longitudinales, palabras y símbolos.

- Protección de líneas recién pintadas.
- Instalación y reemplazo de captalueces.

3.5.1. Materiales

Para lograr una correcta y durable señalización horizontal es necesario la implantación de materiales de grado ingenieril. A continuación se presentan los materiales establecidos que aseguran la legibilidad y visibilidad de la señalización horizontal.

3.5.1.1. Pintura en frío

La pintura en frío debe ser de color blanco o amarillo. Debe cumplir con lo estipulado en la norma AASHTO M 248. Además se seguirán las instrucciones del fabricante para su manejo y aplicación, con ello esta conservará sus propiedades de color, viscosidad y uniformidad. Deben usarse microesferas de vidrio, reglamentado por la norma AASHTO M 247 y deben ser aplicadas en una proporción de 6 lb/gl de pintura.

Para su aplicación se podrá hacer con brocha, pistola o máquina aplicadora, dependiendo de la longitud de la señal. La superficie de la vía debe estar limpia, seca, libre de pintura suelta, lodo, grasa u otro material nocivo. Se ha estimado un tiempo de secado entre 30 y 90 minutos, durante el cual se debe evitar que el tránsito dañe la pintura recién aplicada. Se evita por medio de vallas, conos o cualquier otro elemento que impida el paso de los vehículos sobre ella.

3.5.1.2. Pintura termoplástica

Las demarcaciones termoplásticas tienen los mismos usos básicos que las demarcaciones con pintura en frío, pero con mayor durabilidad y resistencia al desgaste.

La pintura termoplástica consiste en un material en estado plástico o fundido por calentamiento, que a través del calor se suaviza y con el frío se endurece, sin que por ello cambien sus propiedades. Estas deberán cumplir con lo estipulado en la norma AASHTO M 249.

Los componentes que conforman la pintura termoplástica son: resinas naturales o sintéticas, pigmentos, microesferas, plástico y plastificantes. El tiempo estimado de secado es de 15 minutos, durante el cual se debe evitar que el tránsito dañe la pintura recién aplicada.

3.5.1.3. Microesferas

Se utilizan en la pintura para agregarle propiedades de retroreflexión a las demarcaciones. Deberán cumplir con los requisitos descritos en la norma AASHTO M 247. Las microesferas deben ser y estar transparentes, limpias, incoloras, lisas y tener forma de esferas, además de ser libre de marcas blancas, picaduras y de un exceso de burbujas de aire.

3.5.1.4. Captaluces

Tiene la forma de una pirámide truncada y presentan una o dos caras prismáticas reflectivas. En todos aquellos lugares donde se hayan desprendido o presenten deterioro será necesario reemplazarlos.

En superficie asfáltica se usará pegamento bituminoso de alta adherencia o pintura termoplástica. En superficie de concreto se usará pegamento epóxico de alta adherencia. Los captaluces deben poseer las siguientes características:

- Tamaño: 10 cm x 10 cm x 2 cm
- Área mínima de pantalla reflectiva: 21,25 cm²

3.5.2. Procedimiento de ejecución

En los trabajos de inspección y mantenimiento, debe colocarse dispositivos de seguridad transitorios sobre la vía y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria de seguridad industrial y que se encuentre en buen estado. Además se debe asegurar el control adecuado del tránsito.

Toda señalización horizontal debe presentar una visibilidad completa durante el día y la noche. Cuando esta señalización presente deterioro o ausencia se debe pintar nuevamente tomando en cuenta que la nueva pintura cubra la anterior y antes de aplicarla se debe asegurar la limpieza de la vía para eliminar cualquier impureza que pueda afectar a la nueva pintura. Al realizar el trabajo de repintado de líneas se deberá tener cuidado de no manchar los captaluces, con el fin de mantener las características reflectivas.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONTRIBUCIÓN DE MEJORAS AL MUNICIPIO

Un estudio de ingeniería de tránsito se define como la evaluación y análisis exhaustivo de toda la información pertinente disponible. La misma que fue recolectada por medio de visitas de campo e instituciones gubernamentales; y su aplicación de los principios, estándares, guías y criterios prácticos. El propósito es decidir sobre la aplicabilidad, diseño e instalación de dispositivos de control de tránsito, con la finalidad de garantizar la seguridad vial.

La ruta departamental 5 comunica al municipio de San Juan Sacatepéquez del km 19 al km 27, con Mixco y San Raymundo respectivamente. Esta vía se encuentra en una región constituida por planicies y montañas, con tramos ondulados y planos. El ancho de calzada es de 5,50 m. Debido a las características de la vía, todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos, con el propósito de asegurar un transitar ordenado y sin riesgo alguno para los usuarios de la vía.

4.1. Ubicación de señales verticales

Para garantizar un eficaz servicio vial reflejado en la fluidez vehicular y la seguridad vial, se deben considerar las funciones y parámetros de las señales de reglamentación, prevención e información.

4.1.1. Aplicación de las señales de reglamentación

La señal de: "Alto" (R-1-1) se usará para indicar al conductor que se debe detener por completo antes de entrar a una calle o carretera principal. Se usará en donde la combinación de velocidad y poca visibilidad indique la necesidad de parar, con el propósito de evitar accidentes de tránsito.

Se deberá instalar en el punto donde el vehículo debe detenerse o tan cerca al punto como sea posible; y se debe complementar con una línea de parada, que puede incluir la palabra "ALTO" pintada en el pavimento.

La señal de: "Ceda El Paso" (R-1-2), se usará para asignar la prioridad de paso. En algunos accesos o rampas de una intersección, en particular para los giros o virajes a la derecha que poseen buena visibilidad. El conductor deberá disminuir la velocidad, de manera que pueda observar el tránsito que se aproxima por la vía que tiene prioridad de paso. Debe emplearse en carreteras que intercepte una calle principal, donde la geometría y el volumen vehicular, permiten que no sea necesario detenerse siempre. Se deberá instalar en el punto, donde el vehículo se detiene, cuando resulte necesario que ceda el derecho de paso.

La señal de: "Velocidad Máxima" (R-2-1), se usará para notificar a los conductores, el valor de la velocidad máxima a la cual deberán circular los vehículos, de conformidad con los límites de velocidad establecidos por el reglamento de tránsito. Se deberá ubicar en los puntos donde existe el cambio de un límite de velocidad a otro.

Generalmente se establece la velocidad máxima de: 40 km/h en la entrada de zonas urbanas y residenciales; así como la velocidad máxima de: 30 km/h en los tramos frente a planteles educativos, hospitales, clínicas y lugares donde se llevan a cabo actividades de interés público. Además se deberá considerar los siguientes factores: características de la superficie de la carretera, visibilidad, actividad peatonal, desarrollo urbano en ambos lados de la carretera, velocidad segura en curvas y pendientes.

La señal de restricción de giros (R-3-11b) se deberá utilizar para notificar al conductor, que en esa intersección en particular, no está permitido efectuar un giro o viraje en forma de “U”. Se deberá colocar en la esquina más cercana en donde se pretende establecer la restricción.

Las señales de restricción de estacionamiento (R-8-1, R-8-29) se usarán para indicar los sitios donde es prohibido estacionarse. Además sirven para establecer los sitios donde se permite el estacionamiento, pero en forma restringida.

La señal de: “No Adelantar” (R-13-1) deberá utilizarse para indicar al conductor, que a partir del sitio donde está colocada la señal, está prohibido adelantar o rebasar a otro vehículo que circule en el mismo sentido. Se deberá instalar en las zonas donde la visibilidad de rebase es reducida, en curvas y en todas aquellas circunstancias que puedan poner en peligro la seguridad de los usuarios de la vía.

Las señales de sentido obligatorio (R-15-8, R-15-9, R-15-10) deberán utilizarse para indicar a los usuarios el sentido de la vía.

Se colocará la señal correspondiente en la esquina de la intersección, de modo que este de frente al tránsito al cual se aplica. Regularmente se utilizan como complemento de la señal de “Alto”.

La señal de: “Use Cinturón de Seguridad” (R-16-1) se debería instalar periódicamente para recordarle al conductor el uso de cinturón de seguridad.

4.1.2. Aplicación de las señales de prevención

Las señales de cambios en el alineamiento horizontal (P-1-1 a P-1-5), se utilizarán únicamente para advertir a los conductores la proximidad de una curva o sucesión de curvas, que ofrezca peligro por sus características físicas o por falta de visibilidad.

La señal de: “Curva Pronunciada” (P-1-1) se utiliza para indicar la proximidad de toda curva con un radio menor de 60 m.

La señal de: “Curva Peligrosa” (P-1-2) se utiliza para indicar la proximidad de toda curva con un radio mayor de 60 m.

La señal de: “Curvas Pronunciadas En Sentido Contrario” (P-1-3) indica la proximidad de dos curvas pronunciadas en sentido contrario, separadas por una tangente menor de 180 m.

La señal de: “Curvas Peligrosas En Sentido Contrario” (P-1-4) indica la proximidad de dos curvas peligrosas en sentido contrario, separadas por una tangente menor de 180 m.

La señal de: “Carretera Sinuosa” (P-1-5) indica la proximidad de tres o más curvas sucesivas, ya sean pronunciadas o peligrosas, separadas entre sí por tangentes menores de 180 m.

Los delineadores de dirección tipo: “Chevron” (P-1-9) son dispositivos montados en serie al costado de la calzada, espaciados a cada 10 m, para indicar la dirección de la carretera. Deberán instalar en curvas pronunciadas, cuando la velocidad debe reducirse en un 50 % o más al entrar en la curva.

Las señales indicativas de proximidad a intersecciones (P-2-3, P-2-4, y P-2-6) se utilizarán únicamente para advertir a los conductores la proximidad de una bifurcación, de una intersección o de un empalme, con otra carretera importante.

La señal de: “Rotonda” (P-3-4) deberá utilizarse para indicar a los usuarios que se avecina una intersección de tipo rotonda, en la cual deben ceder el paso a los vehículos que ya circulan dentro de la misma.

Las señales de: “Pasos Angostos” (P-5-4, P-5-6 y P-5-7) se utilizarán para indicar la proximidad de un estrechamiento en una carretera, que haga peligroso el paso de dos vehículos sin reducir la velocidad. Para indicar la existencia de un puente angosto.

La señal de advertencia sobre: “Pendiente Pronunciada” (P-6-1) se deberá utilizar para indicar la proximidad de una pendiente que por su longitud y porcentaje de inclinación, requiera precaución adicional por parte de los conductores, en especial los vehículos pesados.

La señal de: “Derrumbes En La Vía” (P-7-11) se utilizará para indicar la proximidad de sitios donde los derrumbes o deslizamientos de roca y tierra sobre la carretera son frecuentes.

La señal de: “Presencia De Peatones” (P-9-1) se utilizará para advertir a los conductores, sobre la presencia de peatones en la vía. Deberá instalarse en la entrada de las zonas residenciales. Además se complementará con las señales P-9-8 o R-2-5.

La señal de: “Estación De Bomberos” (P-10-8) advierte la proximidad de una estación de bomberos, donde es frecuente que las ambulancias entren o crucen la carretera a alta velocidad.

La señal de: “Demarcación De Objetos” (P-12-4a, P-12-4b) se utilizarán en la entrada de puentes, con el propósito de indicar los bordes de la calzada. Serán de color blanco y amarillo, para demarcar el lado derecho e izquierdo respectivamente.

4.1.3. Aplicación de las señales de información

Se deberán utilizar señales para indicar el kilometraje de la carretera (II-4-1 y II-4-2a). La señal II-4-1 se utiliza con el fin de identificar la carretera, según su número de ruta y kilometraje. Además deberá instalarse a cada 5 km.

La señal de identificación de localidades (II-5-1) se utilizará para indicar el nombre de una población cercana. Se deberá identificar las comunidades que se encuentren a ambos lados de la carretera.

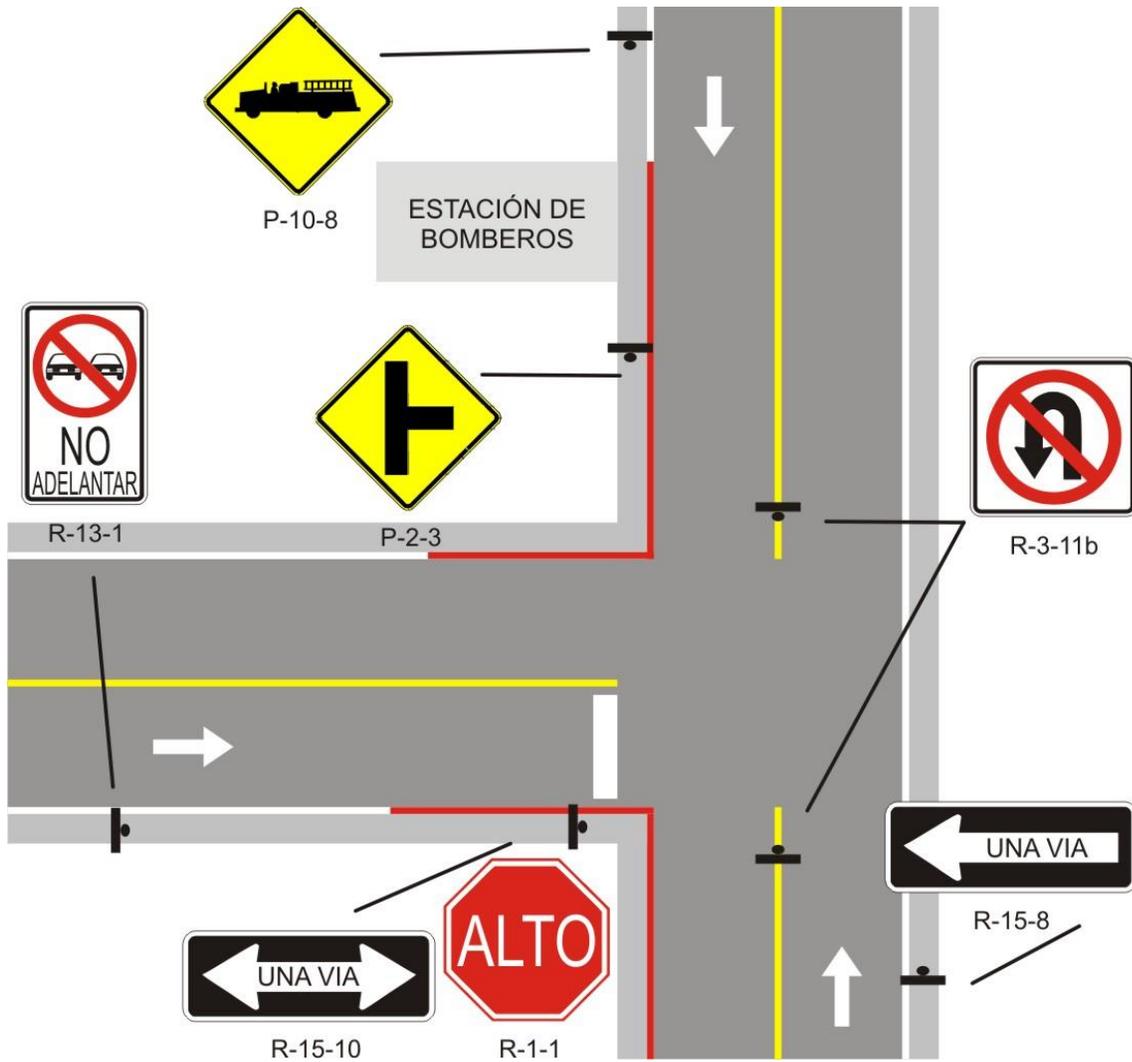
La señal de información de destino (ID-1-5) se utilizará para indicar poblaciones o sitios de alguna importancia que están sobre la ruta señalada. Llevarán el nombre del poblado y una flecha que indique la dirección al lugar.

Las señales de servicios básicos (IS-1-4 y IS-3-1) se utilizarán para informar a los usuarios la existencia de un servicio básico en la zona. Para indicar la cercanía de una gasolinera o parada de transporte público.

4.1.4. Ejemplo de diseño de señalización vertical

A continuación se presenta la señalización típica recomendada para una intersección en “T”, en donde existe un servicio público cercano.

Figura 15. Señalización típica de una intersección en "T"



Fuente: Ruta departamental 5, km 25+500 al km 25+900.

4.2. Ubicación de señales horizontales

Las principales características físicas que se deben considerar de las señales horizontales para garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son las líneas longitudinales, pasos peatonales y líneas reductoras de velocidad.

4.2.1. Aplicación de líneas longitudinales

Debido a las características geométricas de la ruta departamental 5, ancho de calzada, tránsito vehicular, visibilidad reducida y topografía de la región, se empleará la línea central continua de color amarillo y la línea de borde de calzada de color blanco, a lo largo todo el tramo en estudio, con su respectivos captaluces.

Las zonas de restricción de estacionamiento serán: estación de bomberos, destacamento militar, estación de policías e intersecciones, en estas zonas la línea de borde de calzada o bordillo de la acera deberá ser de color rojo.

4.2.2. Aplicación de pasos peatonales

En un paso peatonal debidamente señalizado, el peatón siempre lleva la prioridad de paso, y todos los vehículos que se aproximen a un paso peatonal, que esté siendo utilizado, deberán parar y ceder el paso, hasta que los peatones hayan llegado a la acera. Está terminantemente prohibido rebasar a cualquier vehículo que se haya detenido ante un paso de peatones.

La seguridad de los peatones depende en gran medida de una buena educación vial de parte de conductores y de que el usuario de la vía, entienda y respete los dispositivos empleados para el control del tránsito. Por lo tanto, se deberán ubicar pasos peatonales en áreas residenciales, zonas escolares, intersecciones y bifurcaciones, con el fin, de tomar las medidas pertinentes de precaución en dichas zonas.

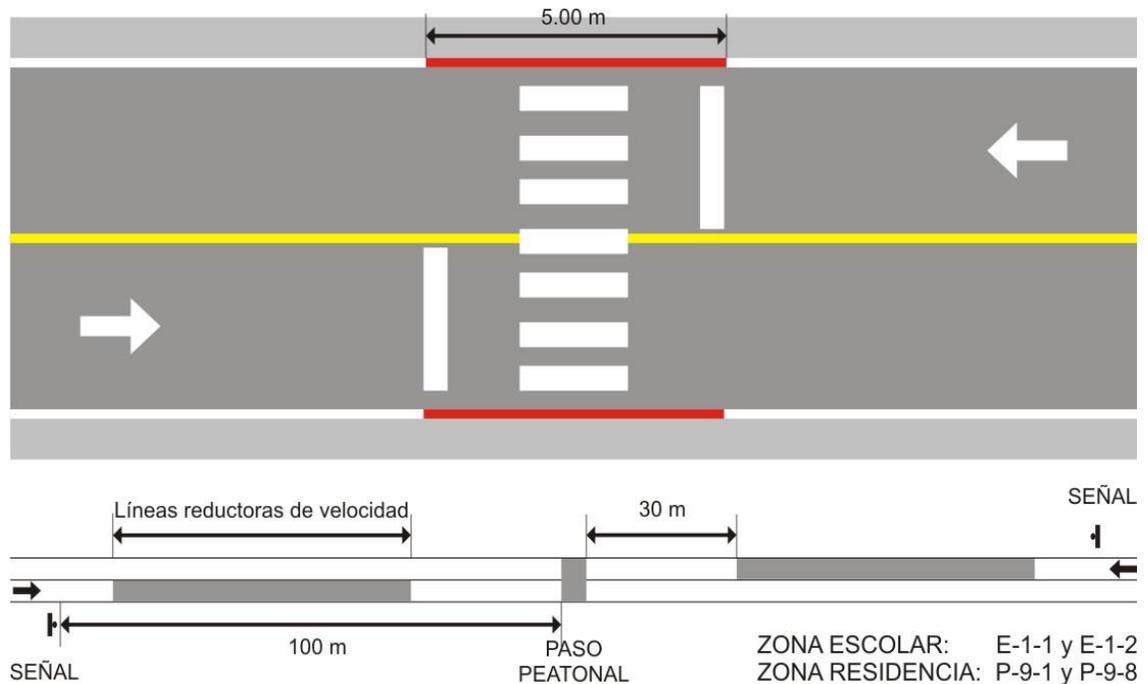
4.2.3. Aplicación de líneas reductoras de velocidad

Estas líneas se emplearán con el propósito de que los conductores moderen y reduzcan la velocidad. Se ubicarán con anticipación principalmente en áreas residenciales y zonas escolares. Las líneas deberán tener una altura entre 5 y 15 mm, un ancho entre 10 y 15 cm, la distribución será como lo muestra la sección 3.3.2.4.

4.2.4. Ejemplo de diseño de señalización horizontal

A continuación se presenta la señalización típica recomendada para una zona escolar o bien para zonas residenciales.

Figura 16. Señalización típica de zonas escolares



Fuente: Ruta departamental 5, km 21+900 al km 22+400.

4.3. Reducción de accidentes

La implementación de dispositivos para controlar el tránsito garantizan una mayor seguridad vial. Se utilizan con el fin de evitar y reducir accidentes de tránsito, como lo son las colisiones, atropellos, vuelcos, descarrilamiento y derrapes. Una colisión se refiere al impacto de dos vehículos en movimiento. Este es el tipo de causa que más se da en los accidentes de tránsito.

Según datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) el departamento de Guatemala es en donde ocurren más accidentes de tránsito. Se reporta un 27 % de personas lesionadas y un 25 % de personas fallecidas de los accidentes de tránsito ocurridos en todo el país.

La distribución porcentual de accidentes por tipo de vehículo reporta con mayor porcentaje a las motocicletas con 26 %, seguido de automóviles con 24 %, *pick up* con 18 %, transporte público con 17 % y transporte pesado con 10 %.

4.4. Reducción de recursos financieros

Los recursos financieros son todos los bienes tangibles de carácter económico y monetario, ya sea en dinero en efectivo o créditos, que son utilizados para costear algún trabajo. Los recursos que se invierten para instalar, realizar trabajo preventivo y correctivo de la señalización vial, provienen de los impuestos recaudados por las municipalidades, a través, del pago del IUSI y Boleto de Ornato.

El mantenimiento preventivo y periódico ayuda a mantener en buenas condiciones de servicio la señalización vial. Además, beneficia en la reducción de costos en los trabajos de mantenimiento, ya que su costo sería mayor, si se efectuara la sustitución total de la señalización.

4.5. Reducción de recursos humanos

Los principales efectos positivos al moderar el tránsito y reducir la velocidad en áreas residenciales, zonas escolares o centros con gran actividad peatonal, son los siguientes:

- Aumenta la visión lateral de los conductores. A mayor velocidad la visión lateral del conductor se reduce y los sucesos que ocurren a los lados, como peatones que desean cruzar, pasan más desapercibidos.

- Disminuye la probabilidad de fallecer en caso de atropello. La magnitud de la velocidad es proporcional al peligro. A mayor velocidad, mayor es la capacidad de los vehículos de provocar lesiones.
- Aumenta la probabilidad de frenar a tiempo. Al moderar y reducir la velocidad, aumenta la probabilidad de frenar a tiempo en caso de una parada de emergencia para evitar un atropello. Un vehículo que viaja a 30 km/h puede detenerse en alrededor de 25 m con el pavimento mojado.

4.6. Reducción de recursos físicos

Los recursos físicos de la municipalidad son todos los bienes tangibles, utilizados para la instalación y mantenimiento de la señalización vial, tales como: maquinaria pesada, *pick up*, camiones y herramientas de albañilería (azadón, carreta, machete, pala, y otros). Además, al mejorar la seguridad vial el índice y frecuencia de los accidentes de tránsito se reducen, favoreciendo también los recursos físicos (autobuses, automóviles, motocicletas, mototaxis, entre otros) de los habitantes de la región.

La realización de inspecciones frecuentes del estado y calidad de toda la señalización de la vía permite identificar la señalización que requiere ser reemplazada o efectuarle su respectivo mantenimiento. Esto da como resultado la menor inversión de los recursos físicos de la municipalidad.

4.7. Reducción de recursos materiales

Los recursos materiales abarcan toda materia prima empleada para el mantenimiento de la señalización, tales como: láminas y postes de acero con acabado galvanizado, laminas vinílicas reflectantes, pintura para demarcaciones, captaluces, concreto, entre otros. Al igual que los recursos físicos, el mantenimiento periódico de la señalización vial beneficia en la reducción de inversión de los recursos materiales.

