

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El municipio de Entre Ríos se encuentra ubicado en la parte central del departamento de Tarija, entre las coordenadas de 20° 51' 57" a 21° 56' 51" de latitud sur y los meridianos 63° 40' 23" a 64° 25' 6" de longitud Oeste.

Limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con la provincia Gran Chaco, al Oeste con la provincia Cercado, al Este con la provincia Gran Chaco, hacia el Noreste con la provincia Méndez y hacia el Sudoeste con las provincias Avilés y Arce

La población de Entre Ríos se encuentra situada a 1230 m.s.n.m. de altitud a 98km. De la ciudad capital del departamento de Tarija. En el tramo que une a Tarija con las capitales de la provincia Gran Chaco.

Tiene aproximadamente 19339 habitantes, de los cuales 8669 son mujeres y 10670 son hombres. Así también la población de la localidad y las proyecciones por año considerando una tasa de crecimiento del 0.92%. Presenta una densidad de 3.64 habitantes por km² según datos recaudados por INE (Instituto nacional de Estadística).

Por la municipalidad y el Plan de desarrollo municipal se sabe que no existe hasta la actualidad un proyecto de ordenamiento vial más que el ambiguo ya aplicado.

1.2 PROBLEMÁTICA

a) Situación problemática

Si hacemos una comparación entre los elementos que convergen en el problema de tráfico que son camino o trazo urbano, vehículo usuario (conductor peatón) se puede notar que el problema actual radica en que vehículos cuya tecnología avanzada en forma sorprendente estén circulando por caminos o trazos urbanos cuyas características físicas y geométricas ya no están acordes a la necesidad actual cuyo aumento de usuarios en los centros poblados también ha tenido un índice importante creando mayores necesidades por lo que se debe encontrar soluciones que traten de equilibrar estos tres elementos de tal manera que un vehículo moderno pueda transitar por los caminos y trazos urbanos actuales en condiciones aceptables y cuyos usuarios estén satisfechos en sus necesidades.

La ciudad intermedia de Entre Ríos no cuenta con un plan de ordenamiento vial urbano, por lo tanto, no tiene la señalización respectiva en sus calles o la que se tiene es muy limitada, no se cuenta con la definición de flujos direccionales, no pudiendo de esta manera definir la arterias principales y secundarias.

Siendo este municipio uno de los primeros en contar con la mayoría de sus calles pavimentadas, con todos los servicios básicos incluidos y que, por constituirse en un pueblo en constante desarrollo y crecimiento, se ve la necesidad de la realización de este estudio.

b) Problema

¿Es posible realizar un plan de ordenamiento de tráfico vial tanto en señalización, semaforización y estacionamientos, si se dispone del diagnóstico actual y una proyección futura del tráfico en la zona urbana de Entre Ríos?

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la zona urbana de entre Ríos cuenta con un gran número de obras de infraestructura vial en ejecución y otras terminadas, por su característica y ubicación es muy transitada, además de tener una cantidad regular de vehículos de transporte pesado, que circulan con mucha frecuencia complicando el buen funcionamiento de sus calles.

Tomando en cuenta a su vez, que una ciudad intermedia correspondiente a una carretera nacional debe contener las características mínimas de un ordenamiento vial ya que se sabe además,, que no existe control vial humano de tránsito ni restricciones o guías de movimiento vehicular y peatonal, sin embargo, por ser una población menor es necesario aplicar las medidas de señalización necesarias con espacios delimitados generando seguridad y educación vial tanto para el conductor como para el peatón, mediante los parámetros establecidos por la Norma Boliviana de Tránsito y el diagnóstico del movimiento vehicular público y privado del objeto de estudio.

Con la finalidad de dotar de los mecanismos de la que dispone la Ingeniería de Tráfico, para que a través de los mismos, se den las alternativas de solución para realizar un ordenamiento de tráfico y regular la circulación, se ha planteado la elaboración del presente trabajo de planificación urbana para el ordenamiento vial de Entre Ríos, dotando a esta ciudad intermedia de flujos direccionales definidos y un sistema de señalización adecuado y enmarcado en las normas planteados para la aplicación directa de los mismos por las

autoridades municipales competentes sin implicar un alto costo ni medidas trascendentales en la estructura de la ciudad.

1.4 OBJETIVOS

a) Objetivo general

Establecer un sistema de ordenamiento vial de semaforización, señalización y estacionamientos de la zona urbana de Entre Ríos aplicando la Norma Boliviana de Tránsito de Bolivia en función a las condiciones y diagnóstico del tráfico actual y su proyección futura.

b) Objetivos específicos

- Determinar el área de estudio, es decir, calles, intersecciones críticas donde se obtiene un diagnóstico real del tráfico de la zona urbana de Entre Ríos.
- Medir de las condiciones actuales del tráfico, en volúmenes, velocidades y el nivel de servicio actual.
- Realizar una evaluación de las condiciones actuales sobre señalización, semaforización y estacionamientos.
- Dimensionar el nuevo ordenamiento vial de Entre Ríos que contemple las direcciones de flujo, señalización, semaforización y estacionamiento, en función a la proyección futura.

- Establecer los resultados de ordenamiento vial, elaboración de los planos de diseño y determinar el costo de inversión total del proyecto.

1.5 HIPÓTESIS

Si se obtienen los valores de las condiciones actuales de tráfico actual que involucre capacidad y nivel de servicio, entonces se puede establecer un Ordenamiento Vial que contemple la señalización, semaforización y estacionamientos acorde a la normativa utilizada en nuestro país, a las condiciones actuales y proyectada al futuro para la zona urbana de Entre Ríos.

