

REPÚBLICA DE COLOMBIA



MINISTERIO DE TRANSPORTE

RESOLUCIÓN No. 001384 DE 2010
20 ABR 2010

"Por la cual se adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia"

EL MINISTRO DE TRANSPORTE

En uso de sus facultades legales, especialmente las que le confieren la Leyes 769 de 2002, 1239 de 2008 y el Decreto 2053 de 2003, y

CONSIDERANDO:

Que mediante Ley 1239 de 2008, se modificaron los artículos 106 y 107 de la Ley 769 del 2 de agosto de 2002, así:

ARTÍCULO 1o. El artículo 106 del Código Nacional de Tránsito quedará así:

"Artículo 106. Límites de velocidad en vías urbanas y carreteras municipales. En las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 80 kilómetros por hora.

El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora.

ARTÍCULO 2o. El artículo 107 del Código Nacional de Tránsito quedará así:

Artículo 107. Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación, según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrá sobrepasar los 120 kilómetros por hora.

W

e.

M

"Por la cual se adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia".

Para el servicio público, de carga y de transporte escolar el límite de velocidad en ningún caso podrá exceder los ochenta (80) kilómetros por hora.

Será obligación de las autoridades mencionadas, la debida señalización de estas restricciones.

PARÁGRAFO. *La entidad encargada de fijar la velocidad máxima y mínima, en las zonas urbanas de que trata el artículo 106 y en las carreteras nacionales y departamentales de que trata este artículo, debe establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, apropiada y coherente con el tráfico vehicular, las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, visibilidad, las especificaciones de la vía, su velocidad de diseño, las características de operación de la vía".*

Que este Ministerio para cumplir con lo ordenado en dicha disposición, solicitó apoyo al Fondo de Prevención Vial, para que contratara un estudio que permita fijar la velocidad máxima y mínima en las carreteras nacionales, atendiendo las variables señaladas en el considerando precedente.

Que en desarrollo de dicho acuerdo el Fondo de Prevención Vial, contrató con la Universidad del Cauca una consultoría para que desde el punto de vista técnico recomendara y apoyara la toma de decisiones sobre las modificaciones de los criterios que actualmente se aplican en las vías nacionales, los cuales están contenidos en los Manuales de Diseño Geométrico y de Señalización.

Que en cumplimiento de lo anterior, la Universidad del Cauca elaboró un documento contentivo de las "METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED VIAL NACIONAL DE CARRETERAS".

Que el Decreto 2053 de 2003, en el Artículo 1º. Señala " **Objetivo del Ministerio.** *El Ministerio de Transporte tiene como objetivo primordial la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo" (Destacado fuera de texto).*

Que de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 2056 de 2003, corresponde al Instituto Nacional de Vías "INVÍAS", entre otras, la ejecución de las políticas, estrategias, planes programas y proyectos de la **infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria.**

"Por la cual se adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia".

Que el Decreto 1800 de 2003, dispone que corresponde al Instituto Nacional de Concesiones "INCO", entre otras, planear, estructurar, contratar, ejecutar y administrar los negocios de infraestructura de transporte que se desarrollen con participación del capital privado y **en especial las concesiones, en los modos carretero**, fluvial, marítimo y portuario.

Que el Ministerio de Transporte conformó un Comité Técnico de Acompañamiento al desarrollo del estudio contratado con la Universidad del Cauca, integrado por representantes del Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías - INVIAS, Instituto Nacional de Concesiones - INCO, Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional y el Fondo de Prevención Vial.

Que el Comité Técnico de Acompañamiento una vez recibido del Fondo de Prevención Vial el documento "Método para establecer límites de velocidad en carreteras colombianas", realizado por la Universidad del Cauca, considera que contempla los aspectos señalados en el parágrafo del artículo segundo de la Ley 1239 de 2008.

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- De conformidad con lo previsto en la Ley 1239 de 2008, para efectos de establecer los límites de velocidad máximos y mínimos en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales, se adopta el manual denominado "Método para establecer límites de velocidad en carreteras colombianas", elaborado por la Universidad del Cauca, el cual hace parte integral de la presente resolución.

PARÁGRAFO.- El método para establecer los límites de velocidad adoptado en este artículo no aplica para vías urbanas. En estas vías, las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o municipio respectivo, de conformidad con lo señalado en la Ley 1239 de 2008.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Acorde con lo establecido en el Parágrafo del artículo 2º de la Ley 1239 de 2008, la metodología para establecer los límites de velocidades en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales, considera aspectos como: velocidad genérica por tipo de carretera, especificaciones geométricas, velocidad de operación del sector, condiciones del medio ambiente, infraestructura vial, visibilidad, especificaciones de la vía, velocidad de diseño,

W

Q.

AL

"Por la cual se adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia".

características de operación y sitios especiales de restricción de velocidad. Dicha metodología comprende las siguientes actividades:

1. **SECTORIZACIÓN DE LA CARRETERA**
2. **ASIGNACIÓN DE VELOCIDAD GENÉRICA PARA CADA SECTOR.**
3. **UBICACIÓN Y ASIGNACIÓN VELOCIDADES A SITIOS ESPECIALES**
4. **AJUSTAR LA VELOCIDAD GENÉRICA EN EL SECTOR**
5. **TRANSICIÓN DE VELOCIDADES Y SEÑALES DE CONFIRMACIÓN**
6. **USO OPCIONAL DEL PROGRAMA "SEÑALES".**
7. **REVISIÓN PERIÓDICA Y CONSERVACIÓN DE SEÑALES**

ARTÍCULO TERCERO.- El Instituto Nacional de Vías - INVÍAS y el Instituto Nacional de Concesiones - INCO, las Gobernaciones, los Distritos y los Municipios, de acuerdo con sus competencias, utilizarán el método adoptado en el artículo primero de la presente resolución para establecer y señalar los límites de velocidad en las carreteras a su cargo.

PARÁGRAFO PRIMERO: Cada entidad en el marco de sus competencias realizara las acciones necesarias para establecer y señalar los límites de velocidad en la red vial a su cargo. Las carreteras concesionadas deberán estar señalizadas en un periodo no mayor a seis (6) meses y las no concesionadas lo deberán estar en un periodo no mayor a doce (12) meses.

PARÁGRAFO SEGUNDO: El INVÍAS y el INCO, de acuerdo con sus competencias, realizaran las acciones necesarias para establecer y señalar los límites de velocidad en la red vial a su cargo.

PARÁGRAFO TERCERO.- El Ministerio de Transporte a través de la Dirección de Transporte y Tránsito, con el acompañamiento de la Dirección de Infraestructura, realizará el seguimiento al INVÍAS y al INCO sobre el cumplimiento de la exigencia prevista en este artículo.

ARTÍCULO CUARTO.- Las velocidades máximas que se podrán establecer y señalar en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales serán de 120 Km/h para vías en doble calzada, y de 90 Km/h para vías en calzada sencilla.

PARÁGRAFO PRIMERO.- La velocidad máxima a la cual podrán transitar los vehículos automotores por las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales, públicas y privadas abiertas al público, serán las establecidas y señalizadas por la autoridad competente de acuerdo con lo señalado en el artículo tercero de la presente resolución y a través de señales reglamentarias SR-30, de conformidad con lo previsto en el Manual de Señalización Vial – Dispositivos Para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia. Y a su

"Por la cual se adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia".

vez dicha velocidad, en cada sector vial, corresponderá a la indicada en la señal inmediatamente anterior en el sentido de circulación.

PARÁGRAFO SEGUNDO.- De Acuerdo con lo establecido en la Ley 1239 de 2008, para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar el límite de velocidad en carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales en ningún caso podrá exceder los 80 Km/h, aún cuando la señalización dispuesta en la carretera indique velocidades mayores.

ARTÍCULO QUINTO.- Comunicar la presente resolución al Instituto Nacional de Vías "INVÍAS", Instituto Nacional de Concesiones "INCO", Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional, a las Gobernaciones, Municipios, Distritos, a los Organismos de Tránsito Municipales, Distritales y Departamentales.