4.8. Reducción del tiempo

La instalación de la señalización vial, con base en criterios y recomendaciones plasmados en los capítulos anteriores, facilita, direcciona, orienta y aseguran el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía.

Mediante la utilización de la señalización vial se reducen las demoras provocadas por el congestionamiento del tránsito. Este efecto positivo se logra al controlar, orientar y dirigir oportuna y eficientemente a los usuarios de la vía.

CONCLUSIONES

1. Se realizó un estudio de tipo monográfico. Se identificó la carencia y necesidad de actualizar la señalización vial de la ruta departamental 5 del km 19 al km 27, logrando así presentar este informe de conocimientos teóricos y aplicaciones de criterios, para solucionar dicha problemática.
2. Los dispositivos empleados para controlar el tránsito generan la debida atención de los usuarios de la vía, transmiten un mensaje simple y claro, aseguran el respeto de las instrucciones transmitidas y, en particular, brindan el tiempo necesario para la toma de decisiones del conductor.
3. La pintura para demarcaciones, en conjunto con los llamados captaluces, son un medio efectivo a través del cual los conductores pueden trasladarse en forma segura durante la noche, especialmente en zonas donde la única fuente de luz es la del propio vehículo.
4. Un alto porcentaje de accidentes ocurren por errores humanos, lo cual deja en apariencia muy poco margen para la intervención efectiva del ingeniero vial; sin embargo, el conocimiento de los factores humanos es esencial para el diseño de carreteras funcionales y a la vez seguras.

5. Es fácil deducir que las dos restricciones principales a las que se enfrenta cualquier conductor son: el tiempo de reacción y la visibilidad; por ello, debe tomarse el tiempo necesario para estudiar cada tramo de vía que presente condiciones adversas para los usuarios. Se hace énfasis en las aéreas residenciales y zonas escolares.

6. La seguridad en la carretera es un tema íntimamente relacionado con la tecnología automotriz, la educación vial y, sin lugar a dudas, con las prácticas de diseño, construcción, mantenimiento y señalización de carreteras. Es difícil determinar en qué proporción afecta cada uno de estos factores principales y otros de menor impacto, ya que la combinación de todos ellos conduce a resultados diferentes bajo distintas situaciones.

7. Realizar inspecciones frecuentes del estado y calidad de toda la señalización de la vía, permiten identificar la señalización que requiere ser reemplazada o efectuarle trabajo preventivo de mantenimiento, con el fin de evitar que el deterioro de las mismas reduzca su visibilidad y efectividad.

RECOMENDACIONES

1. Se deben desarrollar permanentemente programas de educación vial, para que los usuarios de la carretera puedan interpretar la información proporcionada a través de la señalización vial y sobre la importancia de respetar y atender efectivamente dicha información y las consecuencias de no hacerlo.
2. Es importante llevar un registro estadístico de los accidentes, tanto su ubicación física como las personas que intervienen en ellos. El propósito de este control es el de establecer la frecuencia con que ocurren los accidentes de mayor gravedad e impacto, y a través de un análisis, determinar los puntos críticos en los cuales es necesario aumentar las medidas de precaución o mejorar las existentes.
3. Las señales deben emplearse únicamente en aquellos casos donde cumplan una función estrictamente necesaria, ya que una señal mal colocada o innecesaria, provoca irrespeto por parte de los conductores, incluso con aquellas que sí son efectivas.
4. Se deben desarrollar permanentemente programas de mantenimiento, para toda aquella señalización donde el deterioro ha reducido su visibilidad y efectividad. Esto incluye los estudios necesarios para actualizar aquella señalización obsoleta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Historia de San Juan Sacatepéquez. [en línea]. <<http://www.munisanjuansac.org>>. [Consulta: 25 de enero de 2015].
2. Historia y origen de San Juan Sacatepéquez. [en línea]. <<http://www.sanjuansac.com>>. [Consulta: 25 de enero de 2015].
3. Indicadores sociodemográficos, proyecciones de población. [en línea]. <www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores>. [Consulta: 31 de enero de 2015].
4. Mapa Índice de Avance Educativo Municipal. [en línea]. <www.mineduc.gob.gt/portal>. [Consulta: 24 de enero de 2015].
5. Mapas Red Vial. [en línea]. <www.covial.gob.gt>. [Consulta: 24 de enero de 2015].
6. Meteorología, registros históricos mensuales, estación INSIVUMEH. [en línea]. <<http://www.insivumeh.gob.gt>>. [Consulta: 31 de enero de 2015].
7. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*. Guatemala: MICIVI, 2000. 714 p.

8. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*, Tomo I, II y III. Guatemala: SIECA, 2000.
9. _____. *Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial*. Guatemala: SIECA, 2010. 342 p.
10. _____. *Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales*. Guatemala: SIECA, 2001. 325 p.
11. Unidad Ejecutora de Conservación Vial. *Especificaciones técnicas para actividades de mantenimiento contratadas con base a precios unitarios*. Guatemala: COVIAL, 2014. 225 p.

APÉNDICES

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|---|--------------------------|---|
| SEÑALIZACIÓN VIAL, RUTA DEPARTAMENTAL 5 KM 19 AL KM 27 | | | |
| LADO DERECHO DE LA VÍA | | LADO IZQUIERDO DE LA VÍA | |
| ESTACIÓN | SEÑAL | ESTACIÓN | SEÑAL |
| 18+300 | P-7-11 | 18+300 | |
| +350 | P-1-3 | +350 | |
| +400 | P-1-9 5@10 m | +400 | |
| +520 | | +520 | P-1-9 5@10 m bidireccionales |
| +550 | P-1-5 | +550 | P-1-3 |
| +700 | | +700 | |
| +850 | | +850 | P-1-5 |
| +900 | | +900 | |
| 19+000 | II-4-2a | 19+000 | II-4-2a |
| +100 | | +100 | |
| +200 | P-1-4 | +200 | |
| +300 | | +300 | |
| +400 | P-1-4 | +400 | P-1-5 |
| +550 | P-5-6, P5-7 | +550 | |
| +600 | P-12-4a, P-12-4b en entrada y salida de puente | +600 | P-12-4a, P-12-4b en entrada y salida de puente |
| +650 | | +650 | P-5-6, P5-7 |
| +800 | | +800 | |
| +900 | | +900 | |
| 20+000 | II-4-1 | 20+000 | II-4-1 |
| +050 | P-1-4 | +050 | |
| +200 | | +200 | |
| +300 | P-7-11 | +300 | |
| +400 | | +400 | |
| +500 | | +500 | |

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

SEÑALIZACIÓN VIAL, RUTA DEPARTAMENTAL 5 KM 19 AL KM 27

| LADO DERECHO DE LA VÍA | | LADO IZQUIERDO DE LA VÍA | |
|-------------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ESTACIÓN | SEÑAL | ESTACIÓN | SEÑAL |
| +600 | P-1-1 | +600 | P-1-4 |
| +680 | | +680 | P-1-9 5@10 m bidireccionales |
| +850 | P-2-6 | +850 | |
| +900 | ID-1-5 | +900 | |
| +950 | IS-1-4 | +950 | |
| +980 | | +980 | R-1-1, R-15-9 en bifurcación |
| 21+000 | II-4-2a | 21+000 | II-4-2a |
| +050 | | +050 | IS-1-4 |
| +075 | | +075 | P-6-1 |
| +100 | P-1-1 | +100 | |
| +300 | | +300 | |
| +400 | P-1-4 | +400 | |
| +500 | P-9-1, P-9-8 | +500 | |
| +650 | IS-1-4 | +650 | P-1-4 |
| +750 | | +750 | IS-1-4 |
| +800 | | +800 | P-9-1, P-9-8 |
| +900 | P-9-1, R-2-5 | +900 | |
| 22+000 | II-4-2a | 22+000 | II-4-2a |
| +100 | E-1-1, E-1-2 | +100 | |
| +200 | | +200 | |
| +300 | P-2-4 | +300 | E-1-1, E-1-2 |
| +400 | | +400 | P-9-1, R-2-5 |
| +500 | | +500 | R-1-1, R-15-8 en bifurcación |
| +600 | P-1-5 | +600 | |
| +700 | | +700 | |
| +800 | | +800 | |
| +950 | | +950 | P-1-5 |
| 23+000 | II-4-2a | 23+000 | II-4-2a |
| +050 | P-1-3 | +050 | |
| +250 | P-1-1 | +250 | P-1-3 |

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

SEÑALIZACIÓN VIAL, RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 19 AL KM 27

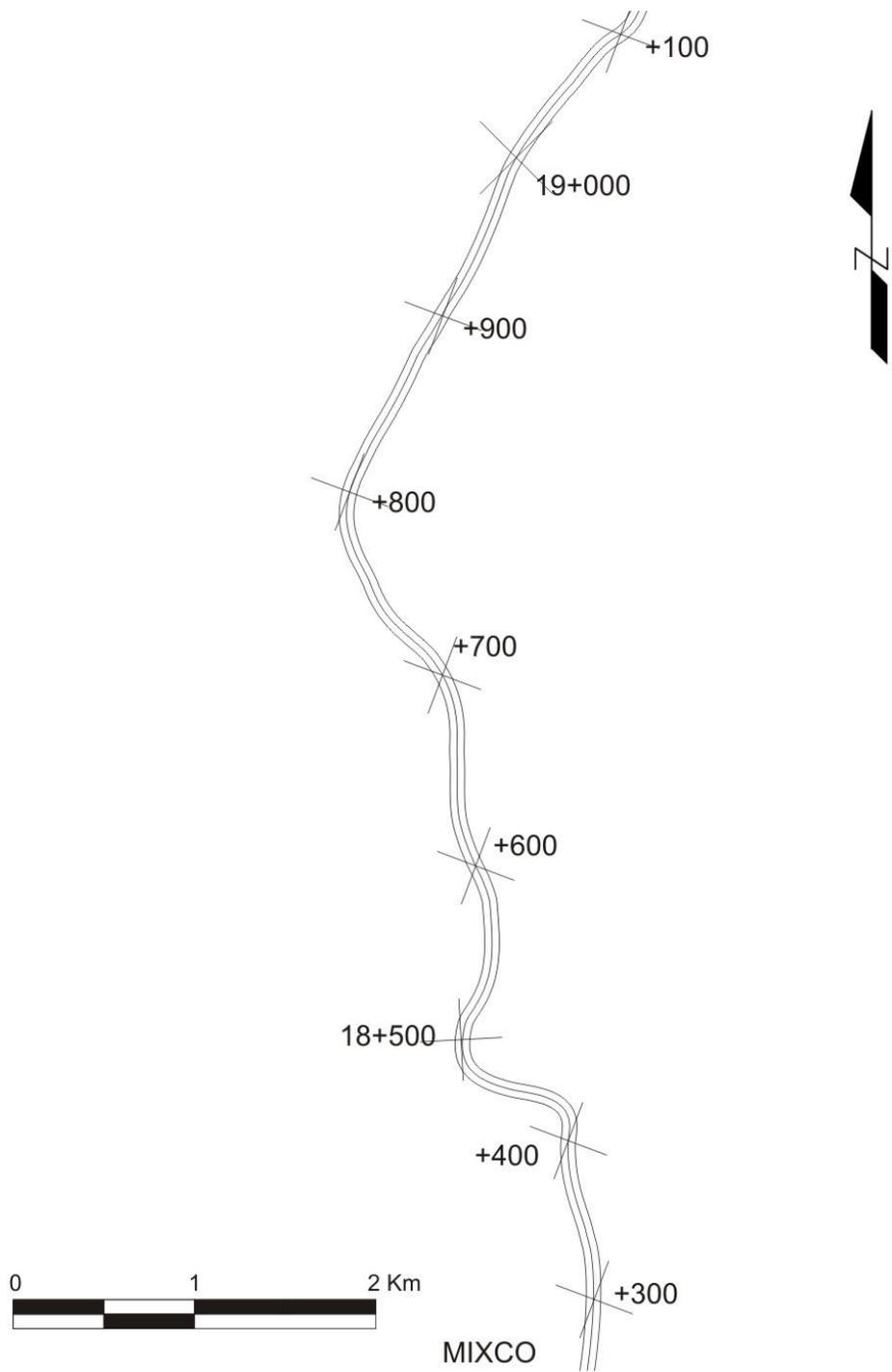
| LADO DERECHO DE LA VÍA | | LADO IZQUIERDO DE LA VÍA | |
|-------------------------------|--|---------------------------------|--|
| ESTACIÓN | SEÑAL | ESTACIÓN | SEÑAL |
| +300 | P-5-6, P5-7 | +300 | |
| +350 | P-12-4a, P-12-4b en entrada y salida de puente | +350 | P-12-4a, P-12-4b en entrada y salida de puente |
| +400 | | +400 | P-5-6, P5-7 |
| +500 | P-1-3 | +500 | |
| +580 | P-1-9 5@10 m, orientados para los vehículos que vienen del km 24 | +580 | |
| +600 | | +600 | |
| +750 | P-1-2 | +750 | |
| +800 | P-9-1, R-2-5 | +800 | |
| +880 | P-1-9 5@10 m | +880 | |
| 24+000 | II-4-2a | 24+000 | II-4-2a |
| +100 | | +100 | |
| +200 | | +200 | |
| +300 | P-1-5 | +300 | P-9-1, R-2-5 |
| +400 | | +400 | |
| +500 | | +500 | |
| +600 | | +600 | |
| +750 | | +750 | R-1-1, R-15-10 en intersección |
| +800 | | +800 | P-1-5 |
| +900 | | +900 | |
| 25+000 | II-4-1 | 25+000 | II-4-1 |
| +100 | | +100 | |
| +225 | E-1-1, E-1-2 | +250 | |
| +325 | | +325 | E-1-1, E-1-2 |
| +350 | R-1-1, R-15-10 en intersección | +350 | |
| +450 | | +450 | IS-1-4 |
| +500 | P-10-8 | +500 | |
| +600 | P-2-3 | +600 | |
| +650 | ID-1-5 | +650 | |

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

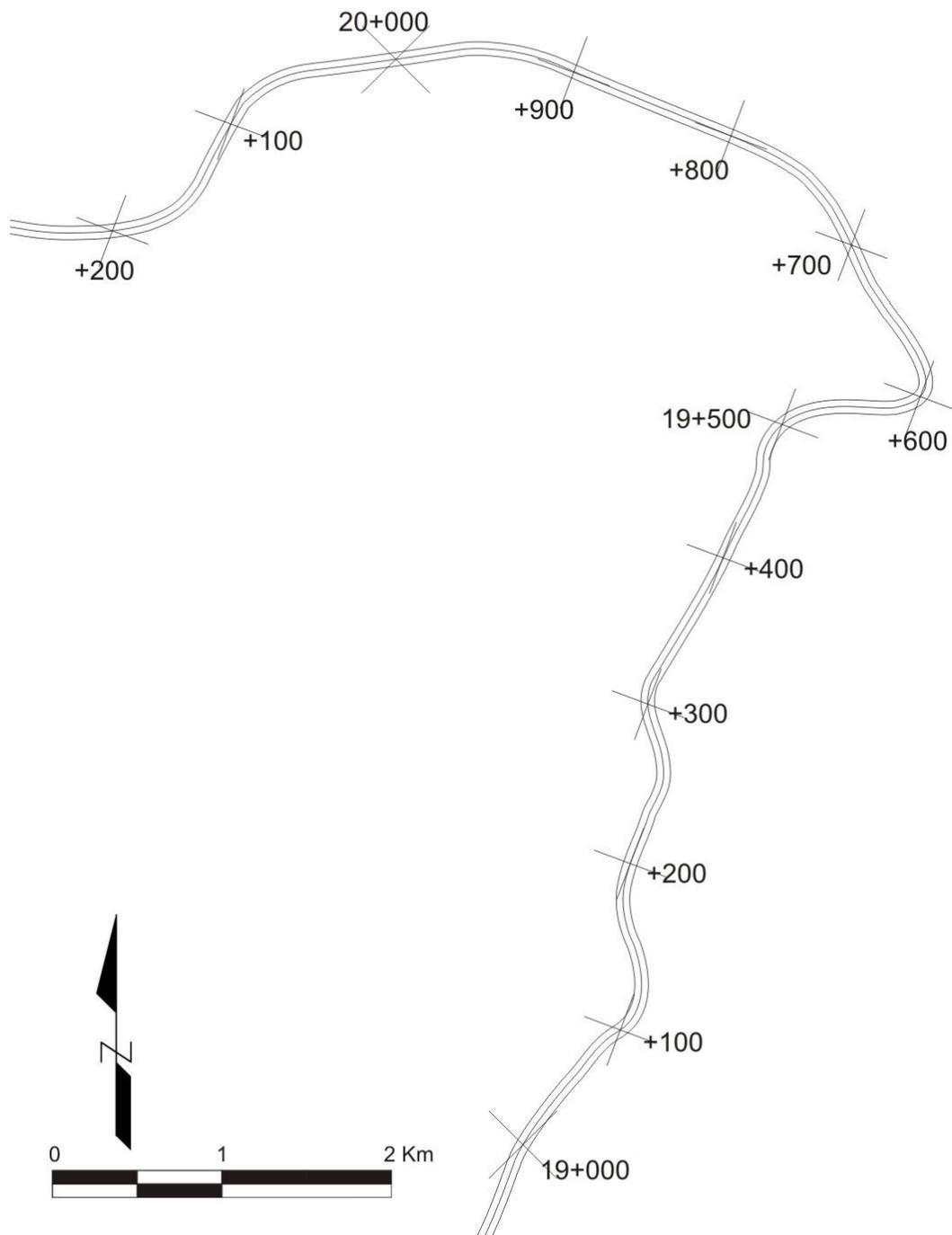
SEÑALIZACIÓN VIAL, RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 19 AL KM 27

| LADO DERECHO DE LA VÍA | | LADO IZQUIERDO DE LA VÍA | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------|
| ESTACIÓN | SEÑAL | ESTACIÓN | SEÑAL |
| +720 | R-1-1, R-15-10 en intersección | +720 | |
| +800 | P-9-1, R-2-5 | +800 | P-10-8 |
| +900 | | +900 | |
| 26+000 | II-4-2a | 26+000 | II-4-2a |
| +100 | | +100 | |
| +200 | | +200 | P-9-1, R-2-5 |
| +300 | P-1-2 | +300 | |
| +400 | | +400 | |
| +500 | P-9-1, R-2-5 | +500 | P-1-2 |
| +600 | | +600 | |
| +700 | P-1-4 | +700 | |
| +800 | | +800 | P-9-1, R-2-5 |
| +900 | | +900 | P-1-4 |
| 27+000 | II-4-2a | 27+000 | II-4-2a |

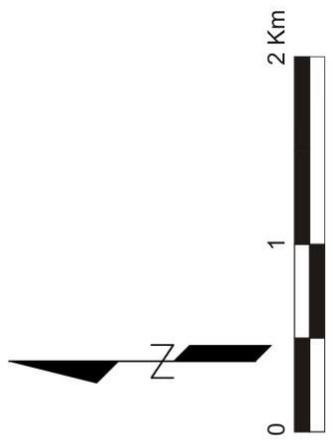
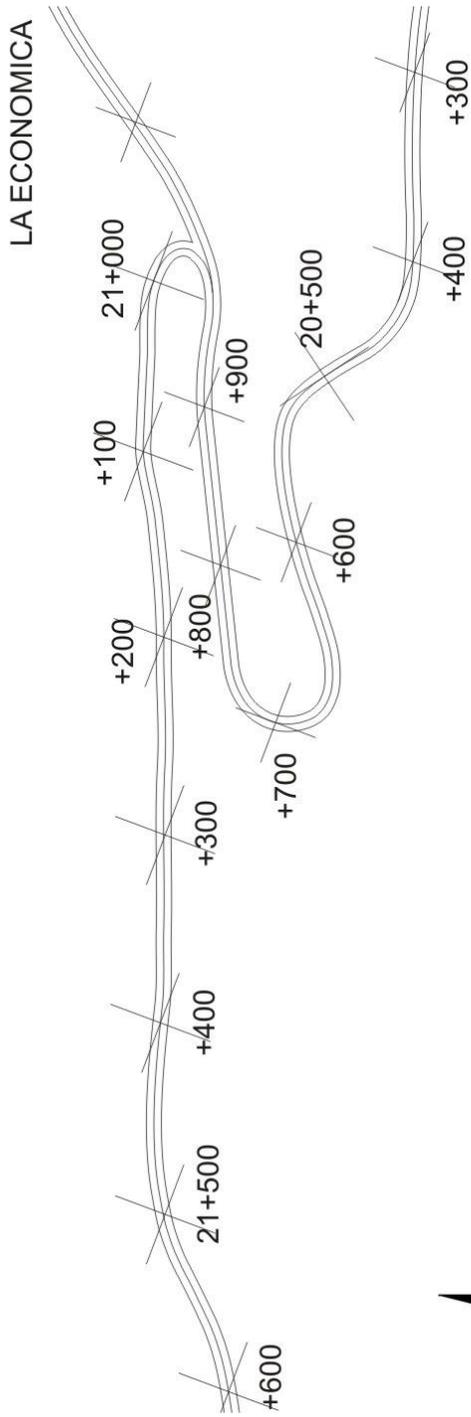
Fuente: Ruta departamental 5, km 18+300 al km 27+000.