1.6 VARIABLES

a) Variables independientes

- Tráfico de la zona urbana de Entre Ríos

b) Variables dependientes

- Volumen de tráfico
- Velocidad de tráfico
- Señalización y semaforización
- Área de estacionamiento

1.7 OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 1. Operacionalización

Tráfico de la población de Entre Ríos. - Es la parte obligada a realizar los estudios técnicos necesarios y a partir de los análisis de estos plantear soluciones reales y adecuados, recabando la mayor información posible de las condiciones de circulación actual.			
VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR/ACCIÓN
TRÁFICO DE LA POBLACIÓN DE ENTRE RÍOS	Volumen de Tráfico	Volumen	Aforo
	Velocidad de tráfico	Velocidad de punto	Aforo
	Señalización y semaforización	Cantidad	Aforo/observación
	Área de estacionamiento	Ubicación/extensión	Aforo/observación

1.8 ALCANCE

Recopilar, procesar y analizar información primaria y secundaria de tránsito y transporte, necesaria para la formulación del diagnóstico y de las alternativas de diseño de la infraestructura.

Estimar las proyecciones de tránsito y su correspondiente composición vehicular, que serán la base para establecer las características de la solución vial requerida para atender las demandas de tráfico. La caracterización operacional del tránsito sobre la red vial afectada, con y sin proyecto, se deberá realizar, en los casos pertinentes.

Identificar las rutas direccionales y proponer las estrategias correspondientes para su manejo, control y traslado adecuados para la circulación de transporte público.

Las propuestas deben sustentarse en análisis de capacidad y niveles de servicio que permitan definir las condiciones operacionales de las vías afectadas.

El presente estudio y diseño de ordenamiento vial pretende dotar a las autoridades municipales de Entre Ríos un proyecto de Ordenamiento de Tráfico listo para ser aplicado en un Plan de Ordenamiento Vial.

Habiendo utilizado para éste todas las herramientas y elementos que ofrece la ingeniería de tráfico, obteniendo así, una planificación de ordenamiento vial completo y satisfactorio a la proyección futura de la urbanidad en estudio.

1.9 DISEÑO METODOLÓGICO

1.9.1 Componentes

a) Unidad de estudio

Ordenamiento vehicular en ciudades

b) Población

Ordenamiento vehicular en ciudades intermedias

c) Muestra

Según la bibliografía existente en todas las normas de ingeniería de tráfico la determinación de los puntos se realiza en puntos estratégicos de la zona en estudio a criterio ingenieril del autor del proyecto, sin embargo, para más precisión se puede citar a continuación una definición precisa de la elección de puntos de aforo perteneciente a la especialidad de Gestión de Tráfico de Bolivia mediante un libro escrito por el autor boliviano Ángel J. Muñoz Suárez:

Datos de localización

“La Dirección General de Tráfico para el desempeño de las funciones encomendadas de Gestión de Tráfico Interurbano, cuenta con varios sistemas de captura de datos de tráfico o Estaciones de Toma de Datos (ETD's) en tiempo presente, cuya localización responde a diferentes objetivos y necesidades:

- Obtención de los movimientos de acceso a grandes ciudades, incluso sus vías de circunvalación
- Aforar los ejes interurbanos con elevadas cargas de tráfico (fines de semana, desplazamientos vacacionales...)
- Conocer las circulaciones fronterizas para la evaluación y estudio de tendencias y movimientos turísticos.

Es decir, dependiendo de la necesidad que se desea cubrir y el objeto de la medición así se determinará la localización de las ETD's o los sistemas de captación. En general la localización de las ETD's u otros sistemas de captación se realiza, además de en el tronco de la vía principal en puntos de singular conflictividad, como son las rampas de entrada o incorporación y en las salidas del tronco o de desprendimiento, en las vías colectoras-distribuidoras y/o en otros accesos a la vía principal si los hubiera”

Teniendo claro el concepto de la elección de puntos es posible para el presente proyecto también apoyarse en los estudios de Planificación Urbana y Catastro de la Alcaldía Municipal de Entre Ríos quienes respaldan los puntos en conflicto elegidos para el estudio.

Las calles con mayor circulación vehicular en las horas pico, además de la ubicación de infraestructuras públicas y comerciales más concurridas observadas conforman las intersecciones objeto de estudio, es decir, las Estaciones de Toma de Datos (ETD), las cuales son:

- 1.- Calle Eduardo Avaroa y Calle Froilán Tejerina.
- 2.- Calle Eduardo Avaroa y Calle Potosí.
- 3.- Calle Froilán Tejerina y Calle Alianza
- 4.- Calle Pilcomayo y Puente camino al Chaco.
- 5.- Calle Froilán Tejerina Esq. Rotonda.
- 6.- Calle Camacho y Calle Froilán Tejerina

d) Muestreo

-Volúmenes

Debido a que este estudio no es probabilístico por ser descriptivo se realiza la toma de muestras en función al cronograma ya que las variables son temporales. Por lo tanto, el cálculo es el siguiente:

Límite de tiempo: 21 de marzo al 10 de mayo

Días hábiles de aforo: 40 días, 8 semanas

Calles en estudio: 8

Dirección: Frente, izquierda, derecha.

Horas pico: Mañana, medio día, tarde

Número de muestras por calle:

(Días hábiles de aforo / calles de estudio) *Dirección *Horas pico

Número de muestras por calle: $40/8 * 3*3$

Número de muestras por calle = 45muestras de volumen

Número total de muestras = 200 muestras de volumen

- Velocidades

Se realizarán medias aritméticas para tramos con características similares en cada calle.

Se tienen 7 tramos de 50 metros cada uno en cada calle por lo tanto se tendrá:

Numero de muestras = número de calles * número de tramos

Numero de muestras = $7 * 7$

Numero de muestras = 49 muestras de velocidad

1.9.2 Métodos y técnicas empleadas

Se aplica el **método inductivo** con concepto y apropiación del método al presente proyecto, es decir:

Basarse en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para así poder llegar a una resolución o conclusión general sobre estos; es decir en este proceso se comienza por los datos y finaliza llegando a una teoría, por lo tanto se puede decir que asciende de lo particular a lo general.

En el método inductivo se exponen leyes generales acerca del comportamiento o la conducta de los objetos partiendo específicamente de la observación de casos particulares que se producen durante el experimento como se aplica para el objetivo trazado.