ARTÍCULO SEXTO.- La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los

20 ABR 2010

Andrés Uriel Gallego Henao
ANDRÉS URIEL GALLEGO HENAO *AL*

Proyecto: Lidia Sofia Tellez N.- Parte jurídica
Gerardo Avila ; Omar Antonio Hernández - Parte Técnica
Revisó: Claudia Bohorquez- Subdirectora de Tránsito
Jorge Carrillo Tobos- Director de Transporte y Tránsito
Nelson Evelio López Gil - Director de Infraestructura
Vo. Bo Antonio José Serrano Martínez- Jefe Oficina Jurídica
Jaime Ramírez Bonilla - Coordinador Transporte Oficina Jurídica

001384 20 ABR 2010



Ministerio del Transporte



FONDO DE PREVENCIÓN VIAL
PREVENIR ES VIVIR



Universidad
del Cauca

Método para establecer límites de Velocidad en carreteras colombianas

001384 20 ABR 2010



Ministerio de Transporte



FONDO DE PREVENCIÓN VIAL
PREVENIR ES VIVIR



Universidad
del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil
Instituto de Posgrado

Método para establecer límites de velocidad en carreteras colombianas

- Metodología para la señalización de velocidad en la red nacional de carreteras

Abril de 2010

001384

20 ABR 2010

Adriana Bolaños Mora
Diseñadora Gráfica
- Diseño y Diagramación
prospectus.dym@gmail.com

001384

20 ABR 2010

COMITÉ TÉCNICO

Nelson López
Director Infraestructura
- Ministerio de Transporte

Omar Antonio Hernández Padilla
Asesor Despacho Viceministro de Transporte

Gerardo Avila
Dirección de Transporte Automotor
- Ministerio de Transporte

Oscar Rodríguez
Subdirección de Apoyo Técnico
- Instituto Nacional De Vías

Henry Vergara
Instituto Nacional de Concesiones

Mauricio Pineda Rivera
Director de Ingeniería y Control
- Fondo de Prevención Vial

Ary Fernando Bustamante Muñoz
Director Instituto de Posgrados en Ingeniería Civil
- Universidad del Cauca

ASESOR INTERNACIONAL

Gregory Curran Speier
Director Speier Road Safety Solutions

UNIVERSIDAD DEL CAUCA - EQUIPO DE TRABAJO

Ary Fernando Bustamante Muñoz
Director del Estudio

Carlos Alberto Arboleda Vélez
Ingeniero Especialista

José Fernando Sánchez Ordoñez
Ingeniero Especialista

Efraín De Jesús Solano Fajardo
Ingeniero Especialista

Nelson Rivas Muñoz
Ingeniero Especialista

Jorge Hernán Flórez Gálvez
Ingeniero Auxiliar

Martha Johana Plazas Nieto
Ingeniera Auxiliar

Indice

1. Introducción
2. Alternativas estudiadas
3. Definiciones
4. Procedimiento de trabajo
 - Paso 1 - Dividir el tramo en sectores
 - Paso 2 - Asignar una velocidad genérica a cada sector
 - Paso 3 - Ubicar y asignar velocidad a sitios especiales
 - Paso 4 - Ajustar la velocidad genérica en el sector
 - Paso 5 - Transición de velocidades y señales de confirmación
5. Uso del programa "señales"
 - 5.1. Instalación del programa
 - 5.2. Introducir la información geométrica de la vía
 - 5.3. Sectorizar el tramo y asignar velocidad genérica a cada sector
 - 5.4. Ubicar y asignar velocidad a sitios especiales
 - 5.5. Ajustar la velocidad genérica en el sector
 - 5.6. Procesamiento de la información, transición de velocidades y señales de confirmación
 - 5.7. Diseño de la demarcación horizontal
 - 5.8. Precisiones para vías multicarril
 - 5.9. Exportar gráficos a autocad
6. Bibliografía

1. Introducción

El Congreso de Colombia expidió la Ley 1239 de 2008, mediante la cual se modifican los artículos 106 y 107 de la Ley 769 de 2002, Código Nacional de Tránsito.

El artículo 2 de la Ley 1239 modifica al artículo 107 del Código Nacional de Tránsito así:

"Artículo 107. Límites de Velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para los vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación, según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrá exceder los 120 kilómetros por hora..."

Según la ley, se deben establecer los límites de velocidad de forma sectorizada, razonable, coherente y apropiada con el tráfico vehicular y para fijar los límites, las autoridades locales, departamentales y nacionales deben tener en cuenta las condiciones del medio ambiente, la infraestructura vial, el estado de las vías, la visibilidad, el diseño y las características de operación de la vía. Además, se establece que se debe procurar ubicar la señalización respectiva.

La metodología objeto de este estudio busca identificar tramos de carretera, que por su adecuada geometría y tipología de infraestructura, puedan operar con límites de velocidad diferentes a los establecidos inicialmente en la Ley 769. Estos valores serán establecidos dependiendo de cada situación específica.

Las principales premisas para la selección del método fueron:

- La Ley no se debe entender como una autorización expresa de aumentar los límites de velocidad en toda la red.
- La Ley establece la posibilidad de identificar tramos de carretera, que por su adecuada geometría y tipología de infraestructura, puedan operar con límites de velocidad superiores a los establecidos inicialmente en la Ley 769.
- Las vías existentes en Colombia, al momento de elaboración del presente estudio, fueron diseñadas con criterios diferentes a los que se establecen en el Manual de Diseño Geométrico de Colombia versión 2008.
- Los límites de velocidad se deben fijar atendiendo criterios de seguridad vial. Por tanto, se debe procurar establecer mecanismos o indicadores que midan el factor de riesgo en las vías. En todo momento se debe procurar contar con la información histórica de la accidentalidad del tramo.
- En lo posible, las variaciones en los límites de velocidad entre tramos sucesivos se deberán mantener en un rango restringido. Cuando la presencia de condiciones de operación exija restricciones fuertes en la velocidad, se deberá procurar asignar límites de velocidades en los tramos sucesivos, que permitan lograr cambios en forma gradual, es decir, disponer de longitudes de transición, en las cuales se realicen las variaciones de velocidad.
- Cada carretera se deberá dividir en tramos homogéneos, de acuerdo con las condiciones geométricas, sección transversal y lateral, patrones de tránsito y otros aspectos de interés.
- Las mediciones de velocidad en el campo se deben realizar siempre bajo condiciones de operación predeterminadas, para los vehículos a flujo libre. Para ello, será necesario conocer de antemano los patrones de tránsito de la vía y otros aspectos operacionales de interés.

001384 20 ABR 2010

- La aplicación de la Metodología en tramos de la red vial se llevará a cabo por personal idóneo, capacitado y con la experiencia apropiada que exige este tipo de actividades.
- Para la selección del método más apropiado se deben valorar principios técnicos y de funcionalidad de aceptación universal por la comunidad científica y que sean de fácil aplicación y supervisión.

001384

20 ABR 2010

MINISTERIO DE TRANSPORTE
Secretaría General
HOJA EN BLANCO

2. Alternativas estudiadas

Buscando definir un método de trabajo que pudiera cumplir de manera óptima con las premisas descritas, el Comité Técnico y el Grupo de Trabajo de la Universidad del Cauca realizaron la discusión alrededor de seis (6) alternativas probables y una posterior selección de una de ellas, la cual será desarrollada en la presente cartilla.

Las alternativas evaluadas fueron:

- **Método 1** – Procedimiento con límite de velocidad por tipo de carretera y ajuste con velocidad por consistencia.
- **Método 2** – Procedimiento basado en capacidad y nivel de servicio.
- **Método 3** – Procedimiento basado en modelo de simulación.
- **Método 4** – Procedimiento basado en mediciones de campo y ajuste por calificación de riesgo.
- **Método 5** – Procedimiento basado en puntaje asignado a la gestión de la seguridad.
- **Método 6** – Procedimiento basado en mediciones de campo y ajuste por accidentalidad.

Para darle un orden rápido a la evaluación de las premisas,

se condensaron en ocho (8) factores ponderables dentro de un proceso de calificación, los cuales fueron:

- **F-1:**Método basado en principios técnicos de aceptación universal por la comunidad científica (Universalidad).
- **F-2:**Método cuya aplicación sea función de la categoría o clasificación de la vía (Pertinencia).
- **F-3:**Método basado en las características de operación del tramo (Características específicas).
- **F-4:**Método que considere en forma explícita la accidentalidad histórica en el tramo de carretera (Perfil de riesgo).
- **F-5:**Método de fácil verificación y calibración en tramos experimentales (Verificación en campo).
- **F-6:**Método de fácil aplicación y supervisión para redes viales de tamaño medio y grande (Aplicabilidad).
- **F-7:**Método basado en indicadores de gestión y operación de fácil monitoreo y seguimiento en el tiempo (Seguimiento en el tiempo).
- **F-8:**Método que procure establecer límites de velocidad en sectores de cierta longitud (Resultados prácticos).

Atendiendo las recomendaciones de todos los actores presentes en el Comité Técnico, y con la colaboración del Asesor Internacional, se optó por el **Método 1 - Procedimiento con límite de velocidad por tipo de carretera y ajuste con velocidad por consistencia.**

3. Definiciones

Para la adecuada comprensión del método seleccionado, se partirá de los siguientes conceptos relacionados con la delimitación de la carretera a estudiar:

■ **Tramo.**

Un tramo de carretera corresponde a cada una de las divisiones administrativas establecidas por el Instituto Nacional de Vías en el sistema de Nomenclatura Vial, o a la parte de carretera sobre la que se van a determinar los límites de velocidad.

■ **Sector.**

Parte de un tramo con características geométricas homogéneas. Algunas de las características a las que refiere esta definición comprenden:

- Topografía.
- Combinación de alineamientos en planta y perfil.
- Número de calzadas.
- Sección transversal.
- Control de accesos.