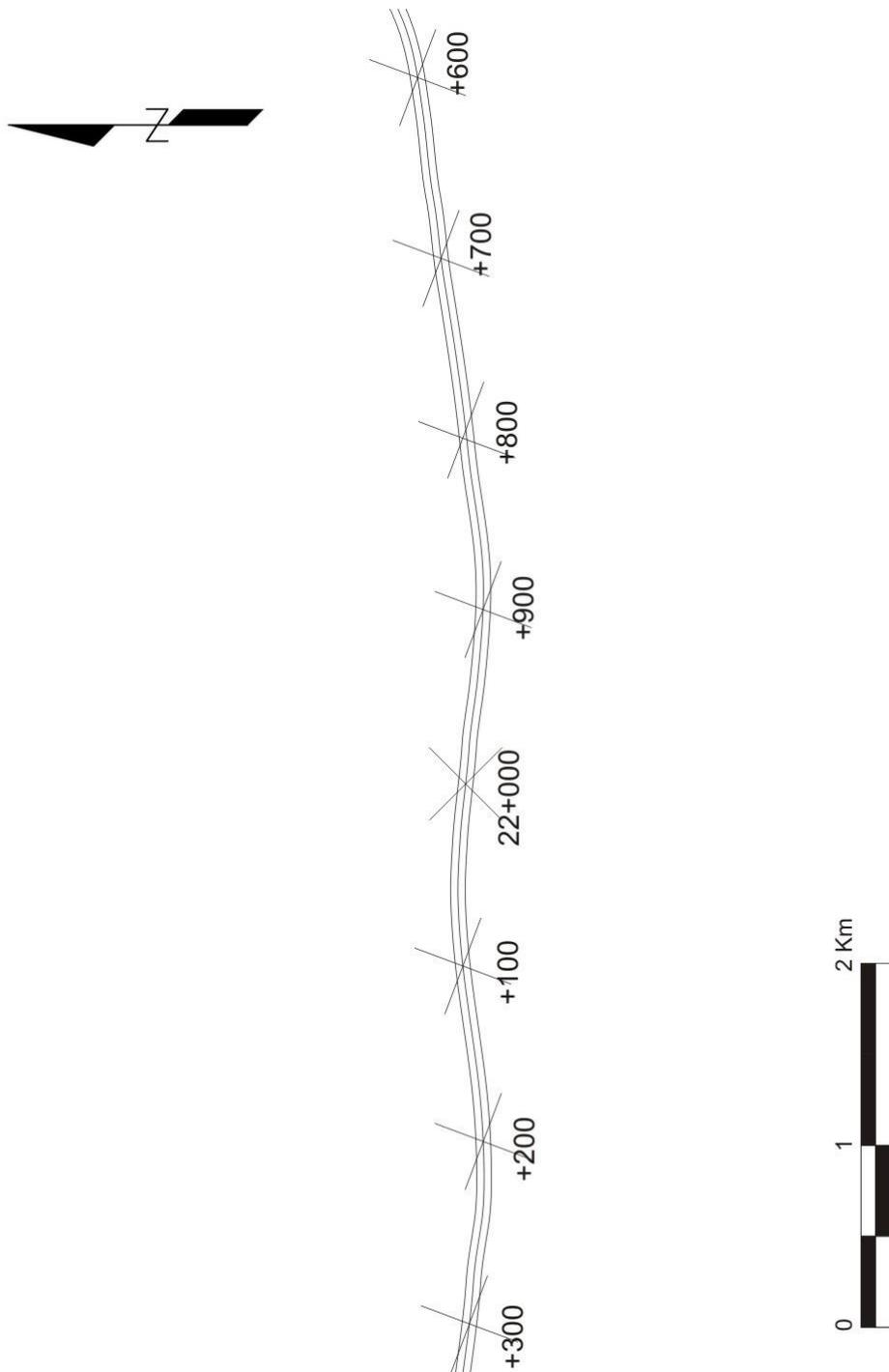
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 18+300 AL KM 19+100



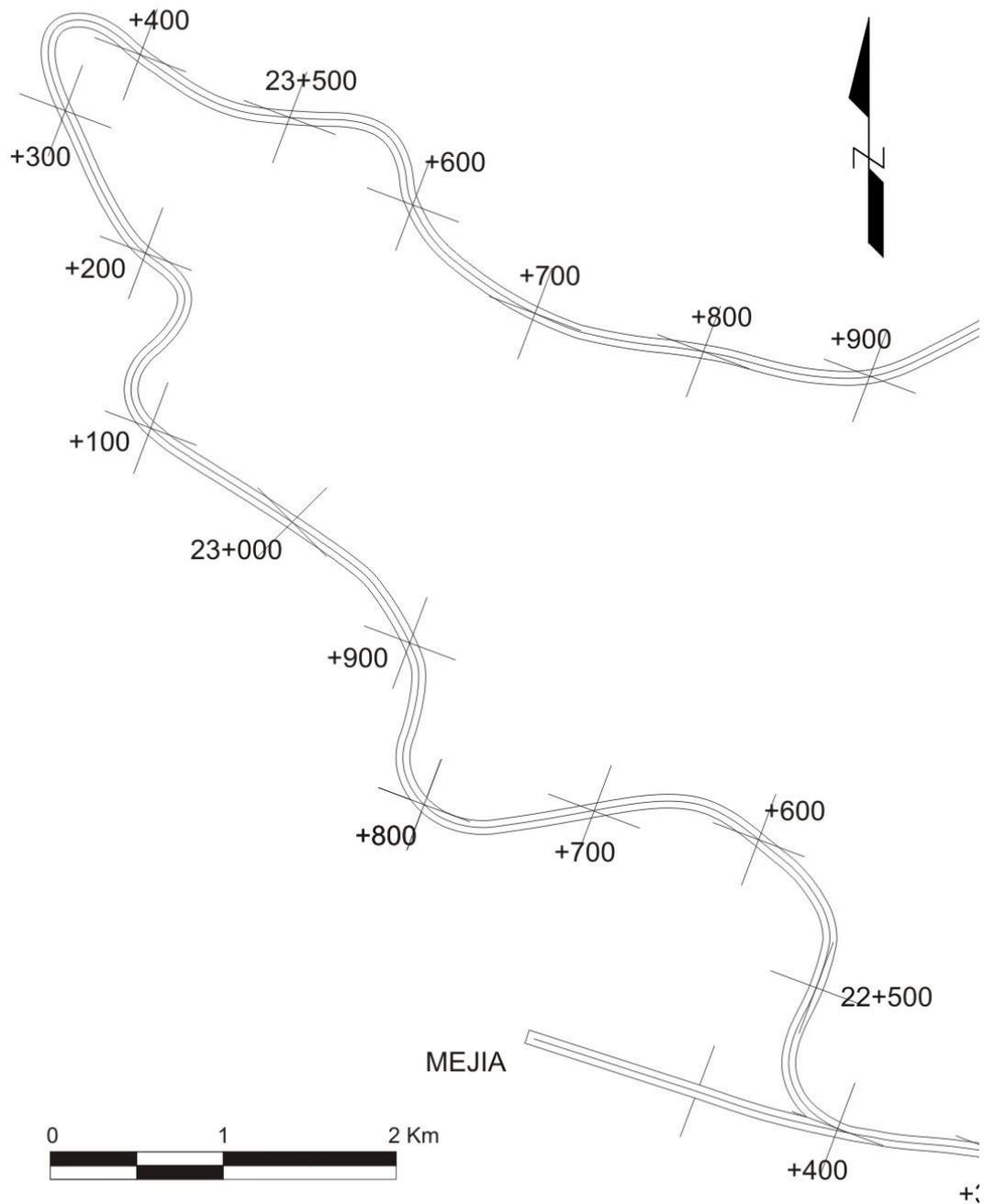
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 19+000 AL KM 20+200



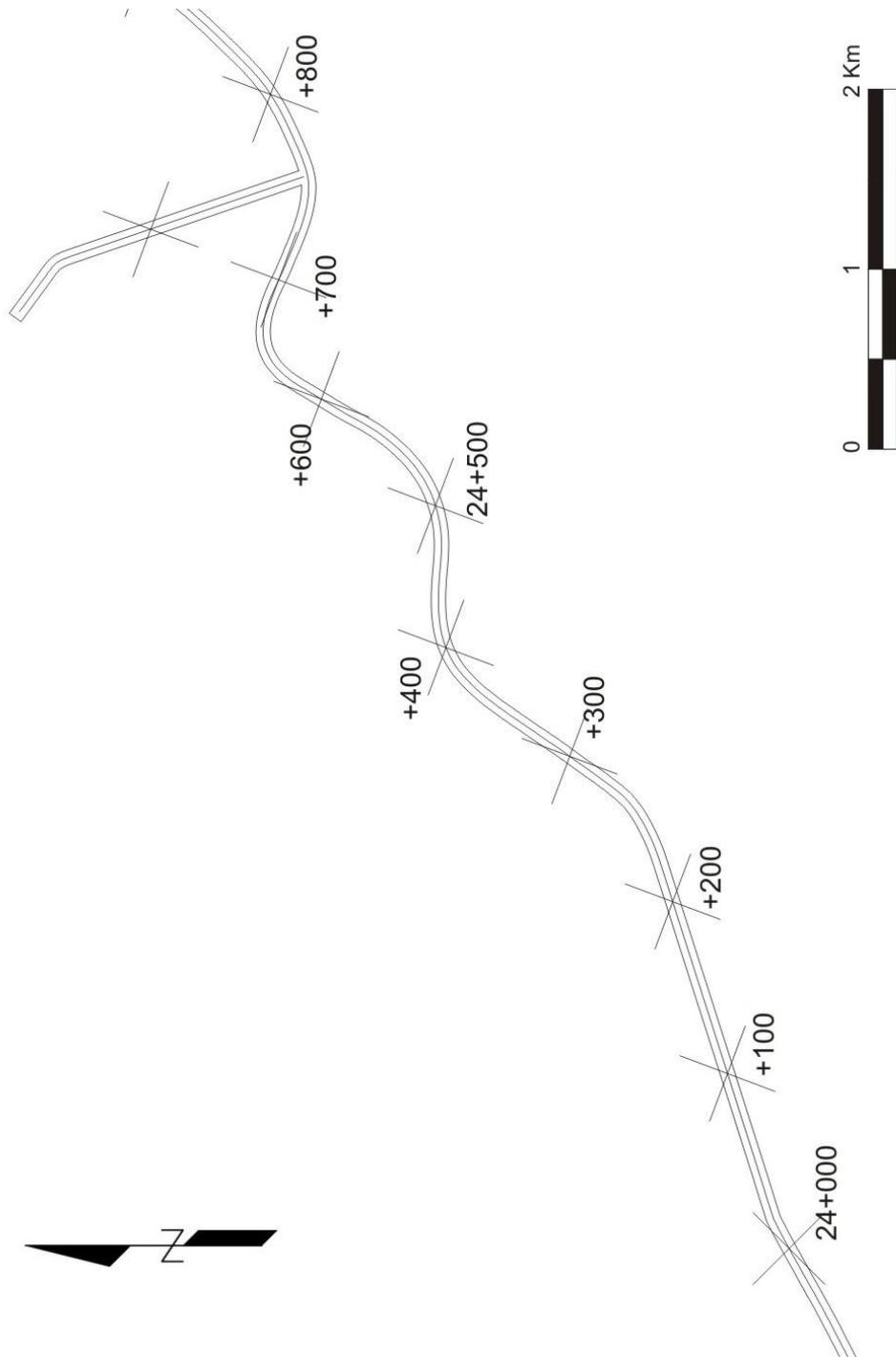
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 20+300 AL KM 21+600



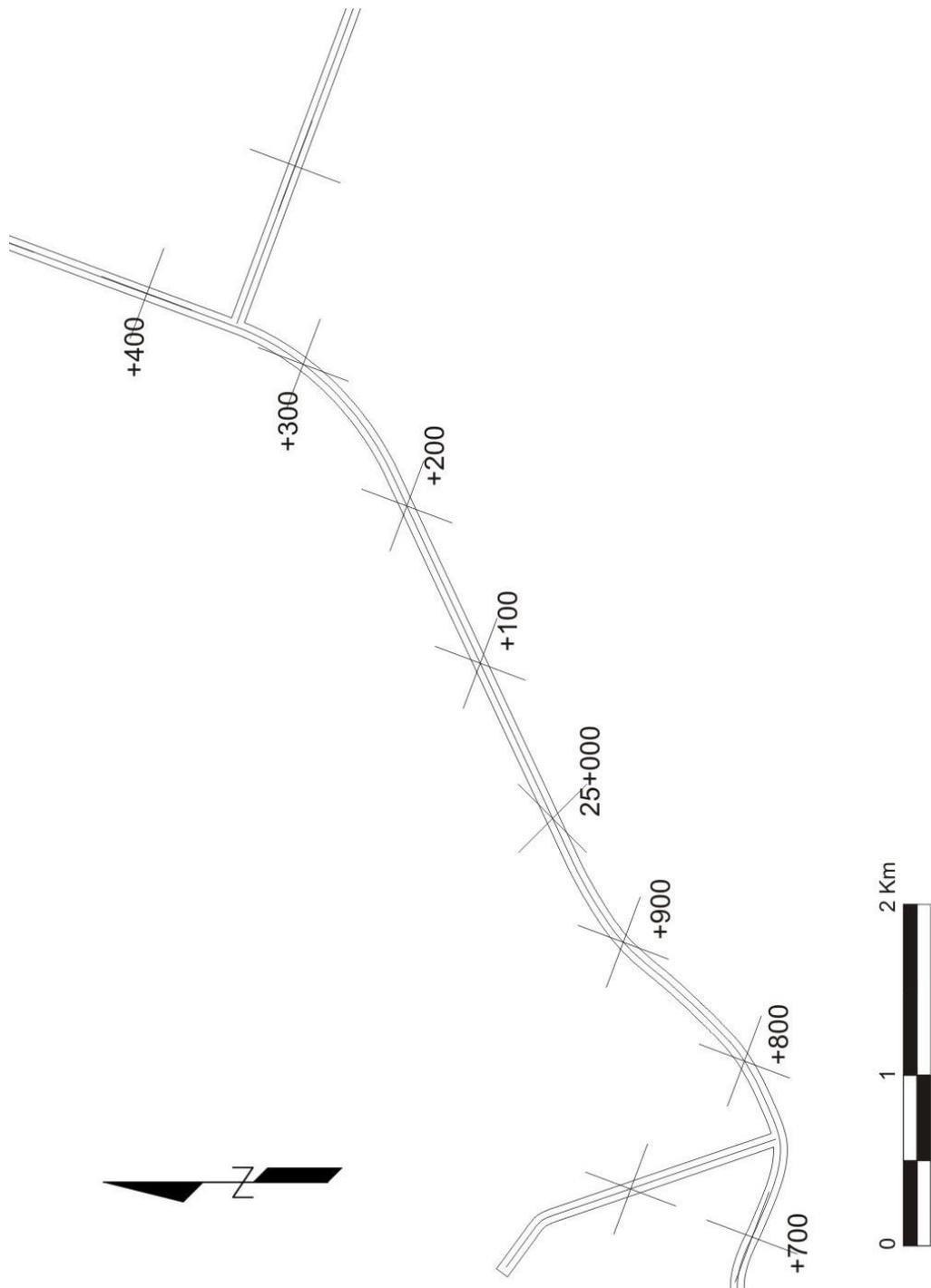
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 21+600 AL KM 22+300



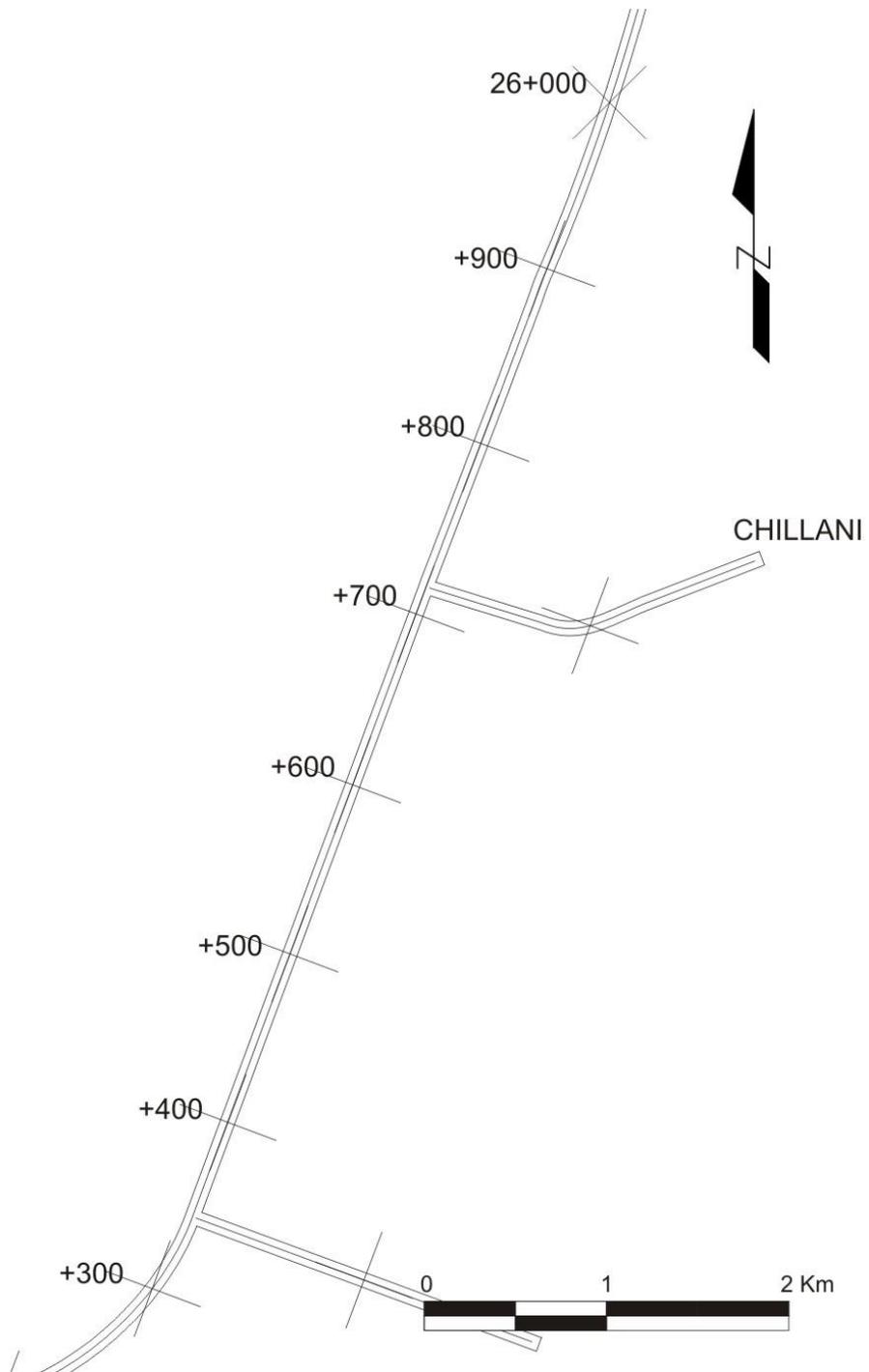
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 22+400 AL KM 23+900



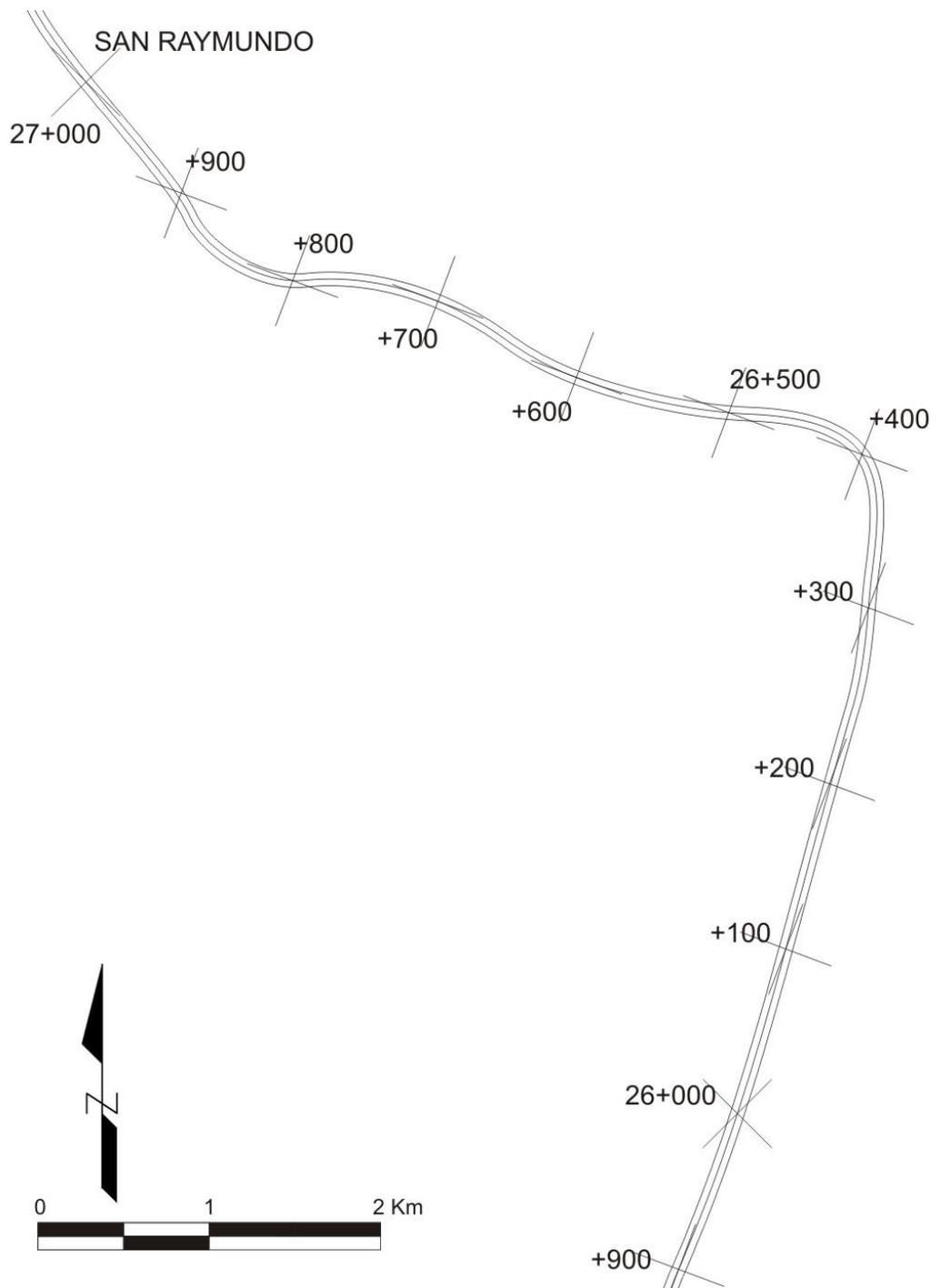
PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 24+000 AL KM 24+800



PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 24+700 AL 25+400



PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 25+300 AL KM 26+000



PLANTA RUTA DEPARTAMENTAL 5, KM 26+000 AL KM 27+000

ANEXOS

ANEXO A REGLAMENTO DE TRÁNSITO ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 273-98

TITULO V CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS

CAPÍTULO II VELOCIDAD

Todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos y tener en cuenta, además, sus propias condiciones físicas y psíquicas, las características y el estado de la vía, del vehículo y de su carga, las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación.

ARTÍCULO 112. VELOCIDADES MÁXIMAS EN ÁREA URBANA. En ámbitos urbanos se establecen las siguientes velocidades máximas:

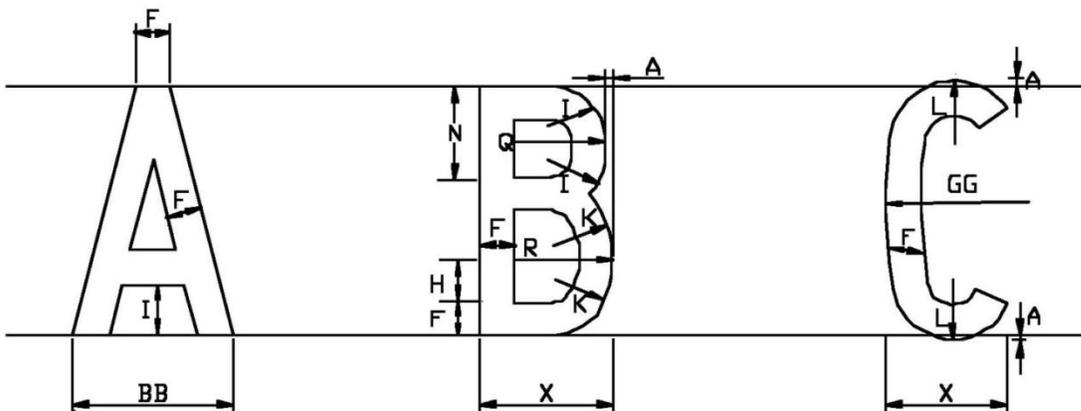
- a. En autopistas, 90 kilómetros por hora.
- b. En vías rápidas, 80 kilómetros por hora.
- c. En arterias principales, 60 kilómetros por hora.
- d. En arterias secundarias, 50 kilómetros por hora.
- e. En caminos y vías locales, 40 kilómetros por hora; y
- f. En vías residenciales de circulación controlada y zonas escolares, 30 kilómetros por hora.