Por lo mencionado anteriormente es necesario emplear las **técnicas experimentales** apropiando las mismas al estudio utilizando la **observación científica y experimental** es la técnica más antigua y la más empleada en investigación, es el proceso inicial y fundamental del método científico que consta de un procedimiento con el que los especialistas se abocan a determinar las características y principales componentes de los diferentes elementos presentes en el objeto de estudio y más aún, se dedican al análisis de estos y observan como es el comportamiento de éstos.

Por lo tanto, de forma más específica el aforo se realizará de la siguiente manera:

a) Volúmenes

Aforos en horas pico por día de la semana en direcciones frente izquierda derecha tomando en cuenta el porcentaje de vehículos pesados llenados en una planilla adecuada.

b) Velocidades

Las técnicas empleadas para la determinación de las velocidades de estudio son medirlos tiempos que tardan en recorrer una cierta distancia como velocidad de punto siguiendo la siguiente metodología:

- Se demarca un tramo de 50 metros en cada calle aforada.
- Dos personas se encuentran en los extremos de los 50m.

- El momento en el que el vehículo pasa por el primer punto se comienza a cronometrar.
- Se detiene el cronómetro en el momento en el que el vehículo toca el punto final del recorrido.
- El procedimiento es el mismo en todas las calles de la muestra en 7 tramos de cada calle.

Para poder uniformizar las velocidades de los puntos similares se calcularán las medias aritméticas para aquellos tramos de similares características, es decir, a aquellos que poseen similitud en los tramos de ancho de calzada, número de carriles, características de la superficie de rodadura y también a aquellos tramos que presentan intensidad de flujo vehicular similar.

c) Instrumentos utilizados

En vista de que necesitan medidas de tiempo y distancia los instrumentos utilizados son:

- **Flexómetro**



Figura 1. Flexómetro

Es recomendable un flexómetro en bovina por el tipo de mediciones a realizar como: la calzada y la distancia necesaria establecida (50m) para el aforo de velocidades.

- **Cronómetro**



Figura 2. Cronómetro

Utilizado de la siguiente manera: dos operadores, una a la entrada provisto de algún dispositivo para dar la señal en el momento que el vehículo ingresa a la línea de entrada para que el segundo operador ubicado en la línea de parada final pueda accionar el cronometro y detener el mismo en el momento que cruza la línea de salida.

d) Condiciones para la aplicación

- Son aforados todos vehículos tipo existentes en el tiempo de aforo
- La cronometración será realizada por dos personas para menor posibilidad de error como se demarca en las técnicas de medición.
- Los anchos de berma de cada tramo de una calle, los mismos serán medidos con un flexómetro.
- Se deben identificar zonas problemáticas en el tiempo de aforo, es decir las calles comprendidas por las intersecciones más transitadas o críticas formuladas por la H.A.M. de Entre Ríos.

1.9.3 Procedimiento para el análisis e interpretación de información colectada

El presente es un estudio de investigación estadística descriptiva con conceptos y fórmulas por lo tanto para llegar al objetivo final los datos se procesarán de la siguiente manera:

- Como se sabe se desea perseguir la determinación de flujos direccionales y el sistema de señalización para esto es necesario obtener primero la demanda actual y la demanda futura.

- Como datos no medibles sino de recopilación se obtiene primero la información disponible del municipio que sirve como complemento para el aforo de datos actuales y para obtención de la demanda futura, es decir datos como : población tasa de crecimiento, ubicación de puntos clave y la planificación de tránsito que se sabe que es inexistente nuevo trazo urbano, nuevo parque automotor , etc.

- Se determina el lugar de aforo en las intersecciones críticas de la zona urbana de Entre Ríos que de acuerdo a la observación realizada donde se puede identificar mayor flujo vehicular en horas pico son las siguientes:

-Calle Froilán Tejerina entre Avaroa y Alianza

-Calle Froilán Tejerina entre Alianza y Ayacucho

-Calle Froilán Tejerina entre Ayacucho e Ingavi

-Calle Froilán Tejerina entre Ingavi y Camacho

-Calle Froilán Tejerina entre Camacho y San Luis

-Calle Froilán Tejerina entre San Luis y San Juan de Dios

-Calle Froilán Tejerina entre San Juan de Dios y Segovia

- Se aforan volúmenes y velocidades en las intersecciones de las 8 calles determinadas como zonas críticas, con un tamaño de muestra calculado de acuerdo al cronograma ya que el proceso de datos de este tipo de estudio no es probabilístico:

Para volúmenes. - 45 aforos de volumen por calle, teniendo un tamaño de muestra de 200 volúmenes.

Para velocidades. - 7 aforos de velocidad en 7 tramos de 50 metros en cada calle, teniendo un tamaño de muestra de 49 velocidades.

Se obtienen valores medios aritméticos y en función a éstos se puede proyectar el volumen futuro en función al índice de crecimiento vehicular.

- El aforo se realiza de forma manual con el uso de cronómetro y flexómetro.
- Con los valores obtenidos se calcula la capacidad y nivel de servicio tanto actual como futuro.
- En función a la nueva demanda obtenida y con el análisis de direcciones actuales se redefinen los flujos direccionales para el mejoramiento del nivel de servicio actual.
- Los flujos direccionales serán respetados mediante la implementación de señalización en los puntos críticos de acuerdo a la norma boliviana en función al nivel de servicio futuro.

- Se diseña la señalización horizontal vertical y de balizamiento necesaria para acomodar el flujo dado de acuerdo a la norma Boliviana del Tránsito.
- Se realiza un plano final de ordenamiento vial, con los nuevos flujos direccionales y el sistema de señalización establecido para la población.
- El rendimiento del muestreo está establecido en función al tiempo disponible en el semestre del calendario académico 2016 teniendo a disponibilidad 40 días hábiles de aforo y procesamiento de datos para el diseño final.

CAPITULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO. –

El objetivo principal de la Ingeniería de Tráfico es conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, rápida y económica.