■ **Sección.**

Parte de un sector, con tratamiento homogéneo desde el punto de vista de la señalización de límite de velocidad.

001384

20 ABR 2010

- **Sitio de restricción.**

Lugar dentro de la sección, con una longitud definida dentro de la misma, para el cual se presentan restricciones a la velocidad asociadas a factores geométricos de la vía o externos a ella.

- **Longitud de transición.**

Distancia determinada para realizar la maniobra de desaceleración hasta llegar a un sitio de restricción.

- **Longitud de confirmación.**

Distancia máxima para una sección en la cual se debe recordar a los conductores la velocidad máxima permitida mediante la instalación reiterada de la señal que la define.

001384

20 ABR 2010

4. Procedimiento de trabajo

Metodología para
la señalización de velocidad
en la Red Nacional de Carreteras



001384

20 ABR 2010

MINISTERIO DE TRANSPORTE

Secretaría General

HOJA EN BLANCO

Paso 1. Dividir el tramo en sectores

El tramo se divide en varios sectores de geometría homogénea identificados por sus PRs de inicio y fin teniendo en cuenta principalmente factores de tipo geométrico, para lo que es fundamental el conocimiento de la vía.

Para este proceso se requiere la siguiente información:

- Tipo de carretera. Dos carriles o multicarril.
- Geometría de la carretera.
 - Planta. Información básica de las curvas horizontales.
 - Perfil. Información básica de las curvas verticales
 - Sección transversal. Peraltes, anchos de calzada, separador (si existe), bermas, zona despejada (si existe).

Esta información podrá ser adquirida de los planos existentes, en formato digital o impreso, suministrados por el contratante, o en ausencia de cualquier información deberá ser medida directamente en campo.

Cabe anotar que para todo el tramo estudiado se debe mantener una sola secuencia de Postes de Referencia así como un único nivel de referencia para la información altimétrica o en perfil.

A cada sector se le asigna una clasificación de acuerdo con los tipos y características geométricas indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1.
Clasificación de los sectores de carretera
según sus características geométricas

| CLASIFICACIÓN | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS |
|----------------------------|--|
| Vía multicarril | |
| Tipo A1 | Velocidad de diseño de 100 a 120 km/h Radio mínimo 400 m Pendiente máxima 5 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de berma izquierda mínimo 1.00 m Ancho de berma derecha mínimo 2.00 m |
| Tipo B1 | Velocidad de diseño de 80 a 100 km/h Radio mínimo 230 m Pendiente máxima 6 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de berma izquierda mínimo 0.50 m Ancho de berma derecha mínimo 1.50 m |
| Tipo C1 | Velocidad de diseño de 60 a 80 km/h Radio mínimo 120 m Pendiente máxima 8 % Ancho de calzada 7.00 m Ancho de berma izquierda mínimo 0.50 m Ancho de berma derecha mínimo 1.30 m |
| Vía de dos carriles | |
| Tipo A2 | Velocidad de diseño de 70 a 80 km/h Radio mínimo 170 m Pendiente máxima 6 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de bermas mínimo 1.80 m |
| Tipo B2 | Velocidad de diseño de 60 a 70 km/h Radio mínimo 120 m Pendiente máxima 8 % Ancho de calzada 7.30 m Ancho de bermas mínimo 1.00 m |
| Tipo C2 | Velocidad de diseño de 50 km/h Radio mínimo 70 m Pendiente máxima 9 % Ancho de calzada 7.00 m Ancho de bermas mínimo 0.50 m |
| Tipo D2 | Velocidad de diseño de 40 km/h Radio mínimo inferior a 70 m Pendiente máxima superior al 9 % Ancho de calzada inferior a 7.00 m Ancho de bermas inferior a 0.50 m |

12 Para la medición del ancho de bermas se tendrá en cuenta la suma de las bermas cunetas
Método para establecer límites de velocidad en carreteras colombianas

Dentro del proceso de sectorización es muy recomendable realizar recorridos en vehículos en la vía con el fin de realizar una primera propuesta, basando este proceso en los siguientes parámetros:

- Identificación de los diferentes tipos de terreno.
- Sensibilización de las velocidades en condiciones de flujo libre para el vehículo. Al respecto, se espera que en la mayoría de los casos las velocidades tiendan a variar en la medida que el terreno obligue a la geometría de la vía a hacerlo.

Ubicación de curvas restrictivas. Se entiende por curvas restrictivas aquellas en las cuales por efecto de la combinación del Radio de curvatura y la deflexión total, es necesario reducir la velocidad a fin de evitar accidentes por pérdida de estabilidad del vehículo. Estas curvas se relacionarán en un formato con su ubicación aproximada y posteriormente con la información geométrica detallada se definirán sus parámetros precisos (Ver Tabla 4).

Paso 2. Asignar una velocidad genérica a cada sector

A cada uno de los sectores se le asigna una velocidad genérica teniendo en cuenta la presencia de zonas laterales despejadas, peatones y accesos controlados.

La Tabla 2 indica las velocidades genéricas por sector; para utilizar esta tabla, conviene tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Zona despejada o zona perdonante.** Área segura disponible para el uso de vehículos errantes y/o fuera de control con diseño traspasable. Franja libre de obstáculos a ambos

lados de la calzada, tales como postes, árboles, cabezales de alcantarilla, taludes en terraplén con inclinación inferior a 3:1, y en general cualquier elemento que represente un peligro en caso que un conductor pierda el control del vehículo y éste se salga de la vía. En caso que no se disponga de espacio suficiente para esta zona, se deben instalar barreras de contención vehicular debidamente probadas y técnicamente instaladas.

- **Accesos controlados.** Consiste en regular la entrada directa de vehículos a la vía principal; en algunos casos se recomienda construir una vía paralela que recoja todo el tráfico de las vías secundarias y lo conduzca al sistema vial principal, al que se incorpora mediante intersecciones a desnivel.
- **Control parcial de accesos.** Consiste en regular la entrada directa de vehículos a la vía principal, y permitirla sólo en sitios determinados que cumplen con parámetros de seguridad, incluyendo carriles de aceleración y deceleración.
- **Sin concentración de peatones.** Sitios en los cuales el flujo peatonal es bajo y no se presentan grupos de personas que cruzan con frecuencia la vía.

La Figura 1 muestra un ejemplo de sectorización y de asignación de velocidad genérica por sector.

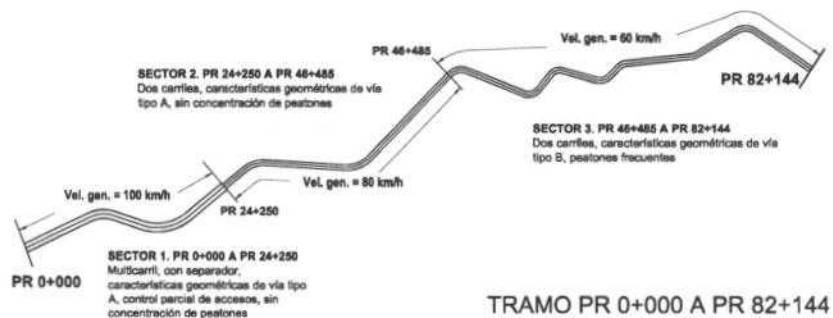


Figura 1. - Ejemplo de sectorización y asignación de velocidad genérica

001384

20 ABR 2010

Tabla 2.
Velocidad genérica según el tipo de carretera

| TIPO DE CARRETERA | VELOCIDAD GENÉRICA (km/h) | |
|---|---------------------------|---------------|
| | CON SEPARADOR | SIN SEPARADOR |
| Multicarril, características geométricas de vía tipo A1, zona despejada de 9 m o con elementos de contención vehicular, accesos controlados, sin peatones | 120 | No aplica |
| Multicarril, características geométricas de vía tipo B1, control parcial de accesos, sin concentración de peatones | 100 | 90 |
| Multicarril, con características geométricas de vía tipo B1, sin control de accesos, sin concentración de peatones | 90 | 80 |
| Multicarril, con características geométricas de vía tipo C1, sin control de accesos, sin concentración de peatones | 80 | 70 |
| Multicarril, con características geométricas de vía tipo C1, sin control de accesos, con peatones frecuentes | 70 | 60 |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo A2, sin concentración de peatones | 80 | |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo A2, con peatones frecuentes | 70 | |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo B2, sin concentración de peatones | 70 | |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo B2, con peatones frecuentes | 60 | |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo C2, con peatones frecuentes | 50 | |
| Dos carriles, características geométricas de vía tipo D2, con peatones frecuentes | 40 | |

15

4. Procedimiento de Trabajo

Paso 2. - Asignar una velocidad genérica a cada sector

Paso 3. Ubicar y asignar velocidad a sitios especiales

En cada sector se deben identificar y ubicar los sitios en los que se producen condiciones especiales de velocidad, y asignarles las velocidades de paso, según lo indicado en la Tabla 3.