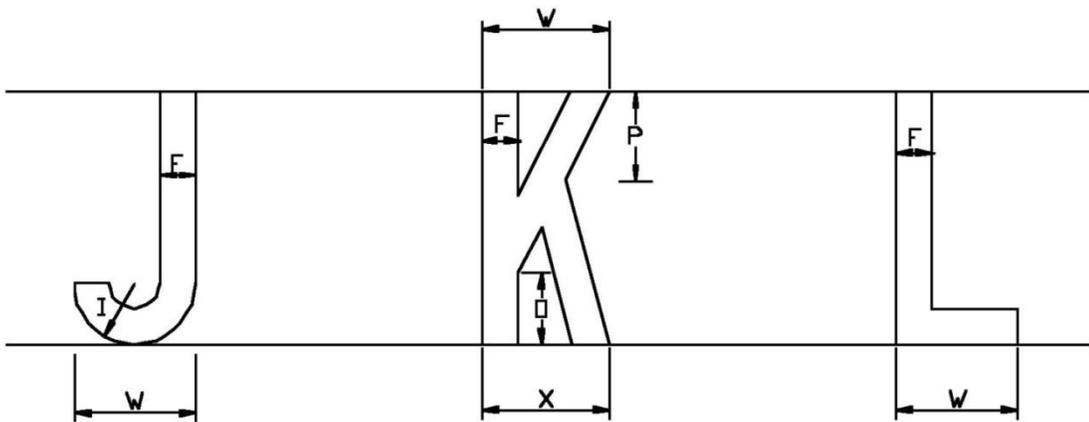
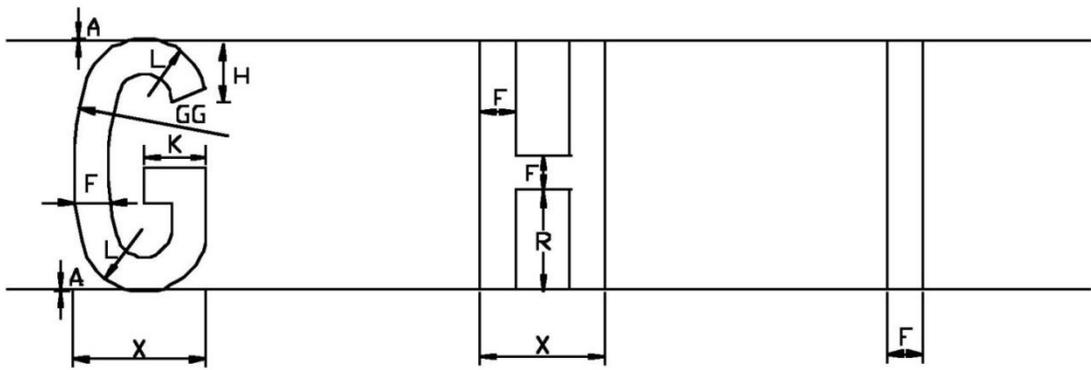
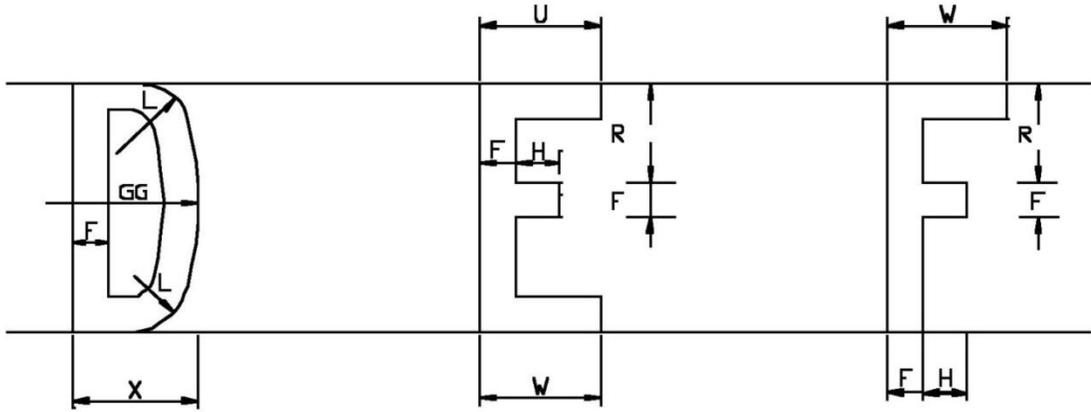
ANEXO B

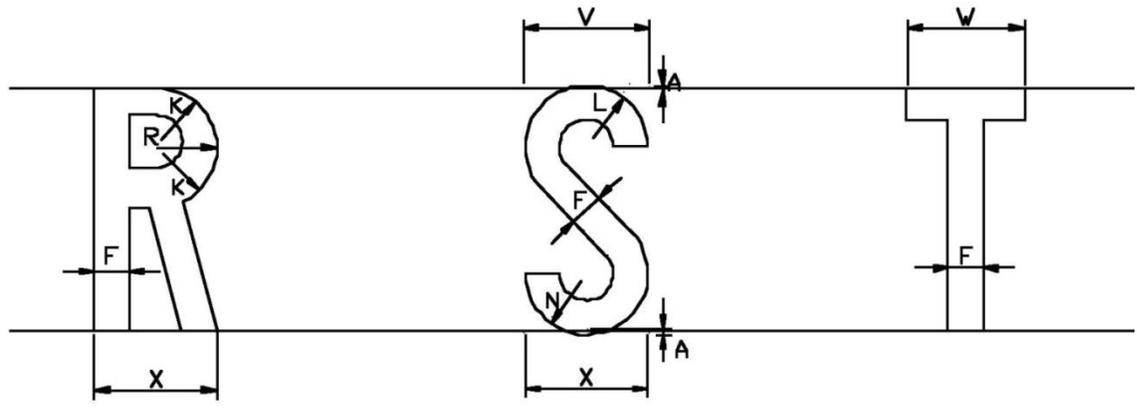
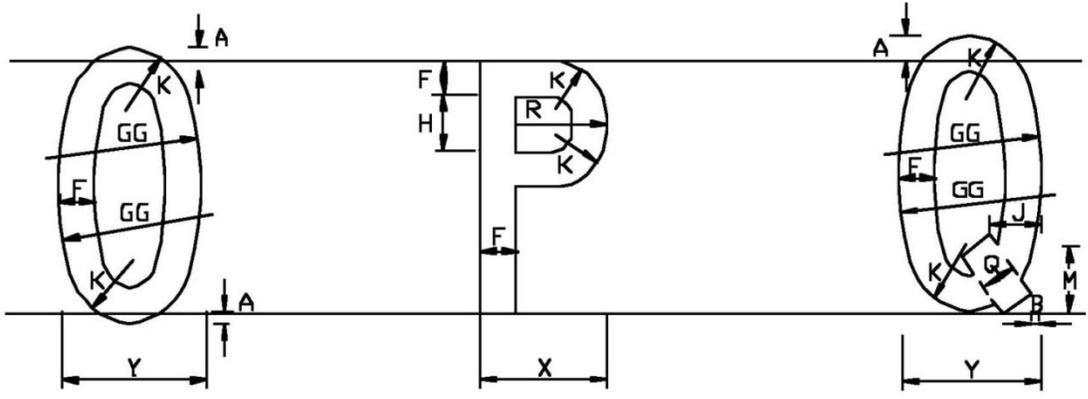
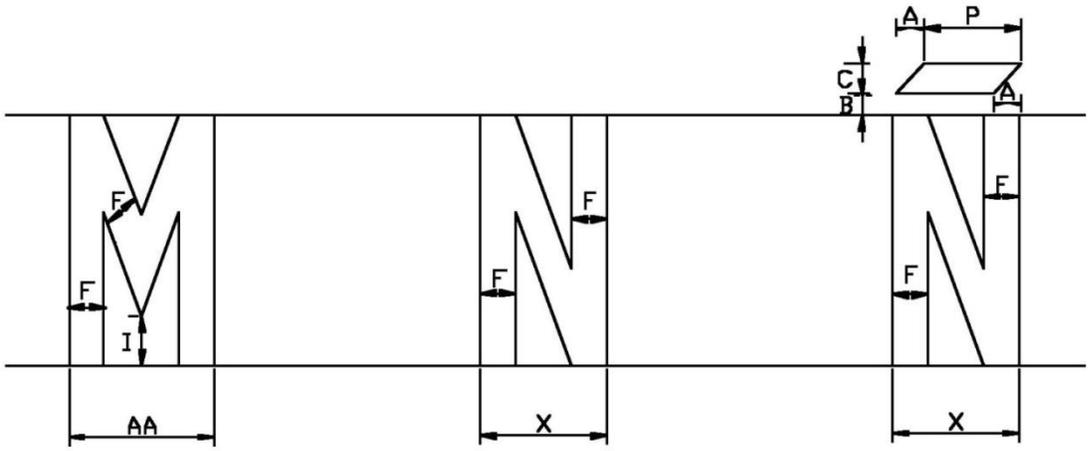
ALFABETO ESTÁNDAR PARA SEÑALES VERTICALES

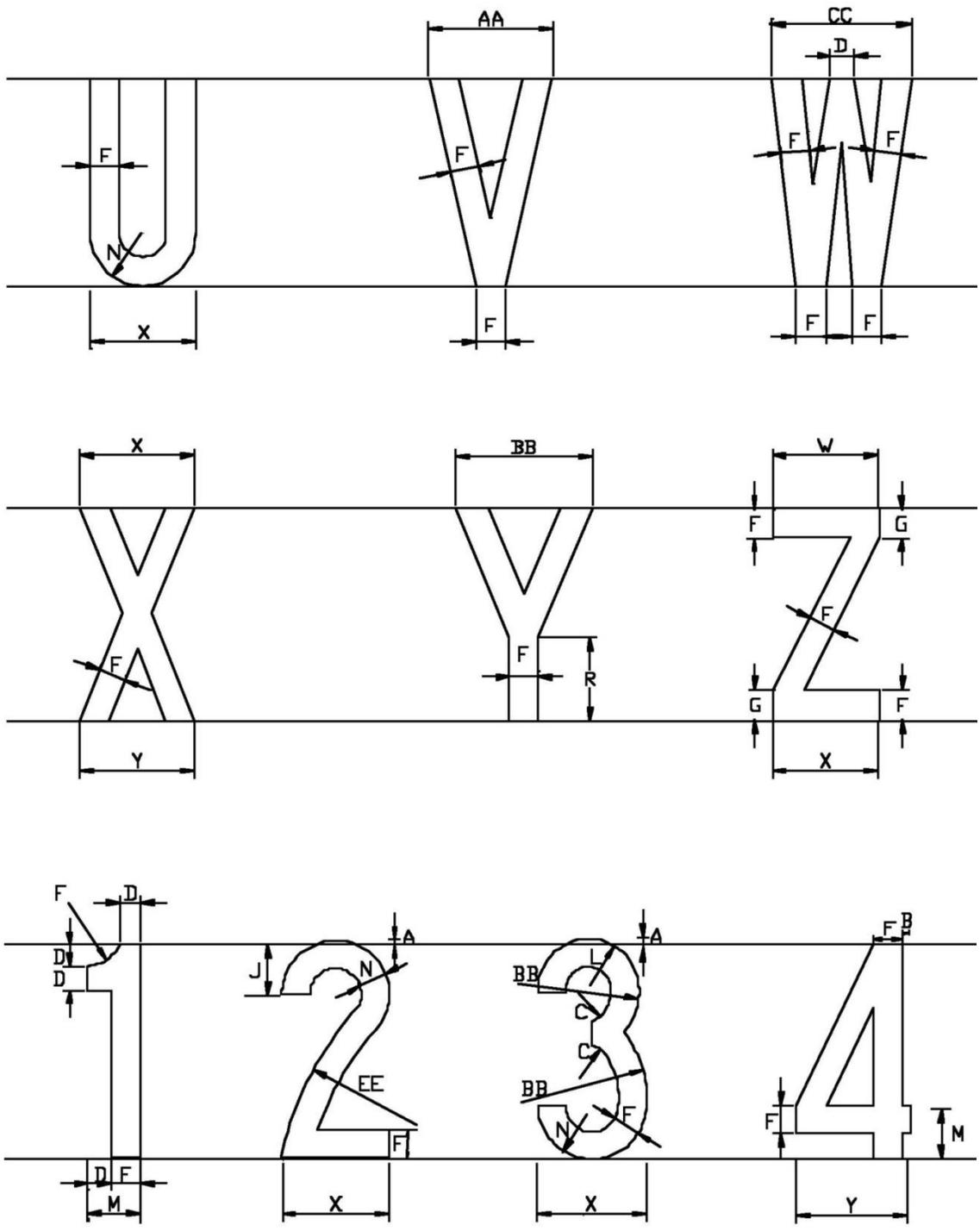
Las letras mayúsculas y los números, que se usarán en las señales serán sin adornos, sin salientes y con las esquinas en ángulo. La Tabla I muestra letras y números de diferentes alturas, con el objeto de que una leyenda con letras de determinada altura, pueda ajustarse a la longitud disponible para ella en el tablero y para que además, quede de acuerdo con las reglas de legibilidad según la velocidad de circulación vehicular.

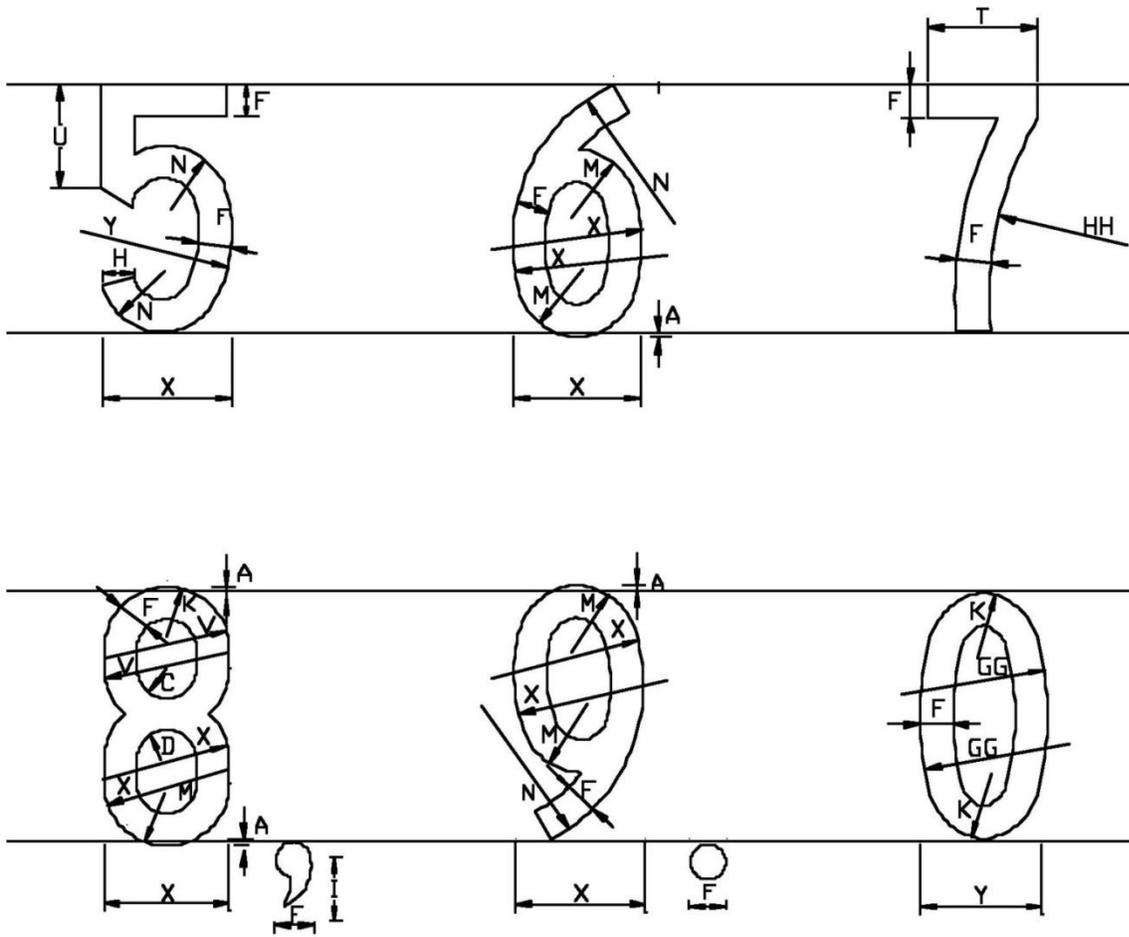
Figura 1. Letras y números para señales verticales.











Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C.* p. 16.

Tabla I. Dimensiones para el trazo de letras y números

| Acotaciones (mm) | Altura de letras y números, dimensiones en milímetros | | | | | | | | |
|---------------------|---|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 | 300 |
| A | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 5 | 6 |
| B | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 |
| C | 4.5 | 7 | 9 | 11.5 | 13.6 | 16 | 18 | 23 | 27 |
| D | 5.5 | 8 | 11 | 14 | 16.5 | 19 | 22 | 28 | 33 |
| E | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 30 | 36 |
| F | 7 | 10 | 13 | 16 | 20 | 23 | 26 | 33 | 39 |
| G | 7 | 10.5 | 14 | 17.5 | 21 | 25 | 28 | 35 | 42 |
| H | 9 | 13.5 | 18 | 23 | 27 | 32 | 36 | 45 | 54 |
| I | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 |
| J | 10.5 | 16 | 21 | 26 | 32 | 37 | 42 | 53 | 63 |
| K | 11 | 16.5 | 22 | 28 | 33 | 39 | 44 | 55 | 66 |
| L | 11.5 | 17.5 | 23 | 39 | 35 | 40 | 46 | 58 | 69 |
| M | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 60 | 72 |
| N | 12.5 | 19 | 25 | 31 | 38 | 44 | 50 | 63 | 75 |
| O | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 70 | 84 |
| P | 17.5 | 26 | 35 | 44 | 53 | 61 | 70 | 88 | 105 |
| Q | 19 | 29 | 38 | 48 | 57 | 67 | 76 | 95 | 114 |
| R | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 |
| S | 21 | 32 | 43 | 54 | 65 | 75 | 86 | 108 | 129 |
| T | 22 | 33 | 4 | 55 | 66 | 77 | 88 | 110 | 132 |
| U | 23 | 3 | 45 | 56 | 68 | 79 | 90 | 112 | 135 |
| V | 23 | 35 | 46 | 58 | 69 | 81 | 82 | 115 | 130 |
| W | 24 | 35 | 47 | 59 | 71 | 82 | 94 | 118 | 141 |
| X | 25 | 38 | 50 | 63 | 75 | 88 | 100 | 125 | 150 |
| Y | 27 | 40 | 53 | 66 | 80 | 93 | 106 | 133 | 159 |
| Z | 28 | 41 | 55 | 69 | 83 | 96 | 110 | 138 | 165 |
| AA | 29 | 44 | 58 | 73 | 87 | 102 | 116 | 145 | 174 |
| BB | 32 | 47 | 63 | 79 | 95 | 110 | 126 | 158 | 189 |
| CC | 33 | 50 | 66 | 83 | 99 | 116 | 132 | 165 | 198 |
| DD | 36 | 53 | 71 | 89 | 107 | 124 | 142 | 178 | 213 |
| EE | 43 | 65 | 86 | 108 | 129 | 151 | 172 | 215 | 258 |
| FF | 45 | 68 | 90 | 113 | 135 | 158 | 180 | 225 | 270 |
| GG | 65 | 98 | 130 | 163 | 195 | 228 | 260 | 325 | 390 |
| HH | 98 | 146 | 195 | 244 | 293 | 341 | 390 | 488 | 585 |

Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C*. p. 20.

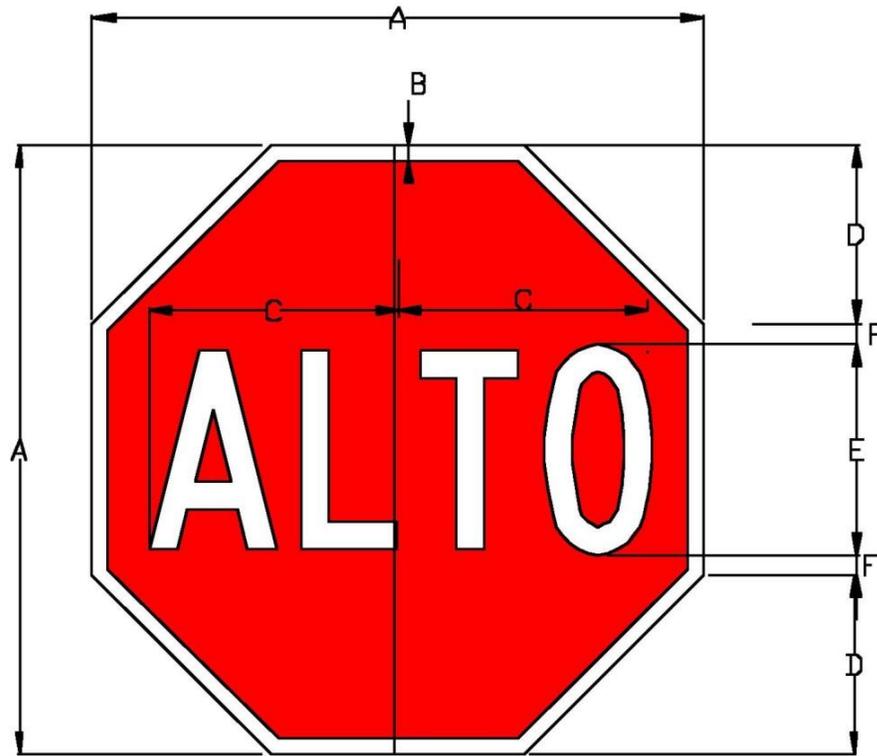
ANEXO C

CATALOGO ESTÁNDAR DE SEÑALES VERTICALES

La señalización vertical que se muestra a continuación, se emplean tanto en vías en donde los vehículos, circulan a velocidades menores o iguales a 60 Km/h, como en vías rápidas y autopistas, donde los vehículos circulan a mayor velocidad. Las dimensiones de las figuras están en centímetros.

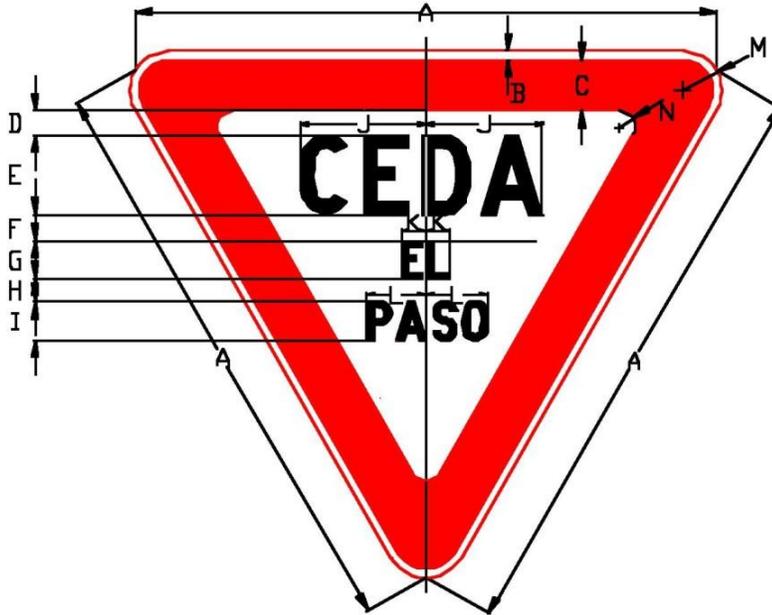
Con la finalidad de abarcar única y exclusivamente el tema que nos compete, se omite la presentación de todo el documento normativo denominado Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carretera, y se presentan solamente la señalización imprescindible, para uso en la actualización de la señalización vial.