La Ingeniería de Tránsito analiza lo siguiente:

2.1.1 Características del tránsito

Se utilizan diversas magnitudes que reúnen las características de los vehículos y usuarios.

Estas magnitudes son:

- Velocidad
- Volumen
- Densidad
- Intervalos entre vehículos
- Tiempos de recorrido y demoras
- Origen y destino del movimiento
- Capacidad de calles y carreteras
- Accidentes
- Funcionamiento de pasos a desnivel (inexistente en zona de estudio)
- Terminales
- Intersecciones canalizadas, etc.

Por otro lado, se estudia al usuario todas las reacciones para maniobrar el vehículo como ser: rapidez, reacción para frenar, para acelerar, su resistencia al cansancio, etc.

Reglamentación del tránsito

Se debe establecer los reglamentos del tráfico, como ser: responsabilidad y licencias de los conductores, peso y dimensiones de los vehículos, control de accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento.

También se debe tomar en cuenta la prioridad de paso, tránsito en un sentido, tiempo de estacionamiento, el control policíaco en intersecciones, sanciones relacionadas con accidentes, etc.

Señalamiento y dispositivos de control

Su función principal es la de determinar los proyectos, construcción, conservación y uso de las señales.

2.1.2 Planificación de ordenamiento vial

Una de las principales actividades del presente estudio y por ende de la ingeniería de tráfico se refiere a la ordenación vial y a la regulación de la circulación, siendo la finalidad primordial la obtención del mejor rendimiento posible de las infraestructuras viarias existentes.

Se denomina ordenamiento del tráfico al conjunto de medidas y actuaciones concretas y específicas para cada caso que, sin modificar sustancialmente la infraestructura vial, tienden a mejorar su explotación viaria.

Los objetivos básicos de un ordenamiento de tráfico son:

- Aumento de seguridad vial
- Mejora del nivel de servicio

Formas y medidas para obtener un ordenamiento vial

Entre las medidas más utilizadas conviene citar:

- Limitaciones de velocidad
- Facilidades de circulación en determinadas vías
- Control de accesos
- Acondicionamiento de intersecciones
- Prohibiciones de giros
- Prioridad de intersección
- Prohibiciones de parada o estacionamiento y de carga o descarga
- Establecimientos de itinerarios para transportes especiales

Es necesario analizar y realizar investigaciones para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito, y de esta manera conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias del aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una zona a otra. Se debe establecer claramente los objetivos concretos y operacionales que se quiere alcanzar.

Administración

Para tener buenos resultados se deben considerar aspectos tales como: económicos políticos, fiscales, de relaciones públicas, de sanciones, etc.

2.2 SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE TRÁNSITO

Las soluciones se plantean a partir de un análisis de factores que intervienen en el problema de tránsito, enunciaremos a continuación los factores más importantes que inciden en el planteamiento de soluciones a los problemas de tráfico:

- Diferentes tipos de vehículos de la misma vialidad.
- Superposición del tránsito motorizado en facilidades viales.
- Falta de planificación en el tránsito: construcción de vías con especificaciones antiguas.
- El automóvil no considerado como una necesidad pública.
- Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

a) Solución integral

Dadas las características del vehículo moderno se plantea construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, es decir, que se busca el equilibrio de la oferta y la demanda, este tipo de solución es casi imposible de aplicar en las ciudades porque equivaldría a destruir todo lo existentes y construir las vialidades con especificaciones modernas.

b) Solución parcial de alto costo

Esta solución consiste en realizar cambios necesarios en las vialidades aprovechando al máximo lo que se tiene, cuyos cambios requerirán fuertes inversiones económicas, por ejemplo: ensanchamiento de calles, modificaciones de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados.

c) Solución parcial de bajo costo

Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes con cambios que requieran poca inversión. En este tipo de solución tiene una gran importancia y participación la reglamentación del tránsito, señalización, así como la disciplina y educación de parte del usuario.

2.3 CLASIFICACIÓN DE VÍAS

a) Según su competencia

- Carreteras Nacionales, son aquellas a cargo del Servicio Nacional de Caminos.
- Carreteras Departamentales, son aquella de propiedad de los departamentos y forman la red secundaria de carreteras.
- Carreteras Veredales o Vecinales, son aquellas vías a cargo del Servicio De Caminos.
- Vecinales y forman la red terciaria de carreteras.
- Carreteras Distritales y Municipales, son aquellas vías urbanas y/o suburbanas y rurales a cargo del distrito o municipio.

b) Según sus características

- Autopistas, es una vía de calzadas separadas cada una con dos o más carriles, con control total de accesos. Las entradas y salidas de las autopistas se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel comúnmente llamados distribuidores.
- Carreteras multicarriles, son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido, con control parcial de accesos. Las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones a desnivel y a nivel.
- Carreteras de dos carriles, constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes.

c)Según el tipo de terreno

- Carreteras en terreno plano, es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.
- Carreteras en terreno ondulado, es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo.
- Carreteras en terreno montañoso, es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en

pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes.

- Carreteras en terreno escarpado, es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a la que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.

d) Según su función

- Carreteras Principales o de Primer Orden, son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a capitales de departamento, que cumplen la función básica de integrar las principales zonas de producción y de consumo del país y de este con los demás países.
- Carreteras Secundarias o de Segundo Orden, son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre si y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una principal.
- Carreteras Terciarias o de tercer Orden, son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas entre sí.

e) Según la velocidad de diseño

La velocidad de diseño o velocidad de proyecto se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables y que las características geométricas de la vía gobiernan la circulación. La velocidad de diseño define las características geométricas mínimas de todos

los elementos del trazado, en condiciones de control y seguridad.

En la tabla No 2.3.1 se establecen los rangos de las velocidades de diseño que se debe utilizar en función del tipo de carretera según la definición legal y el tipo de terreno.