Tabla 3.
Velocidad en sitios especiales

| IDENTIFICACIÓN DEL SITIO | VELOCIDAD (km/h) |
|---|-------------------------------|
| Paso por zonas urbanas y semi-urbanas | 30 |
| Paso por zonas recreacionales: balnearios, restaurantes, estaderos, sitios de atracción turística | 30 |
| Puentes angostos y cuellos de botella | 40 |
| Paso por zonas escolares | 30 |
| Curvas restrictivas y otros | Ver Tabla 4 |
| Túneles | Velocidad de diseño del túnel |

Estas velocidades son sugeridas, por lo que se pueden ajustar a criterio de quien hace el estudio, teniendo en cuenta las características propias de la restricción y/o la accidentalidad de cada sitio.

Los cuellos de botella se pueden generar por estrechamientos de calzada, zonas inestables que generan hundimientos o caídas de piedra y otras situaciones que afecten a la velocidad de modo permanente.

Una curva restrictiva es una curva aislada de Radio pequeño y/o deflexión grande, comúnmente identificada por los usuarios de la vía como peligrosa, ubicada después de una recta larga, que obliga a una disminución notable de velocidad.

La velocidad en la curva restrictiva se puede obtener de un estudio de velocidades o de la Tabla 4.

De cada sitio restrictivo se deben identificar el PR de inicio, el PR final, el tipo de restricción y la velocidad de paso.

Tabla 4.
Velocidad sugerida en curvas restrictivas

| RADIO (m) | VELOCIDAD (km/h) |
|--------------------|------------------|
| $R \leq 40$ | 30 |
| $40 < R \leq 70$ | 40 |
| $70 < R \leq 110$ | 50 |
| $110 < R \leq 160$ | 60 |

La velocidad seleccionada en cada sitio especial es la que se colocará en la señal reglamentaria correspondiente (SR-30), siguiendo las indicaciones del Manual de Señalización vigente en Colombia.

La Figura 2 muestra un ejemplo de señalización en sitios especiales.

SECTOR PR 46+485 A PR 82+144
Velocidad genérica 60 km/h

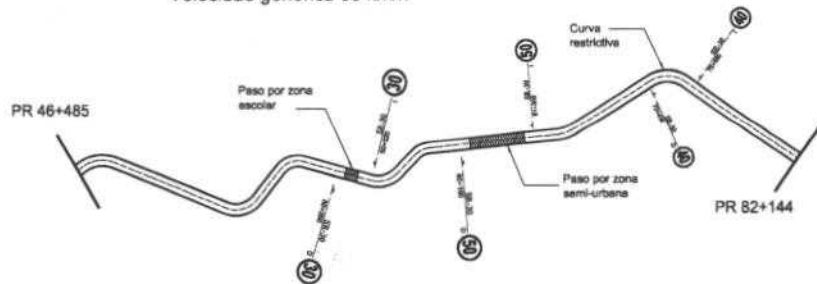


Figura 2. - Ejemplo de ubicación y señalización de velocidad en sitios especiales

Paso 4. Ajustar la velocidad genérica en el sector

La velocidad genérica en el sector se ajusta teniendo en cuenta la velocidad de operación en el mismo, la cual se obtiene mediante la medición de velocidades con radar.

Para hacer un operativo de mediciones de velocidad es indispensable el conocimiento de la vía, ya que se debe hacer en sitios representativos; se establecerá un sitio cerca del inicio del sector, uno cerca del final, y los que a juicio del analista sean necesarios para detectar la variabilidad de la velocidad al interior del mismo. Mientras más sitios de medición de velocidades haya, mayor precisión habrá en el proceso.

Dentro de cada sector se deben especificar varias secciones en

las cuales la velocidad es homogénea, identificando el PR inicial y el PR final de cada una de ellas. El sector debe quedar cubierto por las secciones en las que se miden velocidades.

La medición de velocidades se hace a automóviles, buses y camiones a flujo libre; se consideran condiciones de flujo libre cuando la brecha entre vehículos es mayor de cinco (5) segundos. La brecha es el tiempo medido entre el parachoques trasero de un vehículo y el parachoques delantero del vehículo que lo sigue.

La ubicación del personal y equipos encargados de la toma de velocidades no debe inducir a los conductores a reducir las velocidades. En tal sentido, se requerirá la mayor discreción tanto en la presentación de las personas como en el porte y uso de los equipos.

En caso que se cuente con apoyo logístico por parte de miembros de las fuerzas militares y de policía, éstos se deberán abstener de portar uniforme así como de levantar infracciones mientras dure el proceso de medición.

Salvo que se requiera para un análisis detallado, no se ubicarán sitios de medición cerca de sitios de restricción, ya que la velocidad para ellos estará determinada por criterios propios de cada tipología de restricción.

La cantidad de lecturas en cada sitio dependerá del tipo de vía, la varianza de los datos y el nivel de confianza del estudio. En la Tabla 5 se presenta la cantidad de lecturas de velocidad mínimas que se deben realizar a flujo libre.

Tabla 5.
Cantidad de lecturas de velocidad a flujo libre

| CONDICIÓN | NÚMERO MÍNIMO DE LECTURAS DE VELOCIDAD A FLUJO LIBRE, POR SENTIDO DE CIRCULACIÓN |
|---------------------------|--|
| Carretera multicarril | 65 |
| Carretera de dos carriles | 50 |

Una vez tomadas y procesadas las velocidades medidas en campo se obtiene la velocidad de operación (percentil 85 de las velocidades), la cual permite ajustar la velocidad genérica del sector, según lo indicado en la Tabla 6.

Tabla 6.
Ajuste a la velocidad genérica por velocidad de operación

| SITUACIÓN | VELOCIDAD A SEÑALIZAR (km/h) |
|--|---|
| Velocidad de operación \leq Velocidad genérica | Velocidad de operación, aproximada a múltiplo de 10, por exceso o defecto |
| Velocidad de operación $>$ Velocidad genérica | Velocidad genérica incrementada hasta en 10 km/h |

La velocidad resultante de este ajuste es la que prevalecerá como velocidad máxima en cada uno de los sectores estudiados.

Paso 5. Transición de velocidades y señales de confirmación

En general, las señales se ubicarán siguiendo los criterios descritos en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte que se encuentre vigente en el momento de realizar el trabajo.

- **En sitios de restricción.**
En la aproximación a cada sitio especial se deben colocar señales que indiquen la variación progresiva de velocidad, en variación de 20 km/h, espaciadas entre sí 100 m.
- **Señales de confirmación.**
Para confirmar el valor de velocidad máxima en sectores de gran longitud se deben instalar señales con un espaciamiento fijado por el contratante, el cual debe estar entre dos (2) y cinco (5) kilómetros.

Para las curvas restrictivas, después de calcular su Velocidad Específica (V_{ch}), se hará una comparación con la velocidad máxima en el sector. Si diferencia entre estas dos velocidades es superior a 10 km/h, se deberá adosar una señal informativa a la parte inferior del tablero de la señal de curva, el cual deberá indicar el valor de la V_{ch} como velocidad sugerida para esa curva (ver Figura 3).



Figura 3. - Velocidad sugerida en curvas restrictivas

- **En Intersecciones a nivel.**

Cuando hay intersecciones a nivel con retornos, salidas, etc., queda a juicio de quien realiza el análisis, diseñar las señales de límite de velocidad adicionando en la parte inferior del tablero señales informativas con flechas o mensajes como SALIDA, RETORNO, etc., según corresponda



Figura 4. - Señal de límite de velocidad en una intersección

Una vez superado el sitio especial que generó la restricción de velocidad, se debe instalar la señal que indica la velocidad máxima que se tenía antes de dicho sitio (velocidad máxima del sector)

5. Uso del programa “Señales”

El programa de computador “SEÑALES” fue desarrollado como una herramienta de apoyo para aplicar la metodología de determinación de límites de velocidad.

El programa permite guardar la información geométrica de la vía, los parámetros de diseño, los datos de velocidades (las mediciones de campo), procesar y obtener la velocidad de operación y diseñar la señalización según los criterios definidos, generando esquemas y listados con la ubicación de las señales de velocidad y la demarcación de zonas de adelantamiento.

5.1 INSTALACIÓN DEL PROGRAMA

El programa se suministra en un CD, en una carpeta denominada SEÑALES. El usuario debe copiar esta carpeta en el disco duro del computador y ejecutar la aplicación *copialib.exe*, que instala las librerías que requiere el programa, y lo habilita para su ejecución.

Para correr el programa, abrir el archivo Señales.exe.

Al entrar en la aplicación se presenta una pantalla con la apariencia que muestra la Figura 5.