Figura 1. Señales de reglamentación



R-1-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|-------|---------------------------|-----|------|------|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| BICL. | 45.7 | 1.0 | 18.2 | 13.4 | 15 | 1.5 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 24.0 | 17.9 | 20 | 2.0 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 30.2 | 22.4 | 25 | 2.5 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 36.0 | 26.9 | 30 | 3.0 |



R-1-2

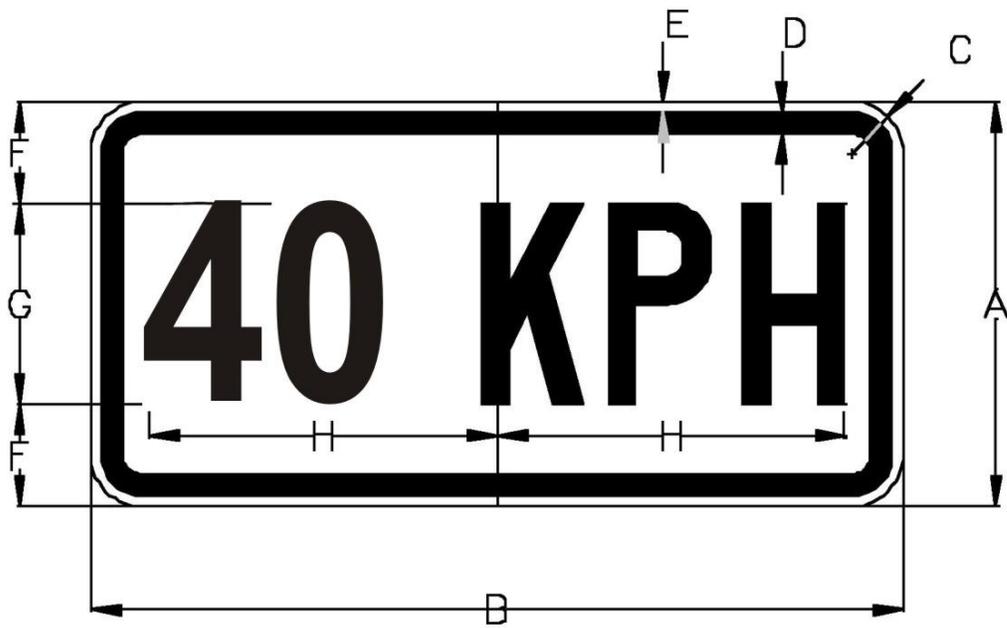
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| MIN. | 61.0 | 0.9 | 5.2 | 2.6 | 7.5 | 2.8 | 5 | 2.4 | 5 | 9.9 | 3.8 | 8.8 | 4.2 | 1.7 |
| EST. | 76.2 | 1.1 | 6.5 | 3.2 | 10 | 3.4 | 5 | 2.9 | 5 | 12.4 | 3.8 | 8.8 | 5.3 | 2.1 |
| ESP. | 91.4 | 1.3 | 7.8 | 3.8 | 12.5 | 4.0 | 7.5 | 3.4 | 7.5 | 14.9 | 5.6 | 13.3 | 6.3 | 2.5 |



R-2-1

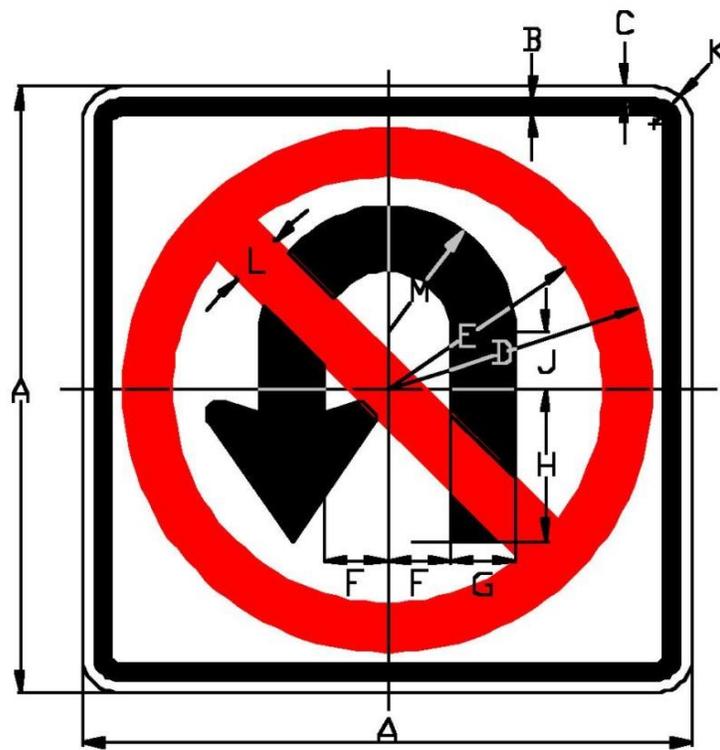
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| MIN. | 71.1 | 45.7 | 3.8 | 1.6 | 0.9 | 2.9 | 6.1 | 7.5 | 2.0 | 7.5 | 8.1 |
| EST. | 91.4 | 61.0 | 4.9 | 2.1 | 1.2 | 3.7 | 7.8 | 10 | 2.6 | 10 | 10.4 |
| ESP. | 137.2 | 91.4 | 7.3 | 3.1 | 1.7 | 5.6 | 11.8 | 15 | 3.8 | 10 | 15.6 |

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
| MIN. | 4.9 | 7.5 | 5.1 | 6.3 | 18.0 | 15.5 | 6.7 | 8.6 | 16.3 | 11.3 |
| EST. | 6.3 | 10 | 6.5 | 8.1 | 23.2 | 20.0 | 8.8 | 5.7 | 21.7 | 15 |
| ESP. | 9.4 | 10 | 9.8 | 12.1 | 34.8 | 30.0 | 13.3 | 8.5 | 32.8 | 22.5 |



R-2-5

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| EST. | 30.5 | 61.0 | 3.8 | 1.6 | 0.9 | 7.8 | 15 | 26.0 |
| ESP. | 38.1 | 76.2 | 4.7 | 2.0 | 1.1 | 10.3 | 17.5 | 31.2 |



R-3-11b

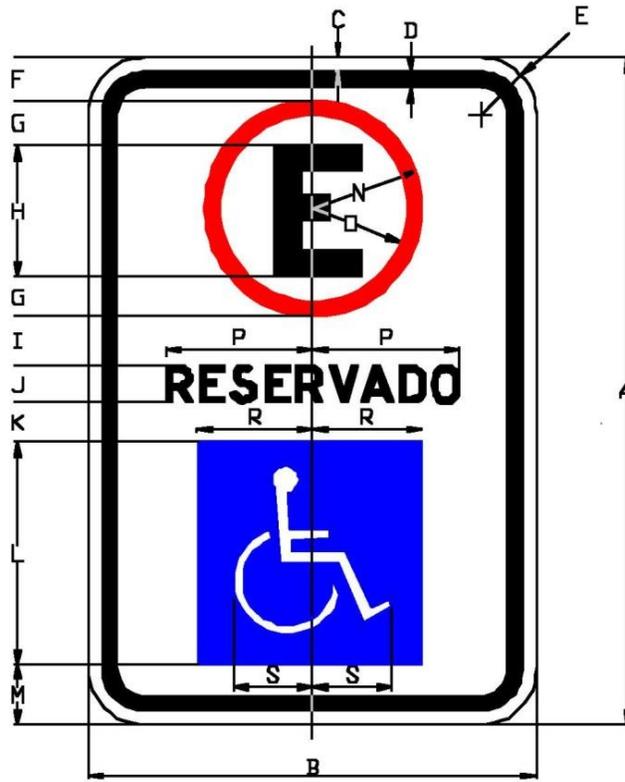
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | K | L | M |
| MIN | 61.0 | 1.6 | 0.9 | 26.7 | 21.6 | 6.3 | 6.3 | 15.2 | 5.7 | 3.8 | 5.8 | 12.7 |
| EST | 76.2 | 2.0 | 1.2 | 33.3 | 27.0 | 7.9 | 7.9 | 19.0 | 7.1 | 4.8 | 6.3 | 15.9 |
| ESP. | 91.4 | 2.4 | 1.4 | 40.0 | 32.4 | 9.5 | 9.5 | 22.9 | 8.6 | 5.7 | 7.6 | 19.0 |



R-8-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| MIN. | 71.1 | 45.7 | 3.8 | 1.6 | 0.9 | 2.9 | 36.0 | 1.1 | 12.5 | 5.1 |
| EST. | 91.4 | 61.0 | 4.9 | 2.1 | 1.2 | 3.7 | 46.4 | 1.4 | 15 | 6.5 |
| ESP. | 137.2 | 91.4 | 7.4 | 3.1 | 1.7 | 5.6 | 69.7 | 2.1 | 20 | 9.8 |

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| MIN. | 7.5 | 5.1 | 7.4 | 6.0 | 18.0 | 15.5 | 2.5 | 7.5 | 18.2 |
| EST. | 10 | 6.5 | 9.9 | 8.0 | 23.2 | 20.0 | 3.2 | 9.0 | 24.2 |
| ESP. | 15 | 9.8 | 14.8 | 12.0 | 34.8 | 30.0 | 4.8 | 11.9 | 36.6 |



R-8-29

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| EST. | 91.4 | 61.0 | 0.8 | 1.6 | 3.8 | 5.8 | 6.2 | 18.0 | 6.0 |
| ESP. | 137.2 | 91.4 | 1.2 | 2.4 | 5.7 | 8.6 | 9.3 | 27.0 | 10.0 |

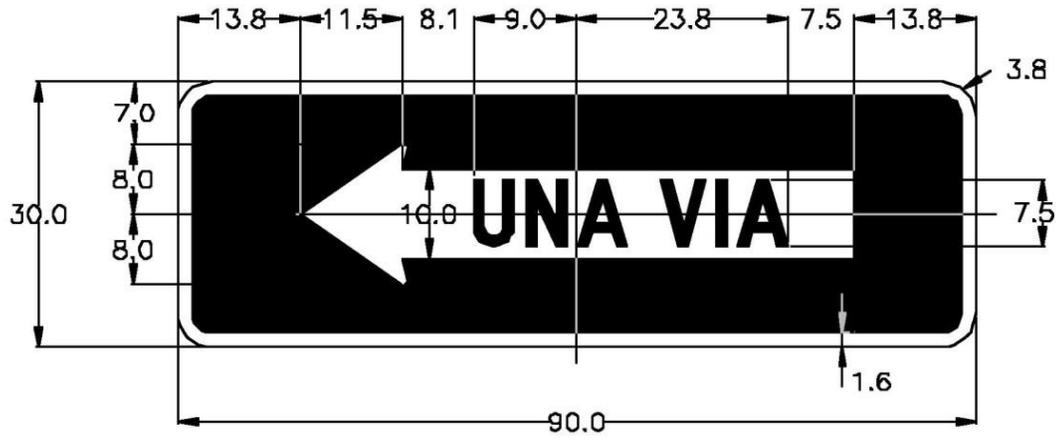
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | J | K | L | M | N | O | P | R | S |
| EST. | 5 | 5.4 | 30.4 | 8.4 | 14.8 | 12.8 | 14.6 | 15.2 | 10.6 |
| ESP. | 7.5 | 8.0 | 45.6 | 12.6 | 22.2 | 19.2 | 21.7 | 22.8 | 15.8 |



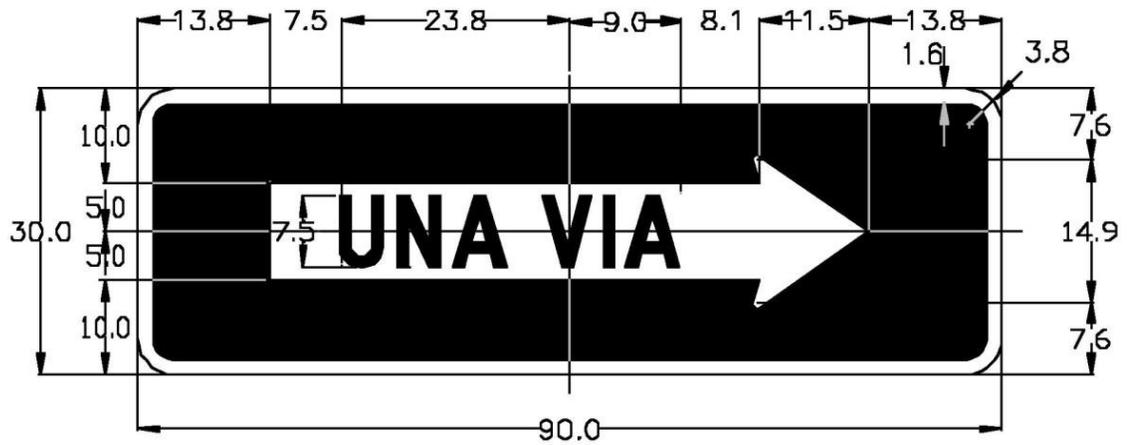
R-13-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
| MIN. | 71.1 | 45.7 | 3.8 | 1.6 | 0.9 | 2.9 | 36.0 | 4.7 | 12.5 | 5 |
| EST. | 91.4 | 61.0 | 4.9 | 2.1 | 1.2 | 3.7 | 46.4 | 6.0 | 15 | 6.4 |
| ESP. | 137.2 | 91.4 | 7.4 | 3.1 | 1.7 | 5.6 | 69.7 | 9.0 | 20 | 9.6 |

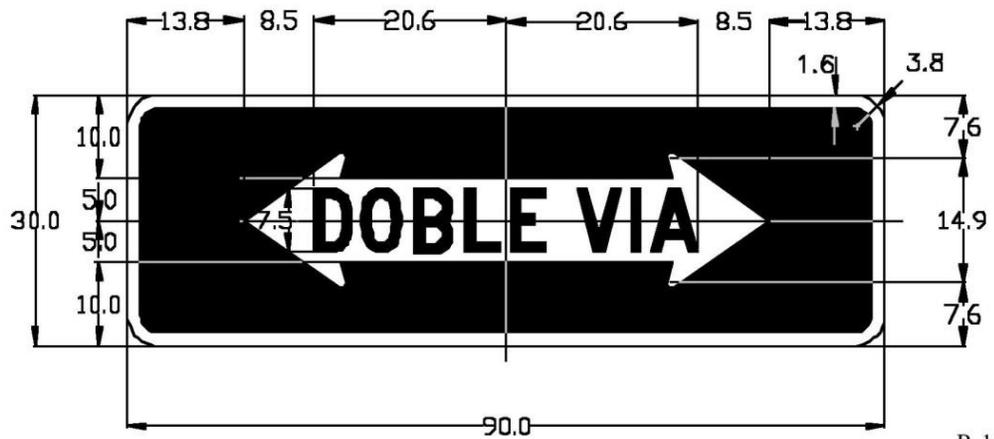
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| MIN. | 7.5 | 4.8 | 10.4 | 18.0 | 15.5 | 2.5 | 7.5 | 17.3 |
| EST. | 10 | 6.2 | 13.4 | 23.2 | 20.0 | 3.2 | 9.0 | 23.0 |
| ESP. | 15 | 9.3 | 20.1 | 34.8 | 30.0 | 4.8 | 11.9 | 34.7 |



R-15-8



R-15-9



R-15-10



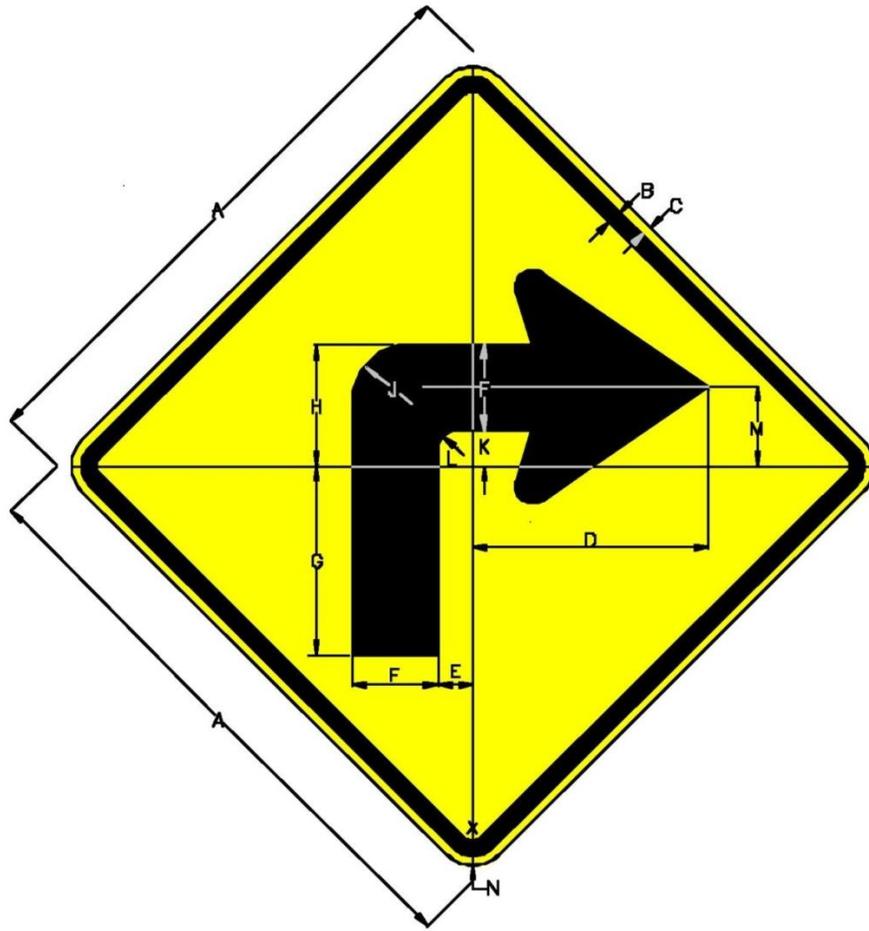
R-16-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
| EST. | 91.4 | 61.0 | 0.8 | 1.6 | 3.8 | 4.0 | 5.4 | 36.1 | 10 | 7.5 |
| ESP. | 137.1 | 91.4 | 1.2 | 2.4 | 5.7 | 6.0 | 8.1 | 54.2 | 10 | 12.5 |

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | L | M | N | Q | P | R | S | T |
| EST. | 5.0 | 2.5 | 14.2 | 17.6 | 12.6 | 20.5 | 21.3 | 24.8 |
| ESP. | 7.5 | 3.8 | 21.3 | 29.0 | 18.9 | 34.0 | 32.0 | 37.2 |

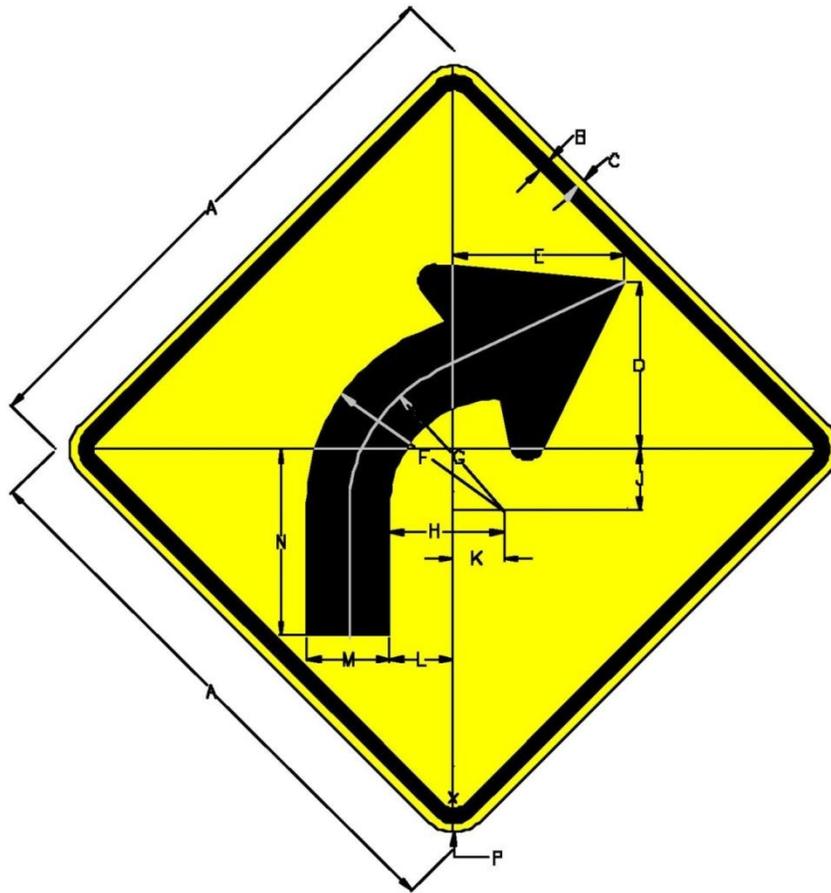
Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C.* p. 49.

Figura 2. Señales de prevención



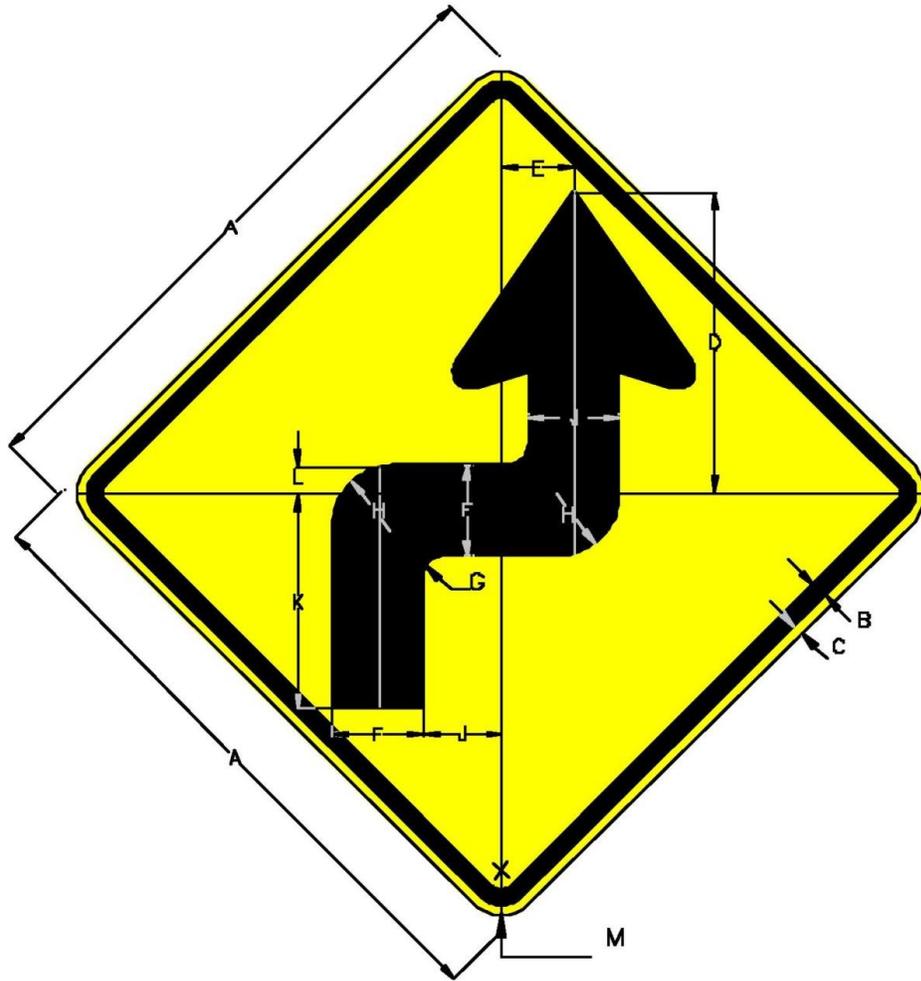
P-1-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | N |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 0.95 | 18.4 | 5.7 | 6.7 | 14.9 | 9.5 | 4.8 | 2.5 | 1.9 | 5.7 | 3.2 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 0.95 | 24.4 | 7.6 | 8.3 | 19.7 | 12.7 | 6.4 | 3.8 | 2.1 | 10.1 | 3.2 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 30.5 | 9.5 | 11.1 | 24.6 | 15.9 | 7.6 | 4.8 | 2.5 | 12.4 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 13.3 | 10.8 | 13.3 | 14.2 | 19.1 | 9.2 | 7.6 | 3.2 | 7.4 | 5.7 |



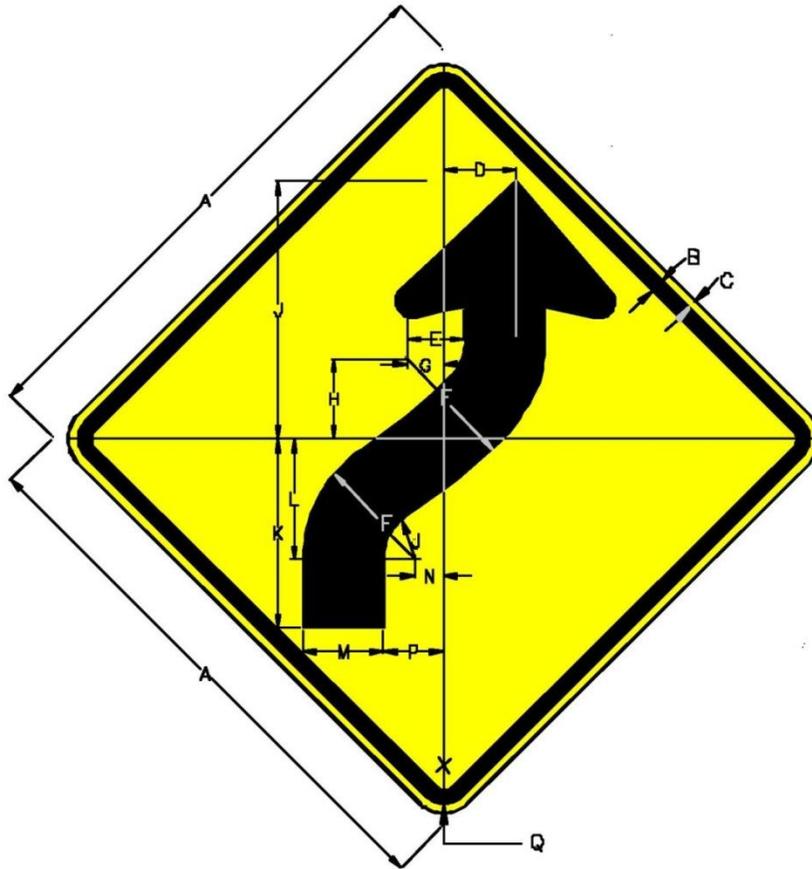
P-1-2

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | N | P |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 0.95 | 13.6 | 14.0 | 15.2 | 12.1 | 8.6 | 4.4 | 3.2 | 5.1 | 6.7 | 15.8 | 3.8 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 0.95 | 18.1 | 18.4 | 20.3 | 15.9 | 11.4 | 5.9 | 4.5 | 7.0 | 8.9 | 21.0 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 22.5 | 23.0 | 25.4 | 19.8 | 14.3 | 7.5 | 5.6 | 8.7 | 11.1 | 26.2 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 27.0 | 27.6 | 30.5 | 23.8 | 17.2 | 11.9 | 6.7 | 10.5 | 13.2 | 31.4 | 5.7 |