Tabla 2 Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Carretera Principal de dos calzadas	Plano								■	■	■	■
	Ondulado						■	■	■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	■	■
Carretera Principal de una calzada	Plano					■	■	■	■	■	■	■
	Ondulado				■	■	■	■	■	■	■	■
	Montañoso				■	■	■	■	■	■	■	■
	Escarpado				■	■	■	■	■	■	■	■
Carretera Secundaria	Plano			■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Ondulado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Montañoso		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Escarpado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Carretera Terciaria	Plano		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Ondulado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Montañoso	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Escarpado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Ref. Diseño Geométrico de Carreteras de James Cárdenas Grisales.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO

a) Velocidad (v)

Desde la invención de los medios de transporte, la velocidad se ha convertido en el indicador principal para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. En un sistema vial la velocidad es considerada como un parámetro de cálculo para la mayoría de los elementos del proyecto.

Haciendo un análisis de la evolución de los vehículos actuales en lo que respecta a velocidades alcanzadas por los mismos, se hace necesario el estudio de la velocidad para mantener así un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía en busca de mayor seguridad.

Se define la velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

v = Velocidad constante (km/h)

d = Distancia recorrida (km)

t = Tiempo de recorrido (h)

Velocidad de punto

Conocida también como velocidad instantánea, es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto específico de una vía. Se presentan dificultades prácticas para la medición de la velocidad de punto ya que la misma por definición se presenta en un tramo de recorrido bastante corto, en la actualidad existen dispositivos de medición de tipo electrónicos y electromecánicos que facilitan su medición, como ser: tubos neumáticos transversales, radares Doppler, etc.

Velocidad media temporal

La velocidad media temporal ó velocidad media-tiempo, es la media aritmética de la velocidad de todos los vehículos que pasan por un punto durante un intervalo de tiempo seleccionado.

Para datos de velocidades de punto no agrupados, la velocidad media temporal se define como:

$$v_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Dónde:

v_t = Velocidad media temporal

v_i = Velocidad del vehículo i

n = Número total de vehículos observados ó tamaño de la muestra

Para datos de velocidades de punto agrupados, la velocidad media temporal se define como:

$$v_t = \frac{\sum_{i=1}^m (f_i v_i)}{n}$$

$$n = \sum_{i=1}^m f_i$$

Dónde:

m= Número de grupos de velocidad

f_i = Número de vehículos en el grupo de velocidad i

v_i = Velocidad de punto del grupo “i”

Velocidad media espacial

La velocidad media espacial o velocidad media-espacio, es la media aritmética de las velocidades de los vehículos que en un instante dado ocupan un tramo de una vía.

En un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial se calcula dividiendo la distancia entre el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerlo. Su fórmula matemática es:

$$v_e = \frac{d}{\bar{t}}$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

Dónde:

v_e = Velocidad media espacial

d = Distancia dada o recorrida

\bar{t} = Tiempo promedio de recorrido

n = Número total de vehículos observados o tamaño de la muestra

También se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$v_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1.0}{v_i} \right)}$$

Donde:

v_i = Velocidad del vehículo “i”

La velocidad media espacial y la velocidad media temporal no son iguales. J.C. Wardrop demostró que:

$$\bar{v}_t = \bar{v}_e + \frac{S_e^2}{\bar{v}_e}$$

$$S_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v}_e)^2}{n}$$

Donde:

S_e^2 = Varianza de la distribución de velocidades en el espacio

En la práctica se hace necesario transformar velocidades medias temporales a velocidades medias espaciales, se obtiene entonces de manera aproximada que:

$$\bar{v}_e = \bar{v}_t - \frac{S_t^2}{\bar{v}_t}$$

$$S_t^2 = \frac{\sum_{i=1}^m f_i (v_i - \bar{v}_t)^2}{n}$$

Donde:

S_t^2 = Varianza de la distribución de velocidades en el tiempo

La velocidad media espacial es igual a la velocidad media temporal únicamente cuando la varianza de la velocidad media espacial es igual a cero, es decir, todos los vehículos transitan a una misma velocidad.

Cuando las velocidades de los vehículos no son iguales, la velocidad media temporal es siempre mayor que la velocidad media espacial; esto se debe a que, en un tramo de una vía en estudio, la muestra de velocidades de punto al final del tramo tiende a incluir a algunos vehículos veloces que no estaban en el tramo al inicio del estudio, y a su vez tiende a excluir

algunos vehículos lentos que si estaban dentro del tramo de vía.

Por otra parte, para el mismo tramo de vía y con ayuda de una fotografía aérea, se tomarían en cuenta solamente los vehículos que se encuentran en dicho tramo en el momento de la exposición.

Velocidad de recorrido, global o de viaje

Conocida también como velocidad de recorrido total, queda definida como la distancia total recorrida, en un tramo relativamente largo, dividida entre el tiempo total de recorrido. En el tiempo de recorrido se incluye las demoras debidas al tránsito ajeno a la voluntad del conductor, no incluye demoras fuera de la vía como ser: lugares de recreación, restaurantes, estaciones de servicio, etc. Se obtiene entonces la velocidad de recorrido como un promedio de velocidades desarrolladas por un grupo de vehículos.

Velocidad de marcha

La velocidad de marcha o velocidad de crucero se define como la distancia total recorrida dividida entre el tiempo de marcha. El tiempo de marcha excluye todas las paradas y demoras.

Velocidad de proyecto

La velocidad de proyecto o velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tráfico son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación.

La velocidad de proyecto debe ser seleccionada de acuerdo a: la importancia o categoría de la futura vía, los volúmenes de tráfico, la topografía de la región, uso del suelo y la disponibilidad de recursos económicos.

Es conveniente mantener constante la velocidad de proyecto, pero dadas las limitaciones topográficas que se puedan presentar, la velocidad de proyecto puede variar en distintos tramos de la vía.

No se debe usar velocidades de proyecto muy altas, debido a que se encarece la obra y el ahorro de tiempo de viaje no es muy significativo. Las velocidades de proyecto máximas actualmente son de 112 km/h en E.E.U.U. y de 120 km/h en Europa.