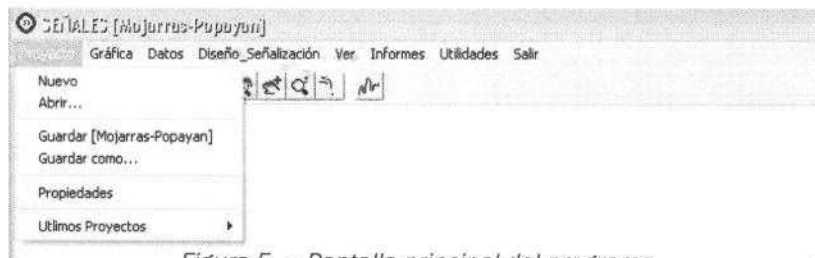


Figura 5. – Pantalla principal del programa

En la barra de menú hay opciones para manejo de proyectos, presentación de gráficos, introducción de datos, el diseño de la señalización y otros.

El manejo de archivos (abrir, guardar, crear) se hace a través de la opción proyectos.

Se cuenta también con un conjunto de iconos que permiten acceder de modo más rápido a las principales opciones del menú.

5.2 INTRODUCIR LA INFORMACIÓN GEOMÉTRICA DE LA VÍA

Para sectorizar se requiere la información geométrica, la cual se puede tomar de los planos existentes o ser medida en el campo, e introducirla al programa accediendo a la opción Datos/Tramo (ver Figura 6).

La información requerida es la siguiente:

Código: 2503 Aceptar

Descripción: MOJARRAS-POPAYAN

PR Inicial: 0+000

PR Final: 121+000

Sentido Tráfico: Dos Sentidos Incremento en Abscisado (m): 100

Distancias entre PR's Longitud Total (m): 121,713.900

Sectores

Curvas Horizontales Sitios Especiales

Curvas Verticales Velocidades

Accidentalidad

Punto Inicial

Azimut Inicial (g,m,s): 3,30,0

Coordenadas (m)

N: 2000 E: 1000 Cota: 621

Calcular Coordenadas

Figura 6. - Información del tramo

| PR Inicial | PR Final | Distancia (m) |
|------------|----------|---------------|
| 0 | 1 | 1000 |
| 1 | 2 | 1288 |
| 2 | 3 | 706 |
| 3 | 4 | 1002.5 |
| 4 | 5 | 1000.5 |
| 5 | 6 | 998 |
| 6 | 7 | 1006.7 |
| 7 | 8 | 1004 |
| 8 | 9 | 1010.8 |
| 9 | 10 | 947.5 |
| 10 | 11 | 1000.5 |
| 11 | 12 | 1006.6 |
| 12 | 13 | 997.1 |
| 13 | 14 | 997.5 |
| 14 | 15 | 1063.6 |
| 15 | 16 | 914.4 |
| 16 | 17 | 1002 |
| 17 | 18 | 1001.5 |
| 18 | 19 | 1214.5 |
| 19 | 20 | 789.8 |
| 20 | 21 | 998.5 |
| 21 | 22 | 1002.4 |

Aceptar **Salir**

Distancia entre postes de referencia consecutivos (Distancias entre PRs). En caso de no existir registro de esta información, es necesario levantarla mediante un odómetro de patín, preferiblemente a lo largo del eje central de la vía. En el evento en que el tránsito no permita realizar esta operación de manera segura, se podrá tomar en los bordes de la calzada, registrando siempre el borde por el cual se ha medido (ver Figura 7).

Si se dispone de planos se trabaja con las abscisas, por tanto la distancia entre PRs será de 1000 m.

Figura 7. - Distancia entre postes de referencia (PR)

Geometría en planta (Opción Curvas Horizontales). Debido a la filosofía del procedimiento, en lugar de requerir un registro continuo del abscisado de la vía, se requiere únicamente la información en términos de abscisas o con respecto al sistema de Postes de los principales elementos en Planta.

- **PR inicial y PR final.** Corresponde a los sitios donde inicia y finaliza la curva horizontal. Para el caso de curvas circulares corresponderá a los PRs de los puntos PC y PT, y para curvas espiralizadas a los puntos TE y ET.

- **Deflexión.** Se requiere el dato de la deflexión total de la curva, sin importar si corresponde a una curva circular o a una espiralizada. Para efectos de cálculo, se anotarán como negativas las deflexiones de curvas hacia la izquierda y como positivas las deflexiones de curvas hacia la derecha. Se introduce en el formato g, m, s (grados sexagesimales, minutos, segundos).
- **Radio.** En este campo se introduce el valor del radio de curvatura. En caso que la curva sea espiralizada, se introduce el valor del radio del segmento circular central (R_c).
- **Peralte.** Con el fin de calcular las velocidades en las curvas restrictivas o peligrosas, se requiere introducir el valor del peralte máximo para cada curva, considerando como negativos los contraperaltes en caso que se presenten. Sin embargo, esta información no es indispensable.

En resumen, la información que requiere el método en este componente se ilustra en la Figura 8 y se ordena como lo muestra la Figura 9.

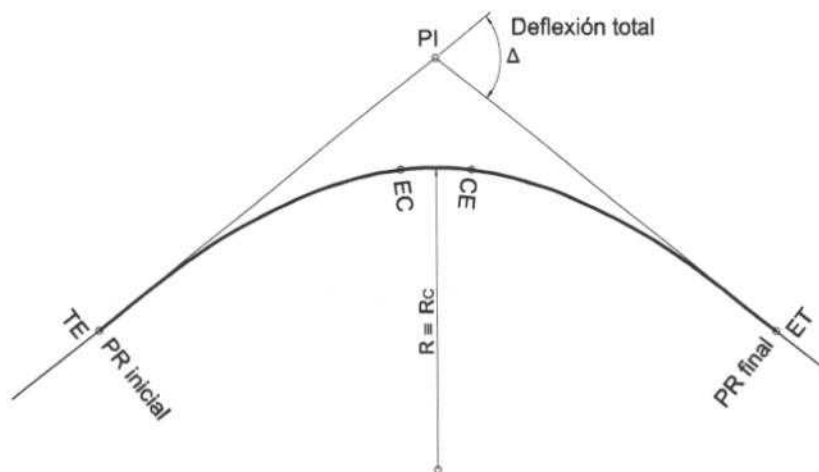


Figura 8. – Elementos de la geometría en planta requeridos

| # | PR Inicial | PR Final | Delta (g.m.s) | Radio (m) | Peralte (%) |
|-----|------------|----------|---------------|-----------|-------------|
| 737 | 96+101,7 | 96+012 | 20,62,0 | 83,445 | 4 |
| 738 | 96+034 | 96+091 | -37,38,0 | 40,9241 | 8 |
| 739 | 96+236 | 96+275 | 28,8,0 | 80,5264 | 4 |
| 740 | 96+296 | 96+343 | -62,54,0 | 42,9764 | 4 |
| 741 | 96+386 | 96+386 | 8,20,0 | 137,5089 | 6 |
| 742 | 96+488 | 96+534 | -42,52,0 | 61,8313 | 8 |
| 743 | 96+534 | 96+574 | -11,50,0 | 192,6107 | 6 |
| 744 | 96+574 | 96+607 | -9,42,0 | 196,7549 | 4 |
| 745 | 96+676 | 96+780 | 62,14,0 | 77,7774 | 7 |
| 746 | 96+808 | 96+844 | 39,38,0 | 51,485 | 7 |
| 747 | 96+844 | 96+880 | 29,48,0 | 68,4473 | 7 |
| 748 | 96+905 | 96+958 | 56,16,0 | 51,7727 | 6 |
| 749 | 96+972 | 97+041 | -44,28,0 | 56,1862 | 7 |
| 750 | 97+102 | 97+131 | -23,4,0 | 72,8286 | 6 |
| 751 | 97+180 | 97+208 | 15,58,0 | 173,6066 | 2 |
| 752 | 97+226 | 97+259 | 36,8,0 | 52,0865 | 6 |
| 753 | 97+340 | 97+386 | -11,50,0 | 223,2115 | 2 |
| 754 | 97+401 | 97+472 | -32,58,0 | 123,6815 | 3 |
| 755 | 97+519 | 97+538 | 12,20,0 | 85,9437 | 6 |
| 756 | 97+575 | 97+607 | -59,10,0 | 31,3656 | 4 |
| 757 | 97+800 | 97+820 | 4,38,0 | 249,1121 | 4 |

Figura 9. – Información geométrica en planta

Geometría en perfil (Opción Curvas Verticales). De manera similar a la geometría en planta, en esta etapa se requiere información básica de las curvas verticales, así:

- **PR inicial y PR final.** Corresponde a los lugares de inicio y finalización de la curva vertical, comúnmente conocidos como PCT y PTV.
- **Cotas PCV y PTV.** En estos campos se introducirán los valores de las cotas para cada uno de los puntos descritos.
- **Cota PIV – E.** Este valor corresponde a la cota de la proyección del PIV de la curva vertical sobre la rasante de la vía, lo que equivale a la cota del PIV más o menos la externa de la curva vertical.

En resumen, la información que requiere el método en este componente se ilustra en la Figura 10 y se ordena como lo muestra la Figura 11.