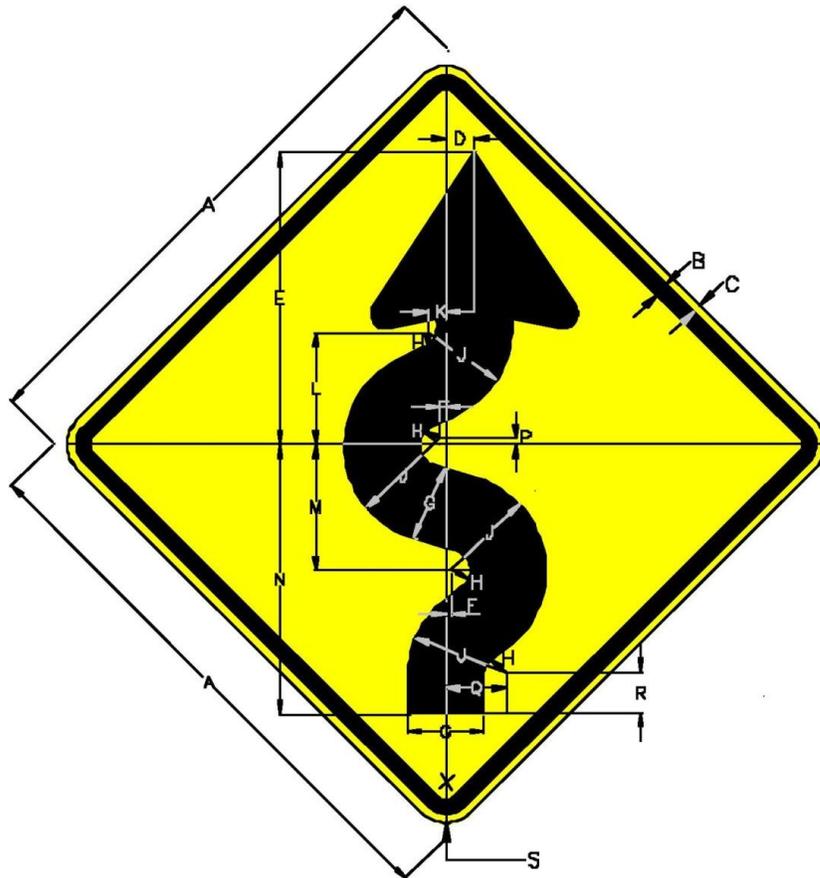
P-1-3

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 29.4 | 7.1 | 8.9 | 2.1 | 3.5 | 7.6 | 21.1 | 2.8 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 36.8 | 8.9 | 11.1 | 2.5 | 7.6 | 9.5 | 26.4 | 3.5 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 44.3 | 10.7 | 13.3 | 3.2 | 9.2 | 11.4 | 31.7 | 4.2 | 5.7 |



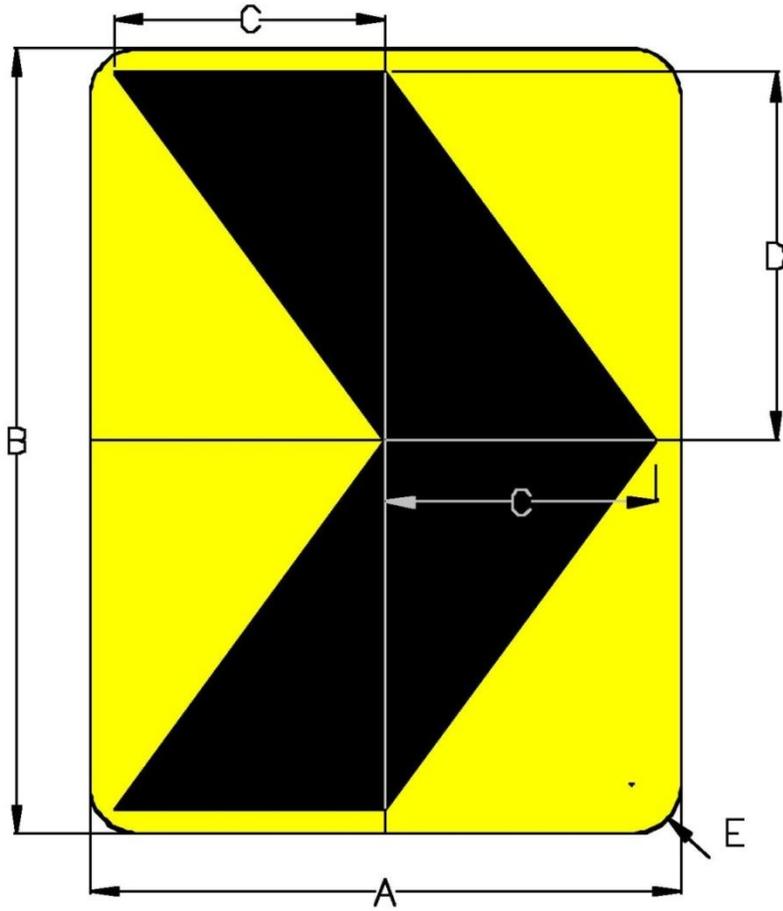
P-1-4

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | N | P | Q |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 0.95 | 6.0 | 2.5 | 9.8 | 0.6 | 6.7 | 21.9 | 15.9 | 21.9 | 6.7 | 2.2 | 5.1 | 3.8 |
| MIN. | 60.1 | 1.6 | 0.95 | 8.0 | 3.8 | 12.7 | 0.8 | 8.9 | 28.6 | 21.0 | 13.3 | 8.9 | 2.9 | 6.7 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 10.0 | 4.8 | 15.9 | 0.95 | 11.1 | 35.7 | 26.2 | 16.7 | 11.1 | 3.6 | 8.3 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 12.0 | 5.7 | 19.0 | 1.2 | 13.3 | 42.9 | 31.4 | 20.0 | 13.3 | 4.3 | 8.8 | 5.7 |



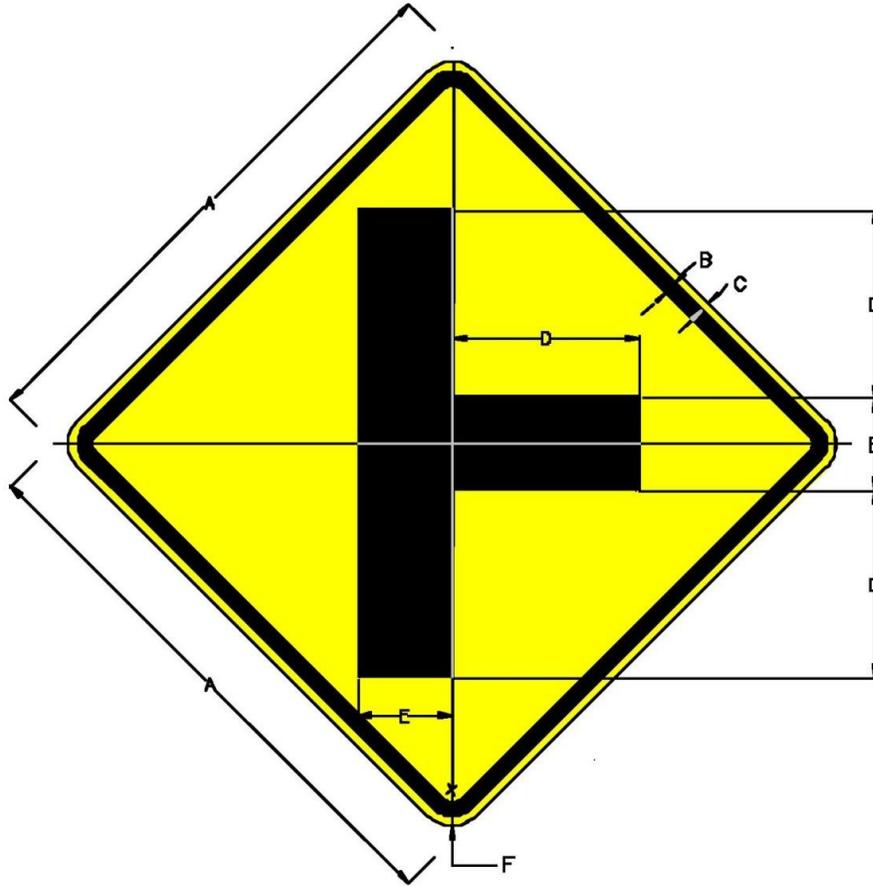
P- 1-5

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | N | P | Q | R | S |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 1.0 | 2.5 | 24.4 | 1.0 | 6.4 | 1.6 | 7.6 | 2.5 | 10.2 | 10.2 | 21.9 | 0.6 | 5.1 | 3.2 | 3.8 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 3.2 | 32.4 | 1.3 | 8.3 | 2.2 | 10.5 | 3.2 | 13.2 | 13.3 | 28.9 | 0.6 | 6.4 | 4.0 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 4.0 | 40.5 | 1.6 | 10.3 | 2.8 | 13.1 | 4.0 | 16.5 | 16.7 | 36.1 | 0.8 | 7.9 | 5.1 | 1.9 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 4.8 | 48.6 | 2.5 | 12.4 | 3.3 | 15.7 | 4.8 | 19.8 | 20.0 | 43.3 | 1.0 | 12.7 | 6.1 | 5.7 |



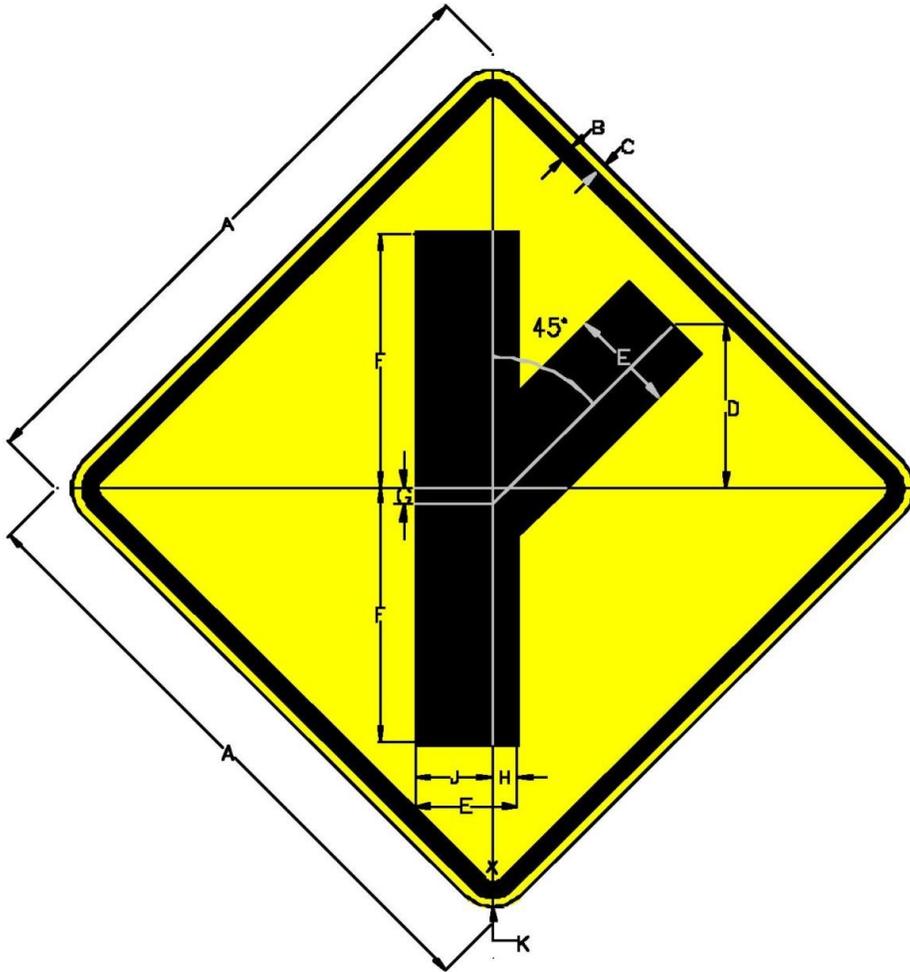
P-1-9

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | |
|------|---------------------------|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E |
| BICI | 30.5 | 45.7 | 14.0 | 21.5 | 3.8 |
| MIN. | 45.7 | 61.0 | 21.0 | 28.6 | 3.8 |
| EST. | 57.1 | 76.2 | 28.0 | 35.8 | 3.8 |
| ESP. | 76.2 | 91.4 | 35.0 | 42.9 | 4.8 |



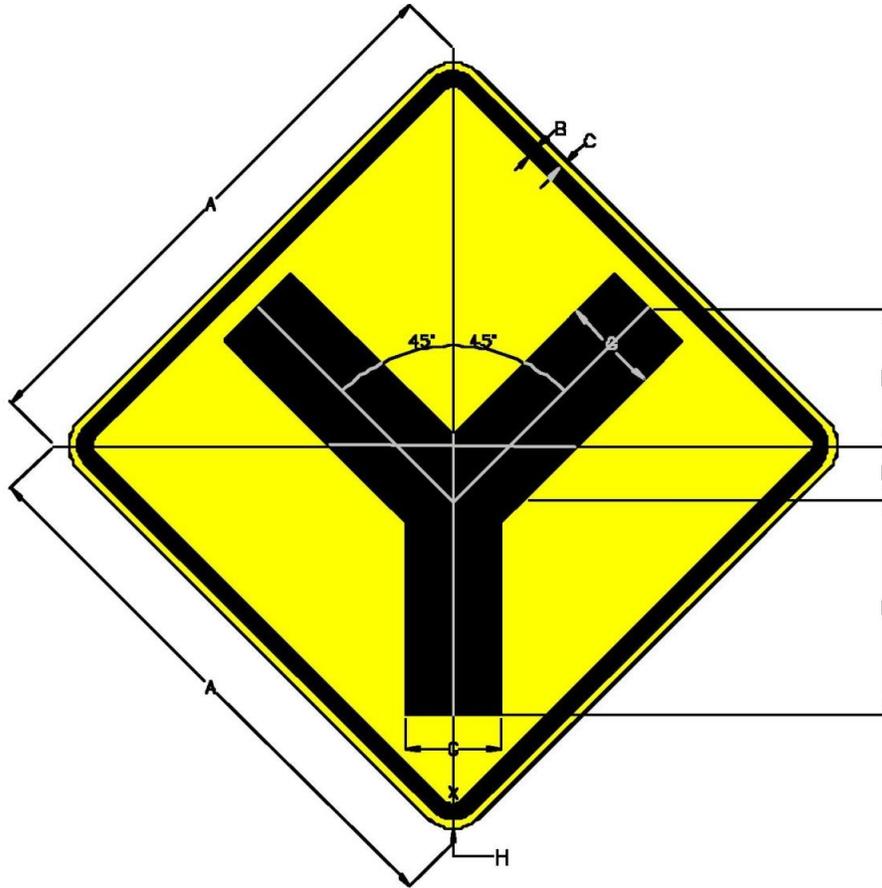
P-2-3

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 1.0 | 15.2 | 7.6 | 3.8 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 20.3 | 10.2 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 25.4 | 12.7 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 30.5 | 15.2 | 5.7 |



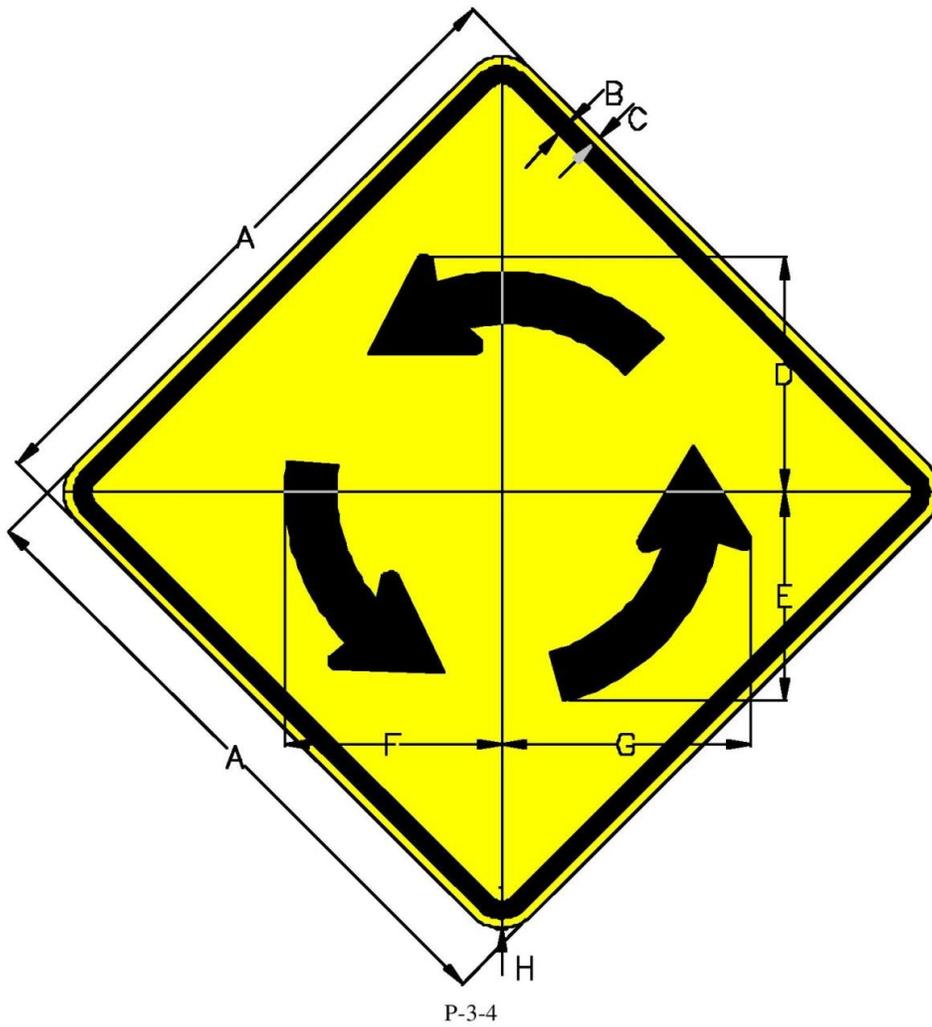
P-2-4

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 1.0 | 12.7 | 7.6 | 19.7 | 1.0 | 4.8 | 5.7 | 3.8 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 16.9 | 10.2 | 25.4 | 1.4 | 6.5 | 7.6 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 21.1 | 12.7 | 31.8 | 1.7 | 8.1 | 9.5 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 25.4 | 15.2 | 38.1 | 2.1 | 9.7 | 11.4 | 5.7 |

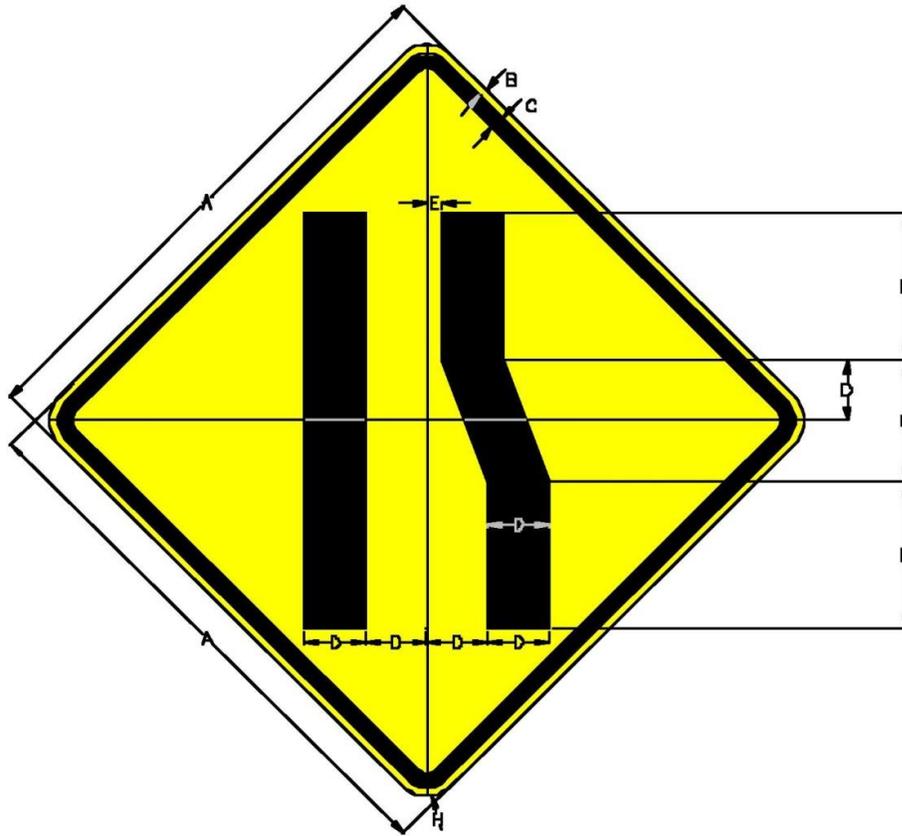


P-2-6

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| BICI | 45.7 | 1.6 | 1.0 | 11.4 | 4.4 | 17.1 | 7.6 | 3.8 |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 15.0 | 6.1 | 23.1 | 10.2 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 18.7 | 7.6 | 28.9 | 12.7 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 22.5 | 9.1 | 34.7 | 15.2 | 5.7 |

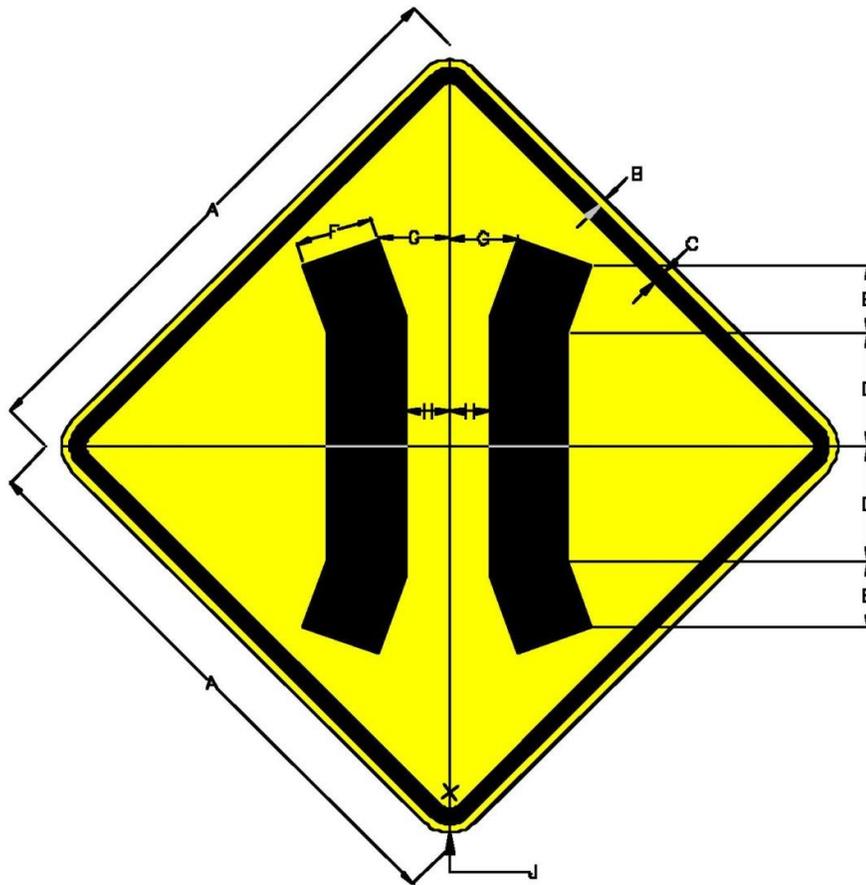


| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 21 | 21 | 21 | 21 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 31.4 | 31.4 | 31.4 | 31.4 | 5.7 |