2.5 DENSIDAD O CONCENTRACIÓN (K)

Se define la concentración o densidad de tráfico como el número de vehículos que ocupan una longitud específica de una vía en un momento dado. Por lo general se expresa en unidades de vehículos por kilómetro (veh/km).

Se puede medir la densidad de tráfico de un tramo de una vía con la ayuda de una fotografía aérea, en la cual se contaría fácilmente las cantidades de vehículos; también es posible calcular la densidad en función de la intensidad y velocidad.

Está claro que cualquier tramo de vía tiene una densidad máxima, esta situación se da cuando los vehículos están totalmente varados y sin espacios de separación entre ellos; por lo tanto, si se tuviera en el tramo vehículos de una misma longitud, entonces, la densidad o concentración máxima se obtendría como el inverso de la longitud del vehículo.

La fórmula para el cálculo de la densidad es la siguiente:

$$k = \frac{N}{d} = \frac{q}{v}$$

Donde:

k = Densidad o concentración de tráfico (veh/km)

N = Número de vehículos (veh)

d = Distancia o longitud (km)

q = Intensidad o flujo (veh/h)

v = Velocidad (km/h)

2.6 TASA DE FLUJO O FLUJO (Q) Y VOLUMEN (Q)

La tasa de flujo o flujo es la cantidad de vehículos que pasa por un punto o sección transversal de una vía en un tiempo menor a una hora, se puede expresar en unidades de [veh/hora] teniendo en cuenta que no representa exactamente el número de vehículos por hora.

Por otra parte, el volumen si puede representar una cantidad de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo mayor o igual a una hora.

Se expresa el flujo de la siguiente manera:

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

Donde:

q = Tasa de flujo o flujo (veh/periodo)

N = Número de vehículos que pasan (veh)

T = Tiempo o periodo determinado (unidad de tiempo)

2.7 VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTOS O TOTALES

Son volúmenes de tránsito que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes, una semana, un día o una hora.

- TRÁNSITO ANUAL (TA): Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos. (T = 1 año).

- TRÁNSITO MENSUAL (TM): Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos. (T = 1 mes).

- TRÁNSITO SEMANAL (TS): Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos. (T = 1 semana).

- TRÁNSITO DIARIO (TD): Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. (T = 1 día).

- TRÁNSITO HORARIO (TH): Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. (T = 1 hora).

Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD)

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedio diarios se clasifican en:

- TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

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

- TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)

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

- TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)

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

a) Volúmenes de tránsito horarios (VH)

Su unidad de medida son los vehículos por hora, se clasifican de acuerdo a la hora seleccionada como se detalla a continuación:

b) Volumen horario máximo anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de una vía durante un año; es decir, 1 de 8760 horas en la que se registra el mayor volumen de tráfico.

c) Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos; representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día.

d) Volumen horario de proyecto

El volumen horario de proyecto o volumen horario de diseño, es un volumen proyectado que sirve para determinar las características geométricas de la vía. No se considera el máximo volumen horario como volumen de proyecto ya que se alcanzaría un costo elevado de inversión.

La experiencia en otros países ha demostrado que tampoco resulta económico diseñar una vía para un volumen horario mayor al volumen horario trigésimo anual, por lo tanto, se considera al volumen horario trigésimo anual como el de diseño.

2.8 VOLÚMENES DE TRÁNSITO FUTURO

a) Relación entre el volumen horario de proyecto (VHP) y el tránsito promedio diario anual (TPDA)

Si se elabora una lista con los volúmenes horarios de una vía a lo largo de un año, y se ordena dichos volúmenes en forma descendente obteniendo los volúmenes de la 10a, 20ava, 30ava,....., 100ava hora de máximo volumen, se puede obtener un factor de relación “k” entre el volumen horario de la n-ava hora y el TPDA.

Considerando como volumen horario de proyecto a la 30ava hora de máximo volumen se tiene:

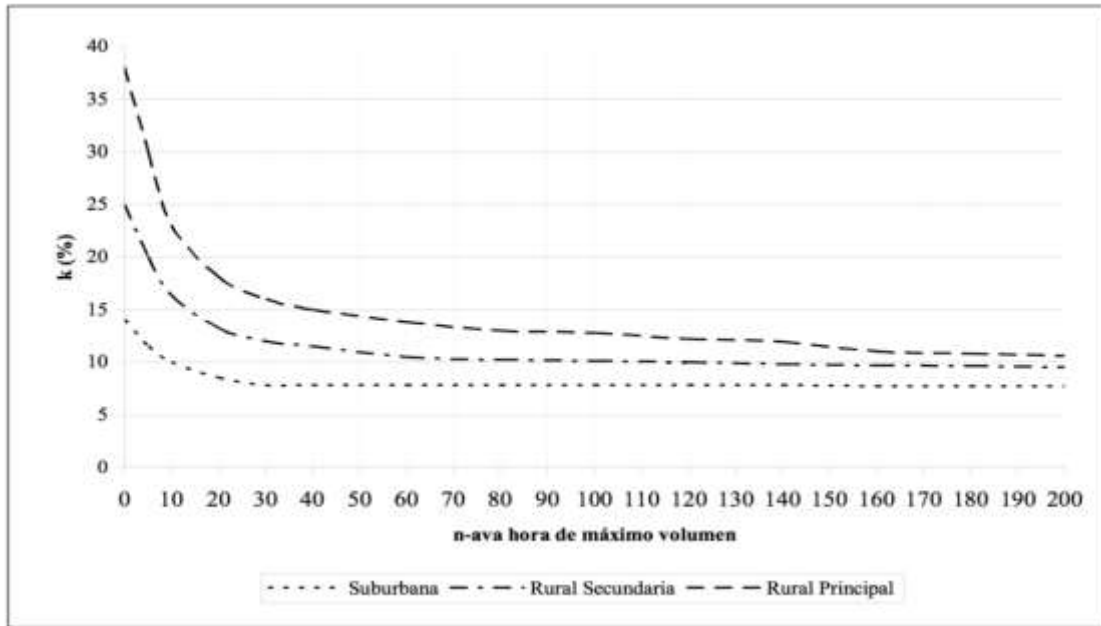
$$k = \frac{30VH}{TPDA} \Rightarrow VHP = k \times (TPDA)$$

Donde:

VHP = Volumen Horario de Proyecto (30VH)

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual (del año de proyecto)

k = valor esperado de la relación entre el VH y el TPDA



Ref. Ingeniería de Tránsito de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas G.