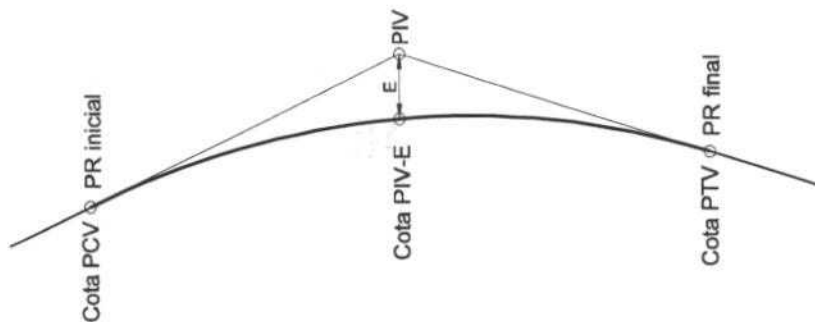


Figura 10. – Información solicitada por el método con relación al perfil longitudinal

| # | PR Inicial | PR Final | Cota PCV (m) | Cota PIV-E (m) | Cota PTV (m) |
|----|------------|----------|--------------|----------------|--------------|
| 1 | 0+349 | 0+376 | 621.2 | 621 | 621 |
| 2 | 0+404 | 0+594 | 621 | 620.9 | 611.5 |
| 3 | 0+804 | 0+932 | 590.2 | 583.3 | 582.7 |
| 4 | 1+253 | 1+448 | 579.6 | 578.7 | 587.9 |
| 5 | 1+502 | 1+613 | 582.8 | 586.4 | 586.5 |
| 6 | 1+613 | 1+710 | 596.5 | 594.8 | 597 |
| 7 | 1+731 | 1+789 | 598 | 598.8 | 598 |
| 8 | 1+899 | 1+969 | 594.8 | 593.8 | 594.2 |
| 9 | 1+1099 | 1+1219 | 595.2 | 595.9 | 587.7 |
| 10 | 2+030 | 2+190 | 601 | 605.7 | 603.1 |
| 11 | 2+260 | 2+290 | 600.4 | 599.8 | 599.7 |
| 12 | 2+330 | 2+390 | 599.6 | 599.5 | 598.8 |
| 13 | 2+540 | 2+600 | 596 | 595.4 | 595.4 |
| 14 | 2+670 | 2+690 | 595.4 | 595.5 | 595.2 |
| 15 | 2+700 | 3+013 | 594.5 | 593.8 | 593.9 |
| 16 | 3+185 | 3+271 | 594.2 | 594.3 | 590 |
| 17 | 3+349 | 3+499 | 584 | 577.5 | 582.7 |
| 18 | 3+539 | 3+699 | 585.4 | 580.6 | 586.5 |
| 19 | 3+739 | 3+819 | 584.6 | 582.9 | 583.7 |
| 20 | 4+057 | 4+097 | 587.6 | 587.8 | 588.8 |
| 21 | 4+227 | 4+347 | 595 | 598.1 | 594.9 |

5.3 SECTORIZAR EL TRAMO Y ASIGNAR VELOCIDAD GENÉRICA A CADA SECTOR

Teniendo en cuenta la geometría y las condiciones de operación, y basándose en lo indicado en la Tabla 1, el usuario debe identificar los diferentes sectores y digitarlos (Opción Datos/Tramo/Sectores). Ver Figura 13.

En el programa, cada sector se guarda como un proyecto. Si se trata de una carretera de calzada múltiple, cada calzada se maneja como un proyecto diferente.

El dato del TPDS es opcional; si no se dispone de él, se puede omitir.

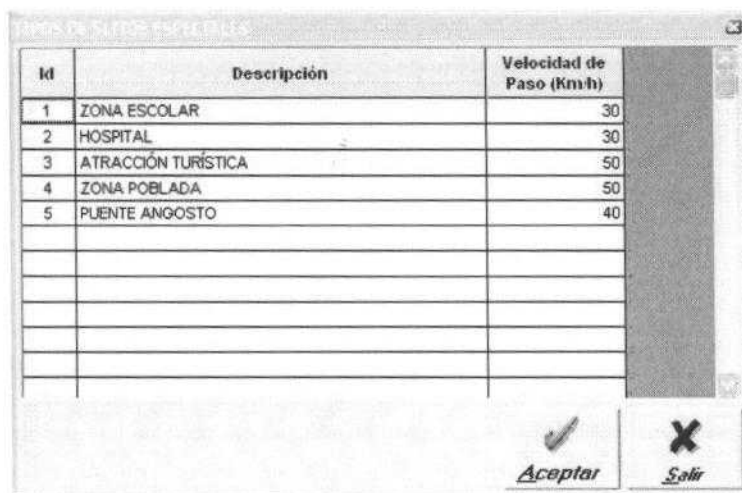
Cada sector lleva asociada una velocidad genérica, como se indicó en la Tabla 1, la cual se especifica en la opción Datos/Velocidades Genéricas. Ver Figura 14.

| # | PR Inicial | PR Final | Velocidad Genérica | Tipo de Terreno | Tipo de Sección Transversal | TPD |
|----|------------|----------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|------|
| 1 | 0+000 | 35+050 | 2. DOS CARRILES A2 70.0 | 1. PLANO | 1. Una Calzada A | 2950 |
| 2 | 35+050 | 40+050 | 4. DOS CARRILES C 90.0 | 3. MONTAÑOSO | 2. Una Calzada B | 4536 |
| 3 | 40+050 | 83+050 | 2. DOS CARRILES A2 70.0 | 2. ONDULADO | 3. Una Calzada C | 3507 |
| 4 | 83+050 | 99+050 | 4. DOS CARRILES C 90.0 | 3. MONTAÑOSO | 4. Una Calzada D | 3827 |
| 5 | 99+050 | 121+000 | 3. DOS CARRILES B 80.0 | 2. ONDULADO | 5. Una Calzada E | 6620 |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |

Figura 13. - Ejemplo de sectorización

5.4 UBICAR Y ASIGNAR VELOCIDAD A SITIOS ESPECIALES

Los valores adoptados de velocidad de paso se deben ingresar a la aplicación "SEÑALES" mediante la opción Datos/Tipos de sitios especiales, indicada en la Figura 16.

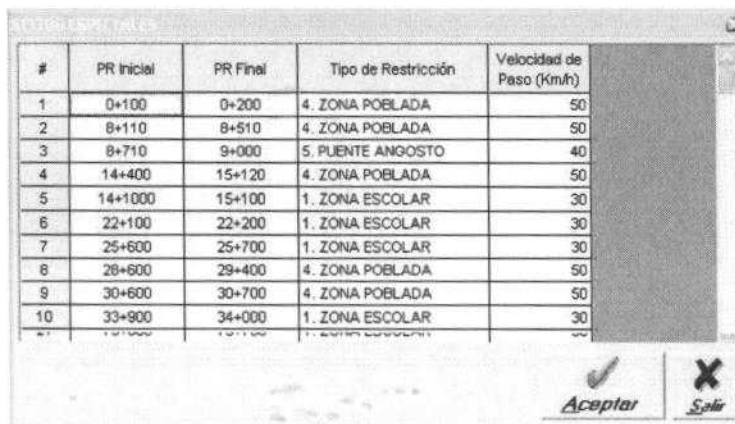


| Id | Descripción | Velocidad de Paso (Km/h) |
|----|---------------------|--------------------------|
| 1 | ZONA ESCOLAR | 30 |
| 2 | HOSPITAL | 30 |
| 3 | ATRACCIÓN TURÍSTICA | 50 |
| 4 | ZONA POBLADA | 50 |
| 5 | PUENTE ANGOSTO | 40 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Aceptar **Salir**

Figura 16. - Tipos de sitios especiales y velocidades normales de paso

El detalle de los sitios especiales localizados en el tramo se introduce mediante la opción Datos/Tramo/Sitios Especiales, indicada en la Figura 17.



| # | PR Inicial | PR Final | Tipo de Restricción | Velocidad de Paso (Km/h) |
|----|------------|----------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 0+100 | 0+200 | 4. ZONA POBLADA | 50 |
| 2 | 8+110 | 8+510 | 4. ZONA POBLADA | 50 |
| 3 | 8+710 | 9+000 | 5. PUENTE ANGOSTO | 40 |
| 4 | 14+400 | 15+120 | 4. ZONA POBLADA | 50 |
| 5 | 14+1000 | 15+100 | 1. ZONA ESCOLAR | 30 |
| 6 | 22+100 | 22+200 | 1. ZONA ESCOLAR | 30 |
| 7 | 25+600 | 25+700 | 1. ZONA ESCOLAR | 30 |
| 8 | 28+600 | 29+400 | 4. ZONA POBLADA | 50 |
| 9 | 30+600 | 30+700 | 4. ZONA POBLADA | 50 |
| 10 | 33+900 | 34+000 | 1. ZONA ESCOLAR | 30 |