P-5-4

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| BICI | 76.2 | 1.3 | 1.9 | 8.6 | 2.1 | 21.4 | 17.1 | 4.8 |
| MIN. | 91.4 | 1.6 | 2.2 | 10.1 | 2.5 | 25.4 | 20.3 | 5.7 |



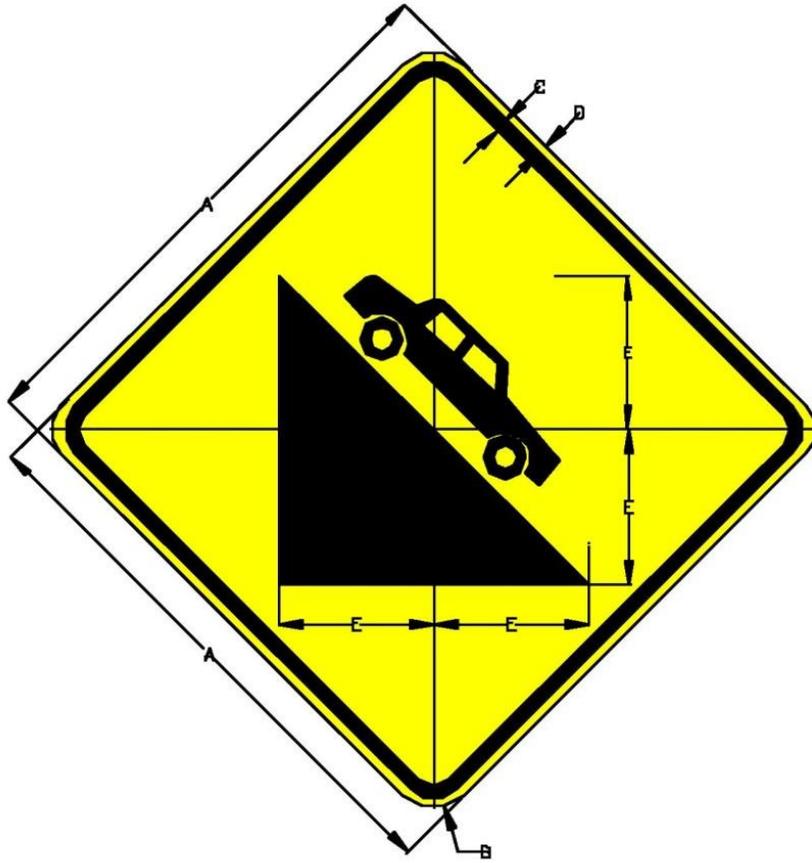
P-5-6

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J |
| BICI | 45.7 | 1.0 | 1.6 | 9.3 | 5.5 | 6.4 | 5.5 | 3.5 | 2.9 |
| MIN. | 61.0 | 1.0 | 1.6 | 12.4 | 7.4 | 8.5 | 7.4 | 4.7 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.3 | 1.9 | 15.7 | 9.3 | 10.8 | 9.3 | 5.9 | 4.8 |
| ESP. | 91.0 | 1.6 | 2.2 | 18.5 | 11.0 | 12.7 | 11.0 | 7.0 | 5.7 |



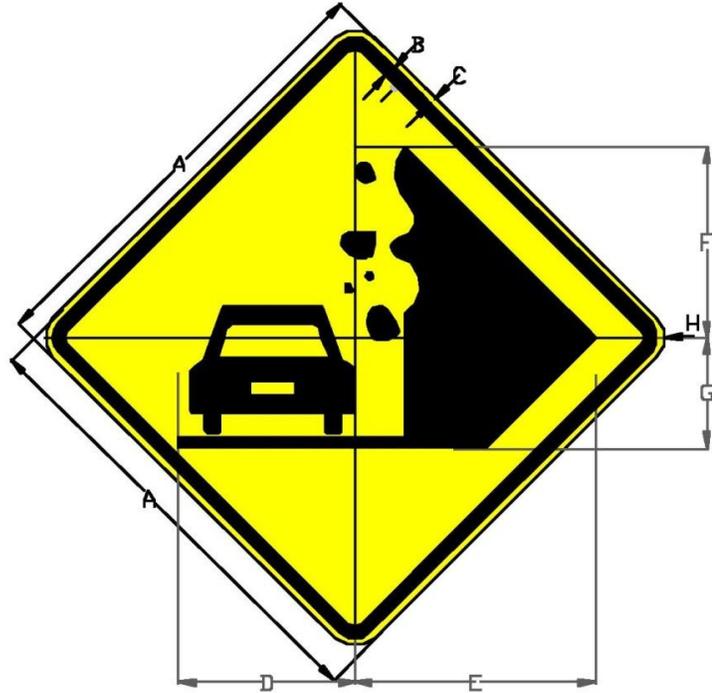
P-5-7

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
| MIN. | 45.7 | 61 | 1.6 | 0.9 | 10.0 | 10 | 5.7 | 18.0 | 22.4 | 3.8 |
| EST. | 61.0 | 76.2 | 2.1 | 1.2 | 13.0 | 12.5 | 10.0 | 22.5 | 28.0 | 5.1 |
| ESP. | 76.2 | 91.4 | 2.7 | 1.5 | 16.9 | 15 | 12.5 | 27.1 | 33.8 | 6.3 |



P-6-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|
| | A | B | C | D | E |
| MIN. | 61 | 3.8 | 1.6 | 1.0 | 17.4 |
| EST. | 76.2 | 4.8 | 2.0 | 1.2 | 21.8 |
| ESP. | 91 | 5.7 | 2.4 | 1.4 | 26 |



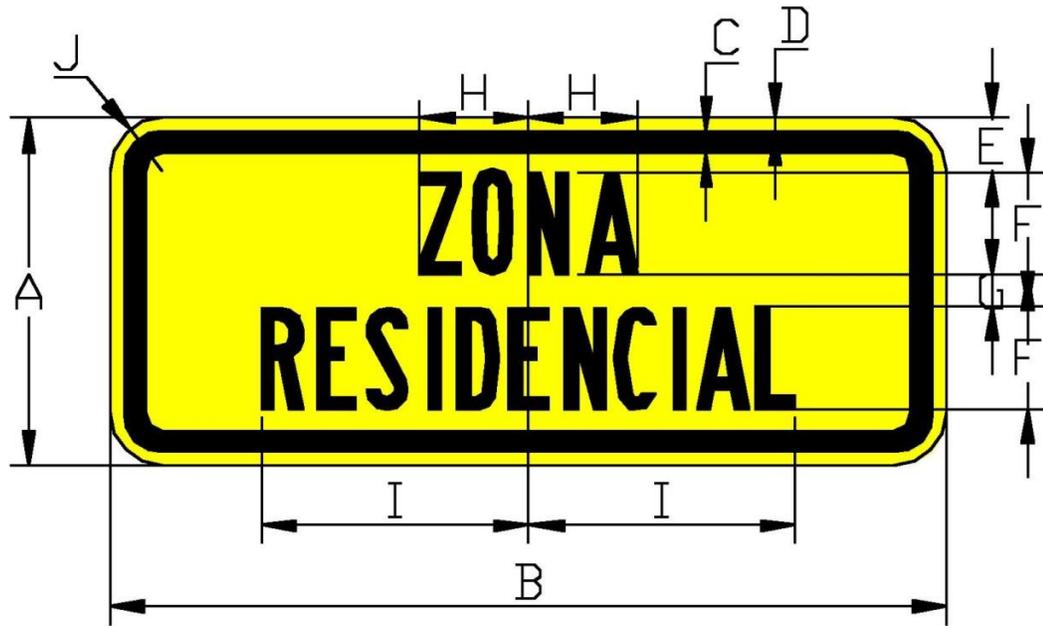
P-7-11

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 23.6 | 32.3 | 25.8 | 14.9 | 3.8 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 29.5 | 40.3 | 32.2 | 18.6 | 4.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 35.6 | 48.2 | 38.5 | 22.2 | 5.7 |



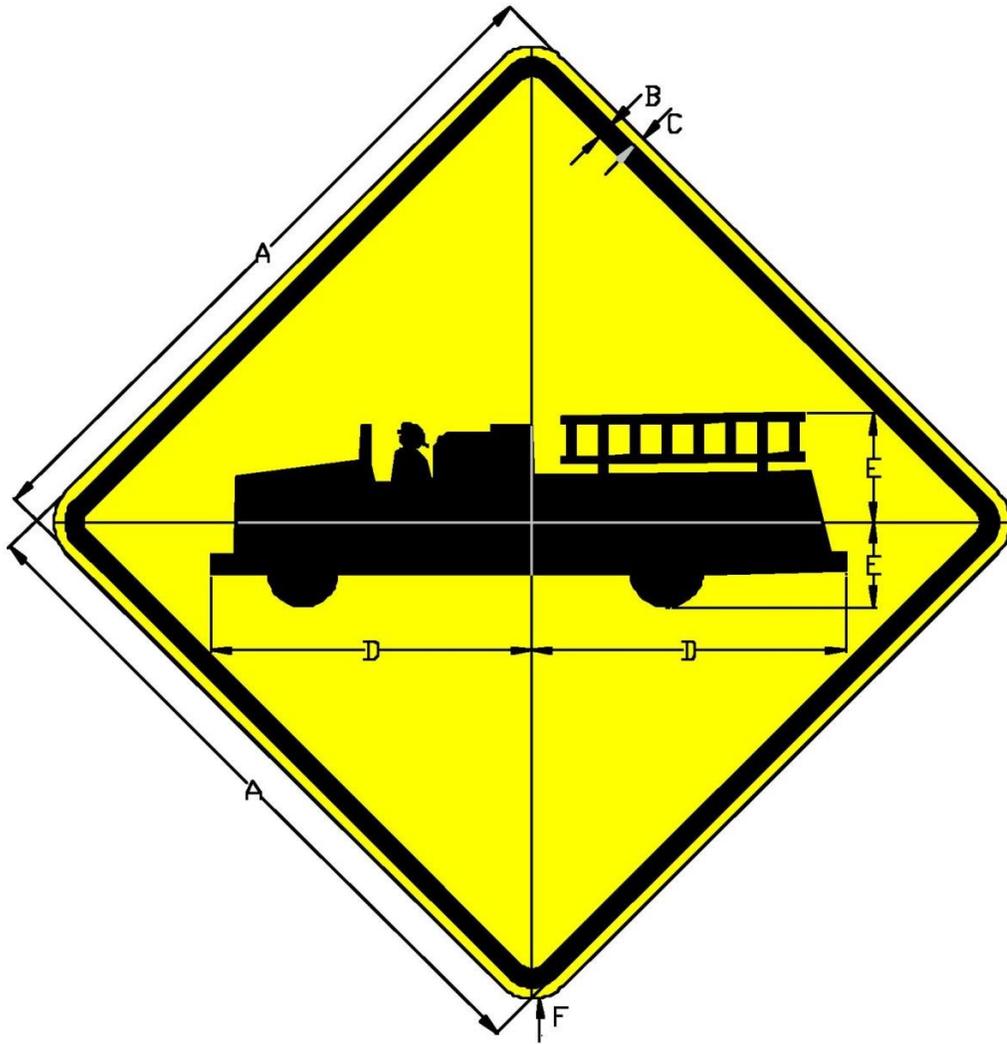
P-9-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| MIN. | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 3.8 | 27.9 | 16.1 |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 4.8 | 34.3 | 20.1 |
| ESP. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 7.6 | 27.9 | 24.0 |



P-9-8

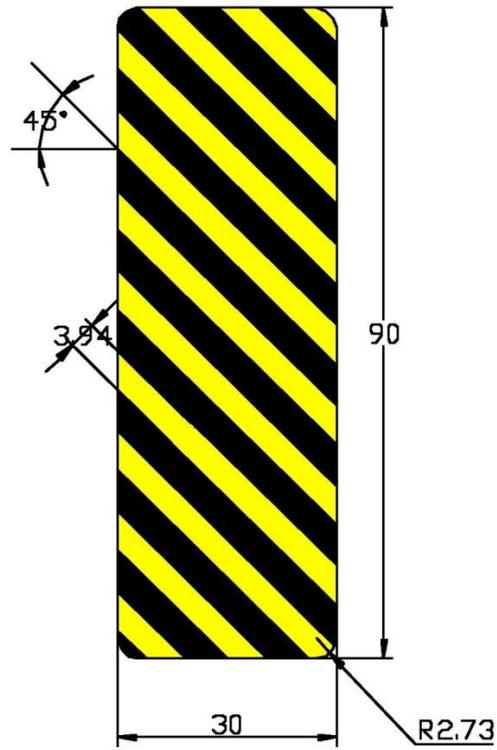
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------|-------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| MIN. | 25.4 | 61.0 | 1.6 | 1.0 | 4.0 | 7.5 | 2.4 | 7.8 | 19.0 | 3.8 |
| EST. | 31.7 | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 4.4 | 10 | 3.0 | 10.4 | 25.3 | 4.8 |
| ESP.1 | 38.1 | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 4.8 | 12.5 | 3.6 | 13.0 | 31.6 | 5.7 |
| ESP.2 | 50.8 | 121.9 | 3.2 | 1.9 | 6.4 | 15 | 4.8 | 15.6 | 38.2 | 7.6 |



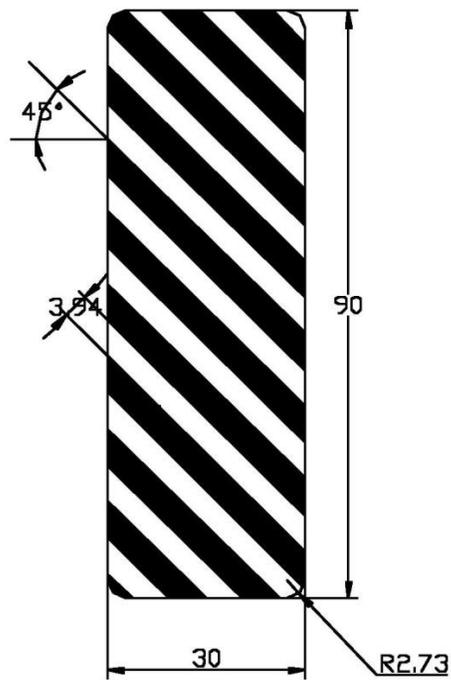
P-10-8

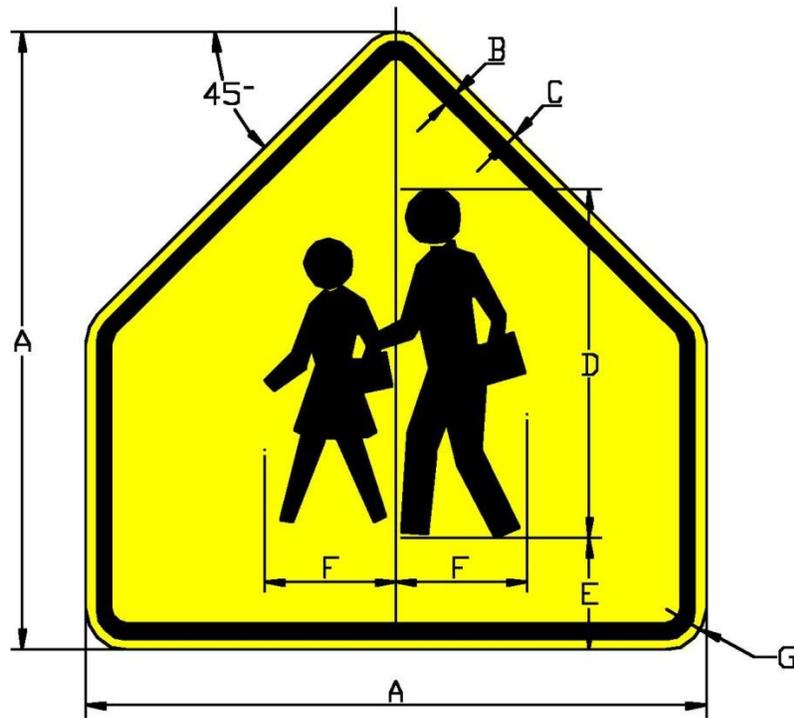
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| MIN. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 34.9 | 11.1 | 4.8 |
| EST. | 91.4 | 2.2 | 1.6 | 41.9 | 13.3 | 5.7 |

P-12-4a



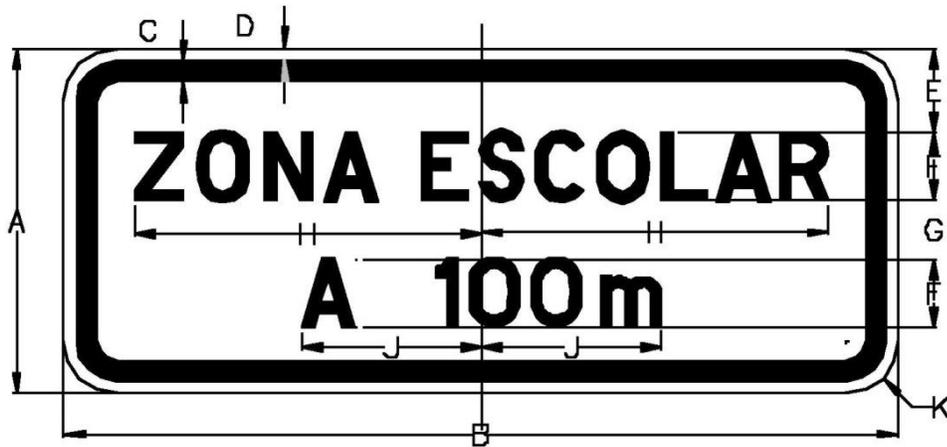
P-12-4b





E-1-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| EST. | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 42.9 | 13.8 | 16.1 | 3.8 |
| ESP. | 91.4 | 2.3 | 1.5 | 51.5 | 16.6 | 19.3 | 5.7 |



E-1-2

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | | | |
|------|---------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K |
| MIN. | 25.4 | 61.0 | 1.5 | 1.0 | 6.3 | 5 | 4.2 | 27.3 | 13.1 | 3.8 |
| EST. | 31.7 | 76.2 | 1.9 | 1.3 | 8.2 | 5 | 5.2 | 27.3 | 13.1 | 4.8 |
| ESP. | 38.1 | 91.4 | 2.3 | 1.5 | 9.5 | 7.5 | 6.3 | 41.2 | 19.7 | 5.7 |

Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C.* p. 337.

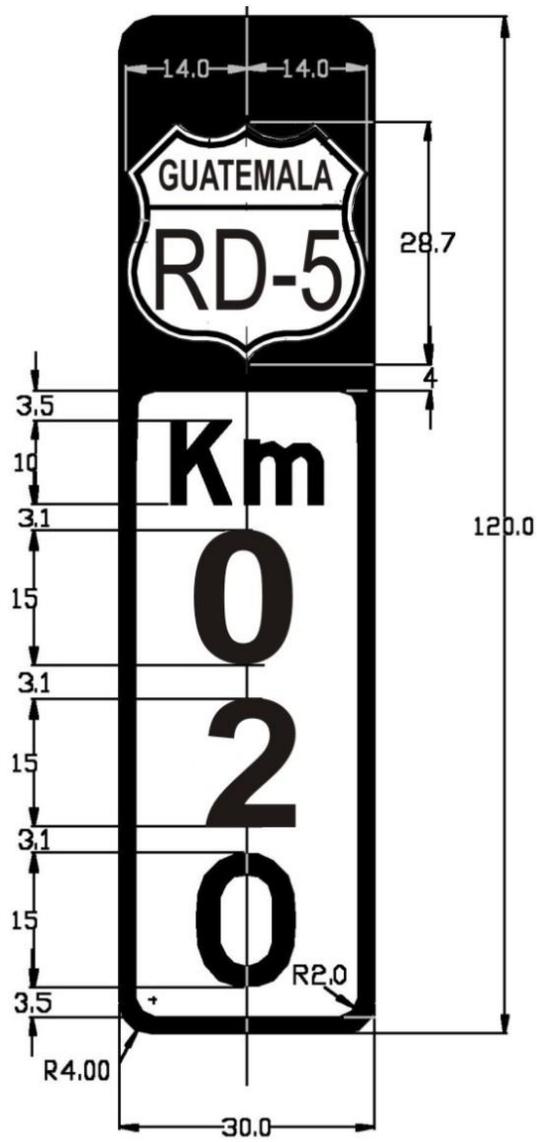
Figura 3. Señales de prevención



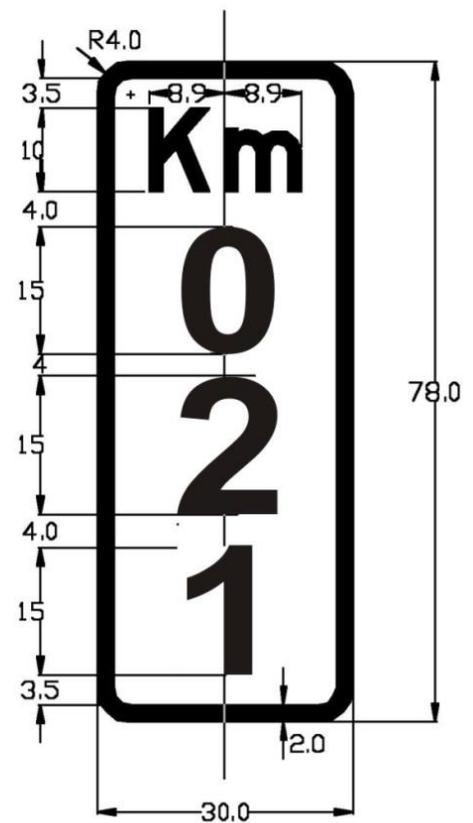
II-1-3b

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| EST. | 61.0 | 1.6 | 0.9 | 12.6 | 8.3 | 1.1 | 3.0 | 20 |
| ESP. | 91.4 | 2.4 | 1.2 | 19.0 | 12.6 | 1.7 | 4.5 | 30 |

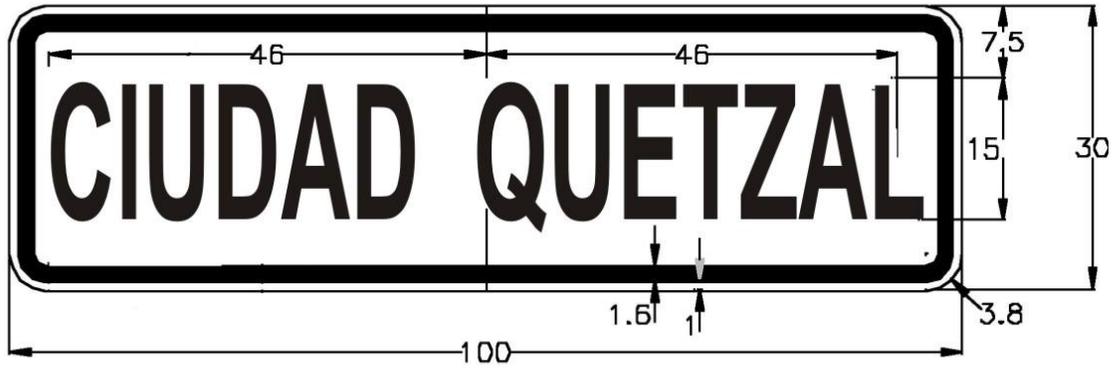
| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | | | |
|------|---------------------------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| | J | K | L | M | N | P | Q | R |
| EST. | 7.5 | 3.7 | 15.5 | 23.2 | 9.5 | 14.0 | 17.6 | 5.0 |
| ESP. | 12.5 | 5.8 | 23.2 | 38.4 | 14.2 | 21.0 | 26.4 | 7.5 |