Gráfico 1. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual TPDA.

Graficando el factor de relación “k” vs. “n-ava” hora de máximo volumen para distintos tipos de vialidades, y asumiendo como volumen de proyecto a la 30ava hora, se recomienda los siguientes valores de “k”:

Carreteras Rurales Principales: $k = 0.16$

Carreteras Rurales Secundarias: $k = 0.12$

Carreteras Suburbanas: $k = 0.08$

b) Relación entre el tránsito promedio diario anual (TPDA) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS)

Como no es posible disponer de registros de volúmenes a lo largo de un año en todas las

vías, se puede estimar el Tránsito Promedio Diario Anual en base al Tránsito Promedio Diario Semanal como se muestra a continuación:

$$TPDA = TPDS \pm K \hat{\sigma}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{S}{n} \times \left(\frac{N-n}{N-1} \right)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}}$$

Donde:

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual

TPDS = Tránsito Promedio Diario Semanal

K = Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado

σ = Estimador de la desviación estándar poblacional

S = Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario

n = Tamaño de la muestra en número de días de aforo

N = Tamaño de la población en número de días del año

TD_i = Volumen de tránsito del día “i”

Tabla 3 Valores de K para distintos niveles de confiabilidad

Nivel de Confiabilidad (%)	K
89.6	1.5
90.0	1.64
95.0	1.96
96.0	2.0
98.1	2.5

c) Ajuste de volúmenes de tránsito

Si se realiza el ajuste de volúmenes de tránsito en una vía que no cuenta con registro de volúmenes de tránsito permanentes, entonces, se puede obtener el Tránsito Promedio Diario de dicha vía utilizando factores de ajuste calculados de otra vía de similares características mediante la siguiente relación:

$$\boxed{TPD_i = TD_i \times F_m \times F_d}$$

$$\boxed{F_m = \frac{TPDA}{TPDM}}$$

$$\boxed{F_d = \frac{TPDS}{TD}}$$

Donde:

TPDi = Tránsito Promedio Diario del día i

TDi = Tránsito Diario del día i

Fm = Factor de ajuste mensual

Fd = Factor de ajuste diario

d) Pronóstico del volumen de tránsito

El tránsito futuro es el volumen de tráfico que tendrá la vía cuando esté completamente en servicio. Está compuesto por el tránsito actual y el incremento del tránsito al año de proyecto tal como se muestra en la expresión siguiente:

$$\boxed{TF = TA + IT}$$

Donde:

TF = Tránsito futuro

TA = Tránsito actual

IT = Incremento del tránsito al año de proyecto

Por otra parte, el tránsito actual no toma en cuenta solamente los volúmenes de tráfico obtenidos ya sean mediante aforos, encuestas de origen-destino ó estudios socioeconómicos; sino también el tránsito atraído a la nueva o vía mejorada por razones de comodidad, ahorros en el tiempo de viaje, características geométricas, seguridad y comodidad.

Está claro que en una apertura de camino no se tiene tránsito existente, por lo tanto, el tránsito actual está compuesto solamente por el tránsito atraído. El tránsito actual se expresa como:

$$\boxed{TA = TE + Tat}$$

Donde:

TA = Tránsito actual

TE = Tránsito existente

Tat = Tránsito atraído

El incremento del tránsito es el volumen que se espera tener en la vía al año de proyecto.

Está compuesto por el crecimiento normal del tránsito, el tránsito generado y el tránsito desarrollado.

El **crecimiento normal del tránsito** está en función de la necesidad del uso de vehículos por las personas.

El **tránsito generado** consta de viajes vehiculares distintos a los de servicio público, que no se realizarían sin la construcción de la nueva vía.

El tránsito generado está compuesto a su vez por tres categorías: el tránsito inducido, o nuevos viajes no realizados previamente por ningún modo de transporte; el tránsito convertido, o nuevos viajes que previamente se hacían masivamente en taxi, autobús, tren, avión o barco, y que por razón de la nueva vía se harían en vehículos particulares; y el tránsito trasladado, consistente en viajes previamente hechos a destinos completamente diferentes, atribuibles a la atracción de la nueva vía y no al cambio del uso del suelo. Se cuantifica el tránsito generado como un porcentaje que varía entre el 5% y el 25% del tránsito actual con un periodo de generación de uno a dos años después de la puesta en funcionamiento de la vía.

El **tránsito desarrollado** se produce debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera, se cuantifica el tránsito desarrollado como un 5% del tránsito actual con un periodo de generación de muchos años después de la puesta en funcionamiento de la vía. Se puede expresar el incremento del tránsito como sigue:

$$IT = CNT + TG + TD$$

Donde:

IT = Incremento del tránsito

CNT = Crecimiento normal del tránsito

TG = Tránsito generado

TD = Tránsito desarrollado

Reemplazando cada uno de los elementos desarrollados con anterioridad se tiene la expresión general para el pronóstico del tránsito futuro en una vía:

$$TF = TE + Tat + CNT + TG + TD$$

El factor de proyección se puede calcular con la siguiente expresión:

$$FP = \frac{TF}{TA} = \frac{TA + IT}{TA} = \frac{TA + CNT + TG + TD}{TA} \Rightarrow FP = 1 + \frac{CNT}{TA} + \frac{TG}{TA} + \frac{TD}{TA}$$

El valor del factor de proyección para un periodo de 20 años varía entre 1.5 a 2.5.

e) Índices de crecimiento

Se puede pronosticar también el tránsito futuro mediante índices de crecimiento aplicados a métodos aritméticos y geométricos.