Aceptar **Salir**

Figura 17. - Inventario de sitios especiales en el tramo estudiado

5.5 AJUSTAR LA VELOCIDAD GENÉRICA EN EL SECTOR

Una vez se hayan medido las velocidades, se ingresa la información de cada una de ellas (opción Datos/Tramo/Velocidades/Operativos de Velocidad). Ver Figura 18.

| # | Estación | PR Inicial | PR Final | Fecha (dms) | Observación |
|----|----------|------------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 0+000 | 9+000 | 13/11/2009 | 6600 |
| 2 | 2 | 9+000 | 35+000 | 13/11/2009 | 20000 |
| 3 | 3 | 35+000 | 41+000 | 13/11/2009 | 38150 |
| 4 | 4 | 41+000 | 57+500 | 13/11/2009 | 48700 |
| 5 | 5 | 57+500 | 69+000 | 13/11/2009 | 66500 |
| 6 | 6 | 69+000 | 77+500 | 13/11/2009 | 73800 |
| 7 | 7 | 77+500 | 99+000 | 14/11/2009 | 96120 |
| 8 | 8 | 99+000 | 107+000 | 14/11/2009 | 104550 |
| 9 | 9 | 107+000 | 120+540 | 14/11/2009 | 111900 |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| -- | | | | | |

Figura 18. – Información básica de cada operativo de velocidad de punto

Antes de iniciar la transcripción de los valores puntuales de velocidad para cada vehículo es necesario definir las categorías de vehículos que se contemplaron en el estudio. En caso que se requiera, se puede desagregar la composición en los diferentes tipos de vehículos contemplados por el Ministerio de Transporte: Automóviles, Buses y Camiones, discriminando entre éstos los diferentes tipos. Así, se puede calcular el percentil de velocidad sólo de automóviles, sólo de buses y sólo de camiones, o combinaciones de los mismos.

Una vez se disponga de la información básica de los sitios de medición y de las categorías vehiculares contempladas, se procede a introducir los valores de velocidad de punto para cada vehículo, tal como se ilustra en la Figura 19. (Opción Datos/Tramo/Velocidades/Detalles Operativo).

| Operativos de Velocidad | | Detalles Operativo [3] | |
|-------------------------|------------------|------------------------|--|
| # | Tipo de Vehículo | Velocidad (Km/h) | |
| 1 | B | 48 | |
| 2 | B | 60 | |
| 3 | B | 41 | |
| 4 | A | 51 | |
| 5 | A | 41 | |
| 6 | A | 51 | |
| 7 | A | 45 | |
| 8 | A | 52 | |
| 9 | A | 58 | |
| 10 | A | 58 | |
| 11 | B | 38 | |
| 12 | A | 51 | |
| 13 | B | 32 | |
| 14 | C | 52 | |
| 15 | A | 41 | |
| 16 | A | 58 | |
| 17 | A | 54 | |
| ... | ... | ... | |

Aceptar *Salir*

Figura 19. – Datos de un sitio de toma de velocidades

El programa procesa la información de velocidades realizando la distribución de frecuencias y calculando el percentil que define la velocidad de operación de cada sección, y ajusta la velocidad genérica según lo indicado en la Tabla 6.

5.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN, TRANSICIÓN DE VELOCIDADES Y SEÑALES DE CONFIRMACIÓN

En la aplicación "SEÑALES" se definen los parámetros de control para diseño, tales como la longitud de confirmación, distancia entre señales, variación de velocidad para transición y el valor del percentil considerado como la velocidad de operación del sector. Salvo que se especifique un valor diferente, los parámetros se fijan como se ilustra en la Figura 20 (Opción Diseño_Señalización/Parámetros Generales).

Figura 20. - Parámetros generales para el diseño de la señalización

Una vez se han introducido todos los datos se ejecutan los cálculos y el diseño de la señalización mediante la opción Diseño_Señalización/Cálculo Señales Verticales y Demarcación Horizontal (ver Figura 21)

Figura 21. - Ventana para proceso de cálculo de la señalización vertical y horizontal

El programa hace los cálculos necesarios y genera gráficamente el diseño de la señalización y de la demarcación, indicando la ubicación y valor de las señales de velocidad máxima y de las líneas de separación de carriles, en vías de calzada única con dos carriles.

En los sitios de restricción aparecen las señales de transición requeridas para los cambios de velocidad, según cada caso. Conviene aclarar que la aplicación realiza una ubicación de señales preliminar, y que la ubicación definitiva de cada señal dependerá del análisis realizado por el encargado del proceso, siendo fundamental para esto evaluar la visibilidad de las mismas.

En la Figura 22 se ilustra un ejemplo de señalización de transición para un sector con velocidad máxima de 80 km/h en el cual se encuentra un sitio especial con velocidad de paso de 40 km/h.

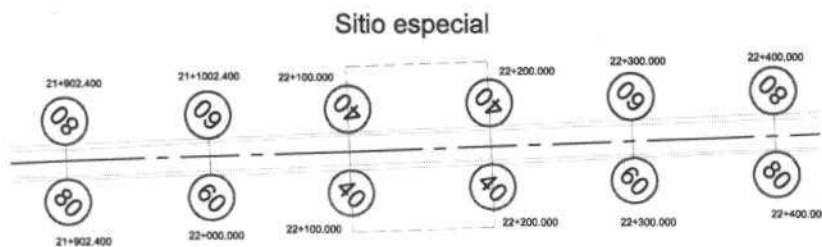


Figura 22. – Salida gráfica de diseño de señalización de transición

Las señales de confirmación de velocidad recuerdan al usuario la limitación existente para ese parámetro a lo largo del sector. El programa entrega gráficamente y en tablas el valor que se debe indicar en cada señal, así como su ubicación tentativa.

Adicional a las salidas gráficas de la aplicación "SEÑALES" es posible obtener los reportes de la información procesada, bien sea en papel o en archivos .TXT, en caso que se requiera llevar la información a otro programa de cómputo.

La opción Informes genera los reportes de las Distancias entre PR's, Sitios Especiales, Operativos de Velocidad, Velocidades por Sector, Señales Verticales y Demarcación Horizontal, siendo esta última una opción para determinar la demarcación que permite o prohíbe el adelantamiento, aplicando el procedimiento indicado en el Manual de Señalización vigente en Colombia.

001384

20 ABR 2010

Archivo Edición Formato Ver Ayuda
#pp#fecha#
SITIOS ESPECIALES
TRAMO : 2503 MOJARRAS-POPAYAN

| Id | PR Inicial | PR Final | Longitud (m) | Tipo Sitio Especial | Velocidad Paso (km/h) |
|----|------------|----------|--------------|------------------------|-----------------------|
| 0 | 0+100 | 0+200 | 100.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 8+110 | 8+510 | 400.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 8+710 | 9+000 | 300.80 | | 40.00 |
| 0 | 14+400 | 15+120 | 803.60 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 14+1000 | 15+100 | 183.60 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 22+100 | 22+200 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 25+600 | 25+700 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 28+600 | 29+400 | 800.30 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 30+600 | 30+700 | 100.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 33+900 | 34+000 | 103.30 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 35+076 | 35+149 | 73.00 | | 40.00 |
| 0 | 38+000 | 38+050 | 50.00 | | 50.00 |
| 0 | 40+600 | 43+800 | 3395.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 41+400 | 41+500 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 43+400 | 43+500 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 53+500 | 54+500 | 1033.30 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 61+400 | 61+500 | 100.00 | | 30.00 |
| 0 | 61+500 | 61+900 | 400.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 69+800 | 69+900 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |
| 0 | 72+700 | 72+800 | 100.00 | 4 ESTACION DE SERVICIO | 40.00 |
| 0 | 75+600 | 75+700 | 100.00 | 1 ZONA ESCOLAR | 30.00 |

Figura 23. - Reporte resumen de sitios especiales

Archivo Edición Formato Ver Ayuda
#pp#fecha#
OPERATIVOS DE VELOCIDAD
TRAMO : 2503 MOJARRAS-POPAYAN

| Id | Código Estacion | PR Inicial | PR Final | Fecha (d/m/a) | Longitud (m) | Tipo vehículo | Percentil 85% |
|----|-----------------|------------|----------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 0+000 | 20+000 | 13/11/2009 | 19971.50 | A | 93.00 |
| | | | | | | B | 82.00 |
| | | | | | | C | 73.00 |
| 2 | 2 | 20+000 | 38+150 | 13/11/2009 | 18158.05 | A | 98.00 |
| | | | | | | B | 87.00 |
| | | | | | | C | 73.00 |
| 3 | 3 | 38+150 | 48+700 | 13/11/2009 | 10733.10 | A | 58.00 |
| | | | | | | B | 48.00 |
| | | | | | | C | 41.00 |
| 4 | 4 | 48+700 | 66+500 | 13/11/2009 | 17855.50 | A | 90.00 |
| | | | | | | B | 86.00 |
| | | | | | | C | 65.00 |
| 5 | 5 | 66+500 | 73+800 | 13/11/2009 | 7312.70 | A | 76.00 |
| | | | | | | B | 69.00 |
| | | | | | | C | 54.00 |

Figura 24. - Reporte velocidades de operación

A modo de ejemplo, las Figuras 23, 24 y 25 muestran el listado de sitios especiales, el reporte de velocidades de operación y el listado de señales de velocidad máxima que arroja el programa, respectivamente.