II-4-1



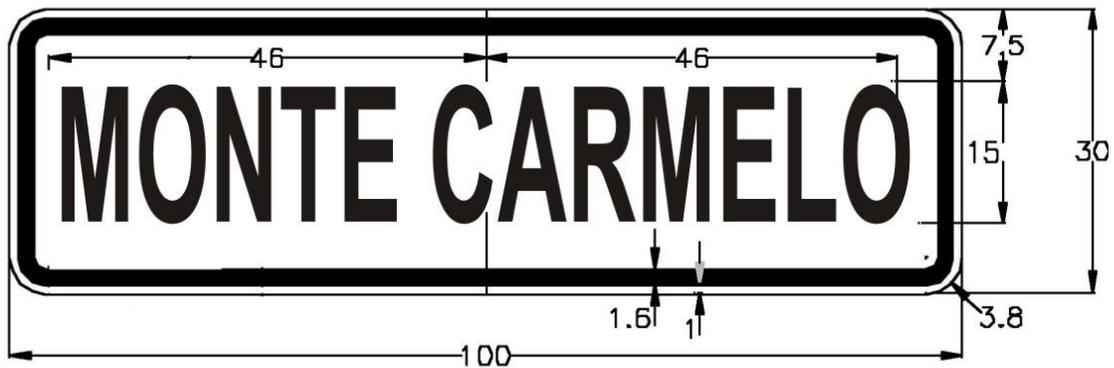
II-4-2a



II-5-1



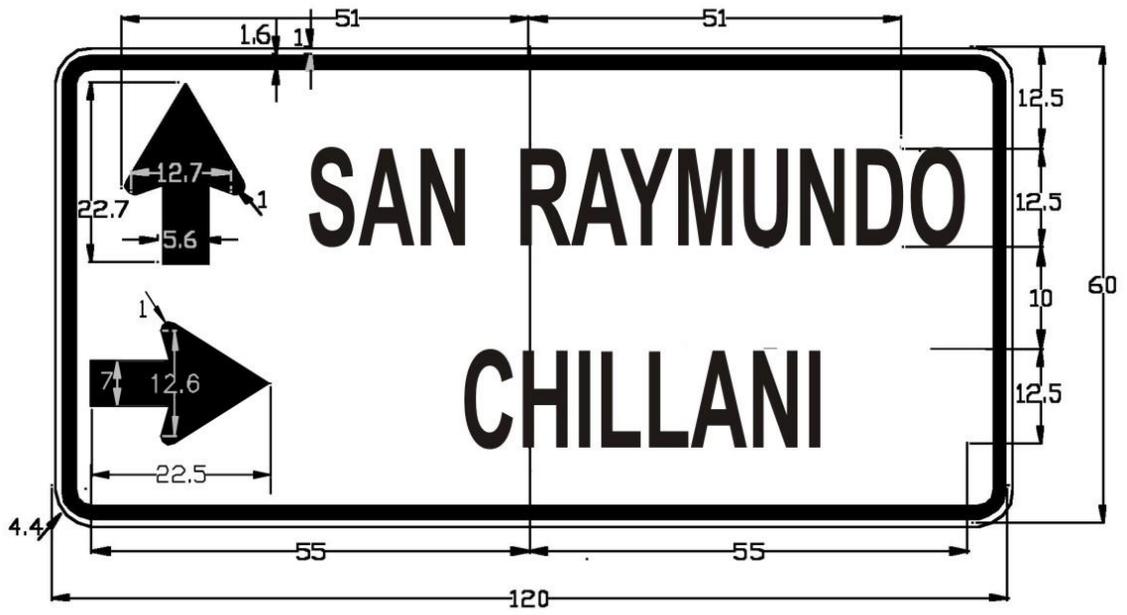
II-5-1



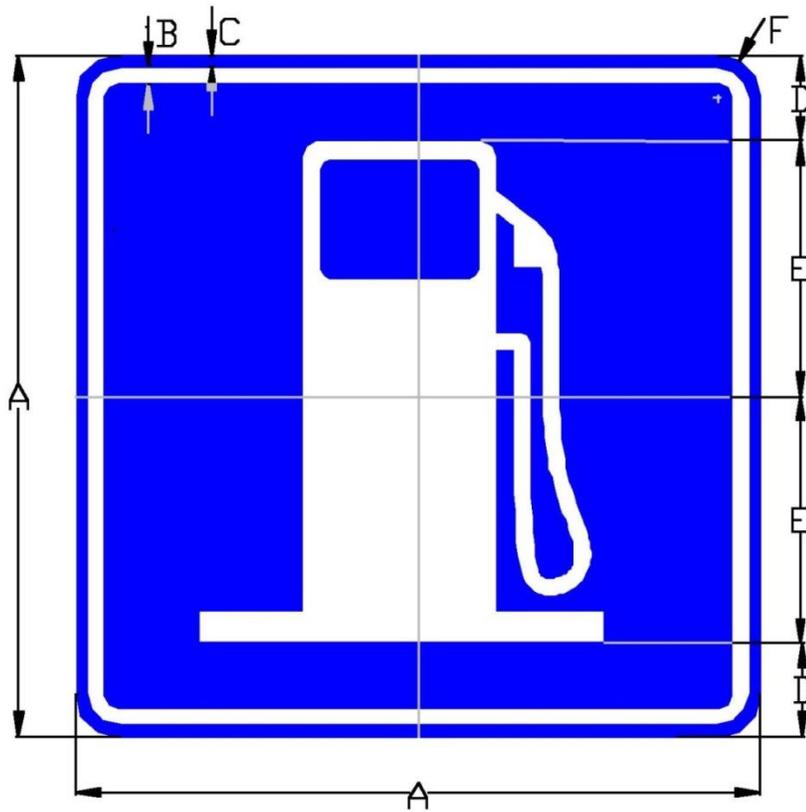
II-5-1



ID-1-5

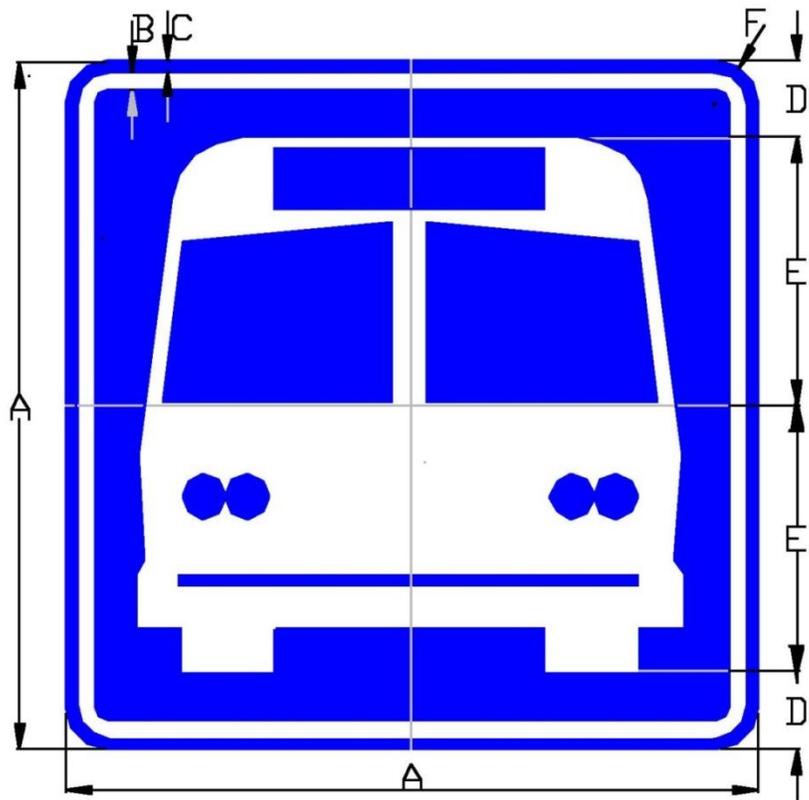


ID-1-5



IS-1-4

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| MIN. | 46 | 1.2 | 0.8 | 5.8 | 16.9 | 2.9 |
| EST. | 61 | 1.6 | 1.0 | 7.7 | 22.4 | 3.8 |



IS-3-1

| | DIMENSIONES (CENTIMETROS) | | | | | |
|------|---------------------------|-----|-----|-----|------|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| MIN | 46 | 1.2 | 0.8 | 5.7 | 17.3 | 2.9 |
| EST. | 61 | 1.6 | 1.0 | 7.6 | 22.9 | 3.8 |

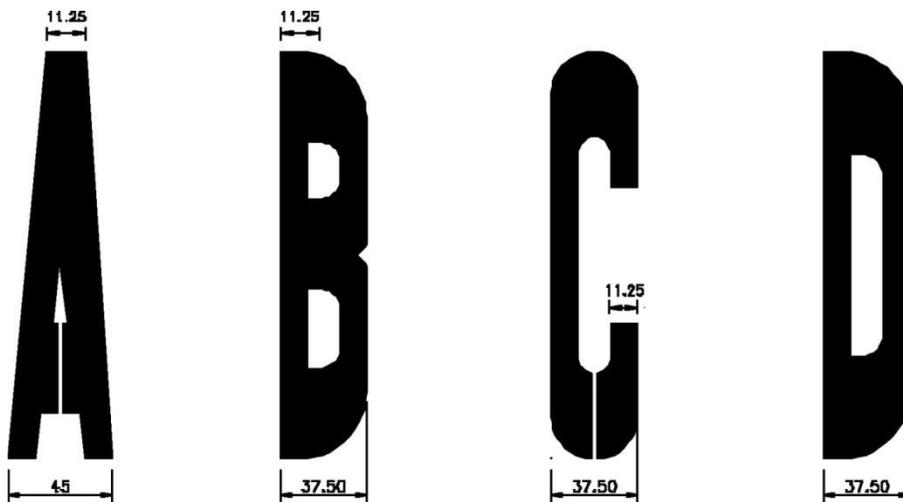
Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C.* p. 538.

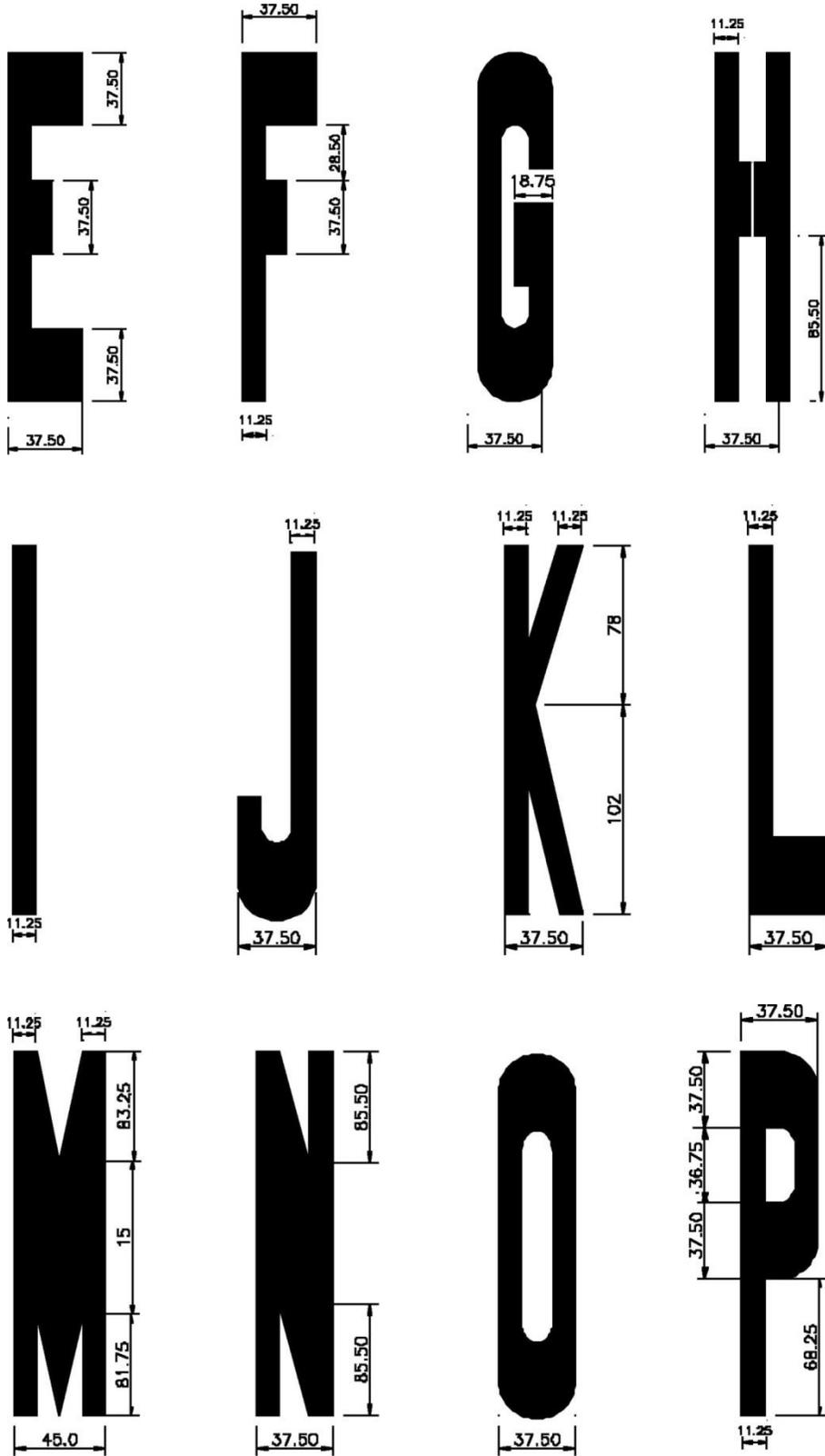
ANEXO D

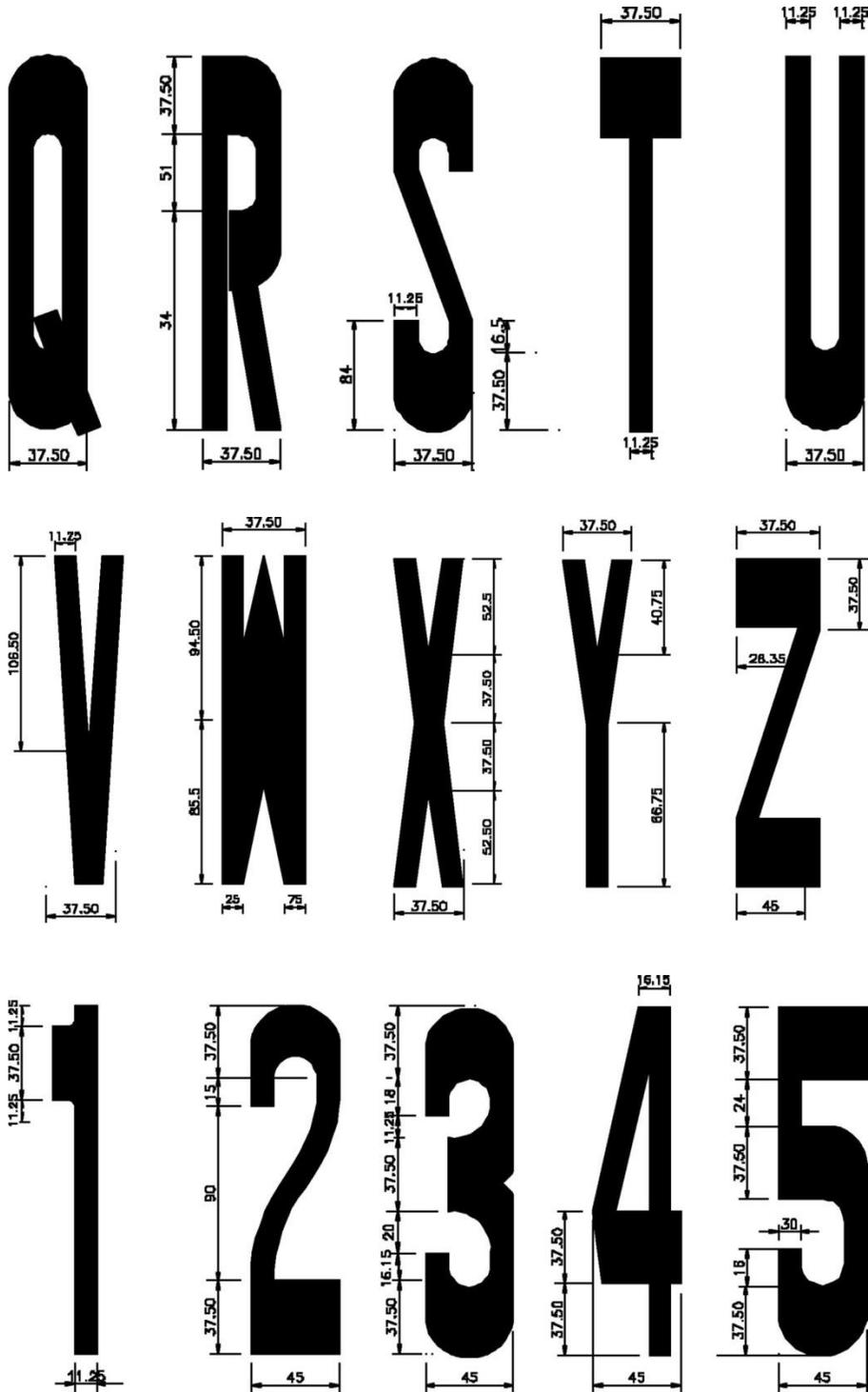
ALFABETO ESTÁNDAR PARA DEMARCACIONES EN EL PAVIMENTO

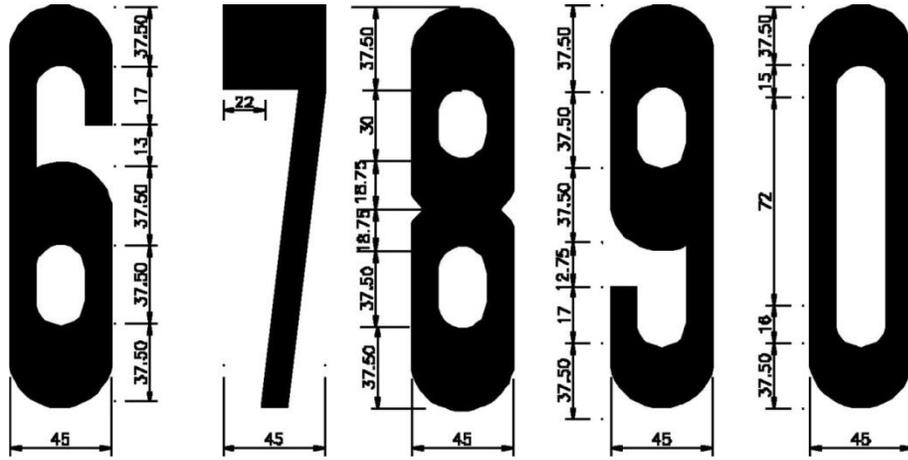
La demarcación de letras y números que se muestra a continuación, se emplean en vías en donde los vehículos, circulan a velocidades menores o iguales a 60 Km/h. Las dimensiones de las figuras están en centímetros, en general, la altura de las letras y números es de 1,80 metros.

Figura 1. **Letras y números sobre el pavimento**









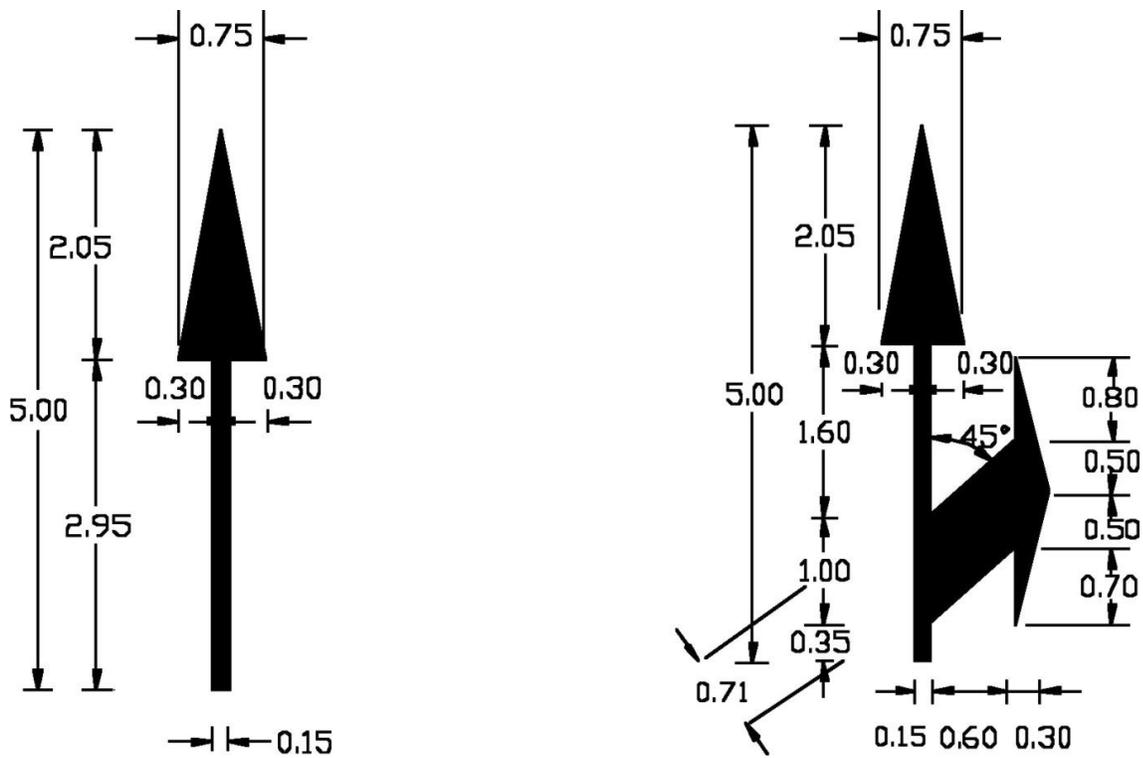
Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C*. p. 1227.

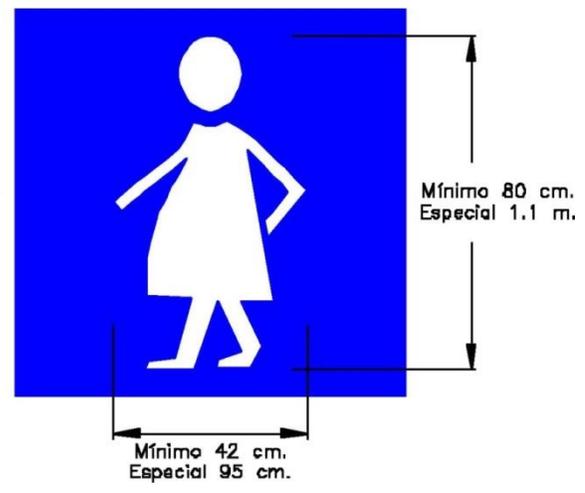
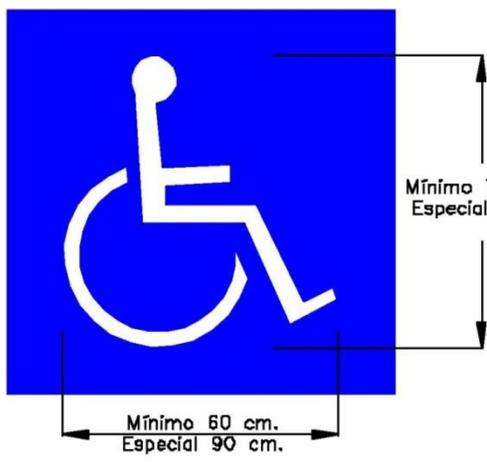
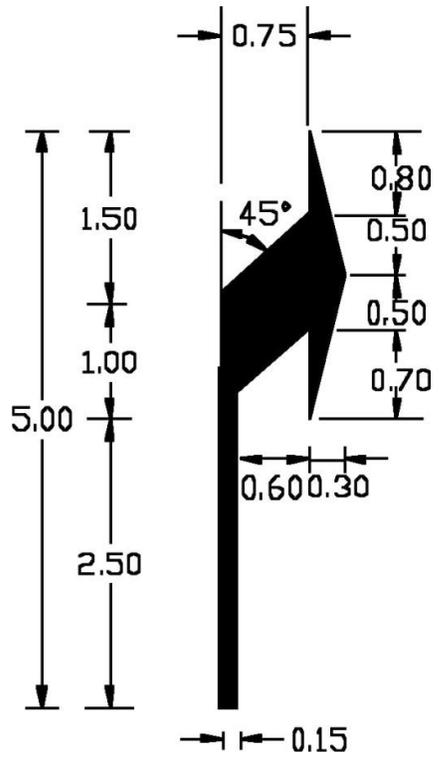
ANEXO E

FIGURAS ESTÁNDAR PARA DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO

La demarcación de flechas y figuras que se muestra a continuación, se empelan en vías en donde los vehículos, circulan a velocidades menores o iguales a 60 Km/h. Las dimensiones de las figuras están en centímetros.

Figura 1. Flechas y figuras sobre el pavimento





Fuente: Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito anexo C.* p. 1227.