SEÑALES DE VELOCIDAD
TRAMO : 2503 MOJARRAS-POPAYAN

| # | PR | Abscisa(m) | velocidad |
|----------------------|------------|------------|-----------|
| *** LADO DERECHO *** | | | |
| 1 | 0+000 | 0,000 | 80 |
| 2 | 0+100 | 100,000 | 40 |
| 3 | 0+200 | 200,000 | 40 |
| 4 | 0+300 | 300,000 | 60 |
| 5 | 0+400 | 400,000 | 80 |
| 6 | 2+112 | 2,400,000 | 80 |
| 7 | 4+403.500 | 4,400,000 | 80 |
| 8 | 6+405 | 6,400,000 | 80 |
| 9 | 7+914.000 | 7,915,700 | 80 |
| 10 | 8+010.000 | 8,015,700 | 60 |
| 11 | 8+110.000 | 8,115,700 | 40 |
| 12 | 8+510.000 | 8,515,700 | 40 |
| 13 | 8+610.000 | 8,615,700 | 60 |
| 14 | 8+710.000 | 8,715,700 | 40 |
| 15 | 9+000 | 9,016,500 | 40 |
| 16 | 9+100.000 | 9,116,500 | 60 |
| 17 | 9+200.000 | 9,216,500 | 80 |
| 18 | 11+252 | 11,216,500 | 80 |
| 19 | 13+248.300 | 13,216,500 | 80 |
| 20 | 14+200.000 | 14,165,700 | 80 |

Figura 25. - Ubicación de las señales de velocidad máxima

5.7 DISEÑO DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL

La aplicación "SEÑALES" trae consigo una herramienta para realizar el diseño de la demarcación horizontal en carreteras de dos carriles, el cual le permitirá a la persona o grupo de trabajo, definir una propuesta inicial de la misma, la que se deberá corregir con ayuda de los planos de diseño o por medio de una serie de verificaciones en campo.

Para realizar este proceso, se deben atender los siguientes pasos:

- En la ventana "Parámetros Generales" (ver Figura 20 parte inferior), el usuario deberá definir los parámetros de chequeo con base en los que le sean solicitados por el contratante. Para Colombia, estos valores se podrán tomar del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras* o del Manual de Señalización Vial**.
- Definir las Distancias Mínimas de Visibilidad para adelantamiento, para la cual se emplea la ventana que se ilustra en la Figura 26. Por defecto, la aplicación trae consigo las distancias fijadas en el Manual de Señalización Vial.

* INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 2008. Página 69

** MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de señalización vial. 2004. Página 115.

| Velocidad Específica Entretangencia (Km/h) | Mínima Distancia de Visibilidad (m) |
|--|-------------------------------------|
| 10 | 35 |
| 20 | 70 |
| 30 | 105 |
| 40 | 140 |
| 50 | 160 |
| 60 | 170 |
| 70 | 210 |
| 80 | 240 |
| 90 | 282 |
| 100 | 324 |
| 110 | 362 |
| 120 | 400 |
| 130 | 433 |
| 140 | 467 |

Aceptar Salir

Figura 26. – Distancias Mínimas de Visibilidad para Adelantamiento

- Una vez se hayan definido los parámetros de visibilidad, se procese a realizar el cálculo de la demarcación tal como se ilustra en la Figura 21.
- La demarcación resultante quedará incluida en el gráfico de la vía, el cual se podrá exportar a la plataforma gráfica AutoCAD, y también se podrá consultar en un archivo de texto (.TXT) (ver Figura 27).

MS-DOS Batch File

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

DEMARCAACION HORIZONTAL

TRAMO : 2503 MOJARRAS-POPAYAN

| # | PR_Inicial | PR_Final | Abscisa Inicial (m) | Abscisa Final (m) | Longitud (m) | Tipo de Demarcacion |
|----------------------|------------|-----------|---------------------|-------------------|--------------|---------------------|
| *** LADO DERECHO *** | | | | | | |
| 1 | 0+000 | 0+090 | 0.000 | 90.000 | 90.000 | Línea Punteada |
| 2 | 0+090 | 1+790 | 90.000 | 1.790.000 | 1700.000 | Línea Continua |
| 3 | 1+790 | 1+890 | 1.790.000 | 1.890.000 | 100.000 | Línea Punteada |
| 4 | 1+890 | 1+970 | 1.890.000 | 1.970.000 | 80.000 | Línea Continua |
| 5 | 1+970 | 1+1090 | 1.970.000 | 2.090.000 | 120.000 | Línea Punteada |
| 6 | 1+1090 | 2+072 | 2.090.000 | 2.360.000 | 270.000 | Línea Continua |
| 7 | 2+072 | 2+092 | 2.360.000 | 2.380.000 | 20.000 | Línea Punteada |
| 8 | 2+092 | 6+293 | 2.380.000 | 6.440.000 | 4060.000 | Línea Continua |
| 9 | 6+293 | 6+373 | 6.440.000 | 6.520.000 | 80.000 | Línea Punteada |
| 10 | 6+373 | 6+913 | 6.520.000 | 7.060.000 | 540.000 | Línea Continua |
| 11 | 6+913 | 7+096.300 | 7.060.000 | 7.250.000 | 190.000 | Línea Punteada |
| 12 | 7+096.300 | 7+656.514 | 7.250.000 | 7.810.214 | 560.214 | Línea Continua |
| 13 | 7+656.514 | 7+756.300 | 7.810.214 | 7.910.000 | 99.786 | Línea Punteada |

Figura 27. – Definición de la demarcación horizontal por sentido de circulación

5.8 PRECISIONES PARA VÍAS MULTICARRIL

El procedimiento es similar al de carreteras de calzada única y dos carriles de circulación, teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- Cuando la carretera es multicarril pero no existe separador central, se aplica el procedimiento de la misma manera que en carreteras de dos carriles, determinando las velocidades genéricas según lo estipulado en las Tablas 1 y 2 para vías multicarril sin separador central.
- Cuando hay separador central o calzadas separadas, para efectos de la aplicación "SEÑALES" se tomará cada calzada como un proyecto independiente, de allí que todos los parámetros necesarios se introducirán para cada una de las calzadas.
- Al introducir la información básica, en la opción Datos/Tramo, en la casilla "Sentido Tráfico" se selecciona "Un Sentido", como se ilustra en la Figura 28.

Código: 2503 Aceptar

Descripción: MOJARRAS-POPAYAN

PR Inicial: 0+000

PR Final: 121+000

Sentido Tráfico: **Un Sentido** Incremento en Abscisa (m): 100

Distancias entre PR's Longitud Total (m): 121,713.900

Sectores

Curvas Horizontales Sitios Especiales

Curvas Verticales Velocidades Accidentalidad

Punto Inicial

Azimut Inicial (g,m,s): 3,30,0

Coordenadas (m)

N: 2000 E: 1000 Cota: 621

Calcular Coordenadas

Figura 28. - Definición del sentido de tráfico en vías de flujo monodireccional.

La distancia entre postes de referencia consecutivos se mide para cada calzada de forma independiente, a fin de conseguir la longitud real de cada una. Pese a que lo anterior se aplica para todos los tipos de terreno, cobra mayor importancia en terreno montañoso y escarpado, donde por efecto de la curvatura horizontal se presentan diferencias importantes en dichas distancias.

Las mediciones de velocidad se hacen en cada calzada; los sitios de medición de velocidad no tienen que coincidir necesariamente entre una calzada y otra.

El programa "SEÑALES" entrega las ubicaciones tentativas y tipos de señales en uno de los dos lados de la calzada. Ya que en la mayoría de los casos se requiere colocar las señales en ambos lados, queda a discreción de quien realice el análisis la decisión de las señales que colocará al otro lado de la calzada. Esto se debe tener en cuenta al cuantificar las señales y al elaborar los presupuestos.

5.9 EXPORTAR GRÁFICOS A AUTOCAD

El programa permite una configuración básica de presentación (colores, tamaño de texto, grosor de líneas, y otros), accediendo a la opción Utilidades/Configuración.

En la opción Utilidades/Exportar a AutoCAD se genera de modo automático un archivo con extensión DXF que contiene los comandos para la generación del dibujo y se puede leer en cualquier versión de AutoCAD.

CC1384

20 ABR 2010

MINISTERIO DE TRANSPORTE
Secretaría General
HOJA EN BLANCO

001384

20 ABR 2010

6. Bibliografía

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de señalización vial - Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C. 2004.