El método aritmético se utiliza para poblaciones pequeñas con volúmenes bajos de tráfico, su expresión es la siguiente:

$$TF = TA (1 + ni)$$

Donde:

n = Número de años

i = Tasa o rata de crecimiento

El método geométrico se utiliza para poblaciones con volúmenes de tráfico alto, su expresión es la siguiente:

$$TF = TA(1+i)^n$$

Los factores de proyección anual parcial y total se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$FP_{\text{parcial}} = \frac{(1+i)^n - 1}{ni}$$

$$FP_{\text{total}} = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

2.9 AFOROS DE VOLÚMEN

Los aforos de volumen realizados en un punto o sección de una vía nos permiten obtener datos relacionados con el movimiento de automóviles respecto al tiempo y espacio, las características de los aforos dependen del tipo de análisis solicitado en una vía. Los aforos de volumen sirven para efectuar:

- Estudios prioritarios de conservación (mantenimiento)
- Estudios prioritarios de construcción
- Estudios prioritarios de señalización
- Estudios de accidentes en la zona

Métodos de aforo

Método manual

Este método de aforo consiste en el llenado de planillas elaboradas de acuerdo al tipo de datos a recabar en la vía, a cargo de una o varias personas. Los tipos de datos pueden ser:

- Composición vehicular
- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

El tiempo de aforo pueden ser periodos de una hora o menos, un día, un mes o un año.

Método mecánico

Se realiza mediante dispositivos mecánicos instalados en la vía, estos dispositivos son:

- Detectores neumáticos: consiste en un tubo neumático colocado en forma transversal sobre la calzada que registra mediante impulsos causados por las ruedas de los vehículos el conteo de los ejes del mismo.
- Contacto eléctrico: consiste en una placa de acero recubierta por una capa de hule que contiene una tira de acero flexible, que al accionar de las ruedas del vehículo cierra circuito y procede al conteo respectivo, con este dispositivo se pueden realizar conteos por carril y sentido.
- Fotoeléctrico: consiste en una fuente emisora de luz colocada a un lado de la vía, realiza el conteo de vehículos cuando estos interfieren con la luz del dispositivo.

- Radar: lanza ondas que al ser interceptadas por un vehículo en movimiento cambian de frecuencia, realizando así el conteo.

- Fotografías: se toman fotografías del tramo y después se procede al conteo de vehículos.

Encuestas de origen y destino

Se utilizan para recopilar datos sobre números y tipos de viajes incluyendo movimiento de vehículos y pasajeros, desde varias zonas de origen hacia zonas de destino. Se utiliza este tipo de encuestas para propósitos de planeación de mejoras o aperturas de vías. Se puede realizar este trabajo de distintas maneras:

- Encuestas a conductores de vehículos: se consulta a los conductores el origen y destino de su trayectoria.

- Tarjetas postales a los conductores en movimiento: se entrega tarjetas a los conductores para que estos llenen los datos requeridos en la misma y la envíen a una casilla en particular.

- Placas de vehículos: se registra los números de placas entre dos a más puntos del área de estudio.

- Encuestas domiciliarias

- Encuestas a pasajeros de transporte público.

2.10 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Capacidad

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos.

El Nivel de Servicio es una medida de la calidad de fluidez. La Capacidad y Nivel de Servicio estimados son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones en la Ingeniería de Tráfico y Planes de Transportación.

Medidas de rendimiento

Una sección básica de autopista se caracteriza por tres medidas de rendimiento:

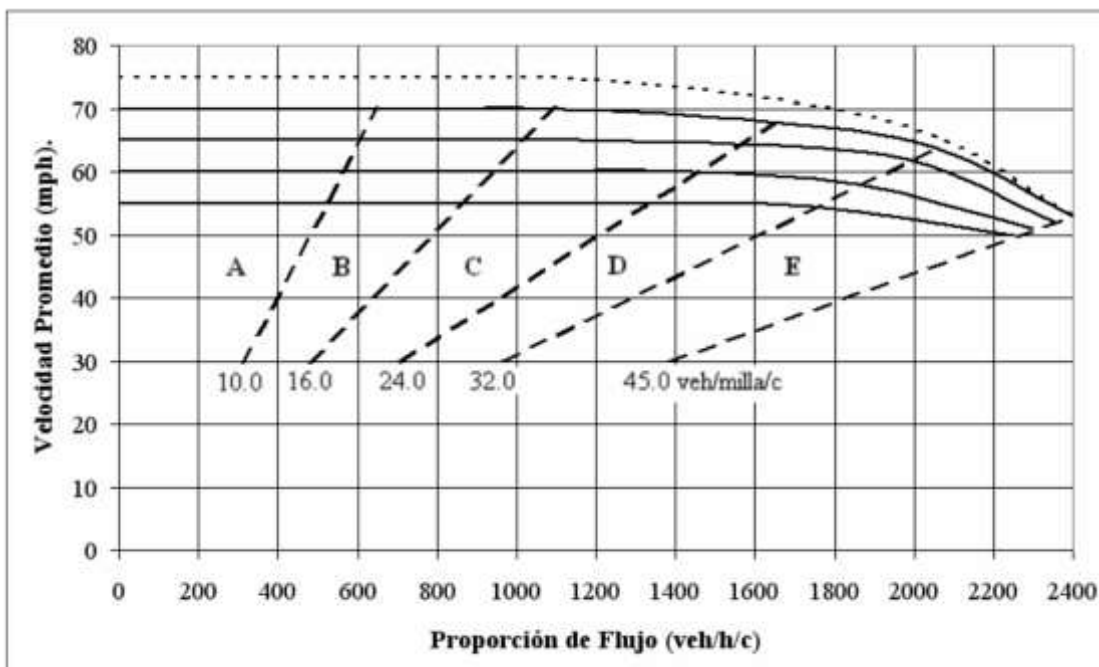
1. Densidad en términos de vehículos por milla por carril (veh/mi/c).
2. Velocidad en términos de velocidad media de los vehículos.
3. Relación volumen/capacidad (v/c).

Estas tres medidas están interrelacionadas. Cuando dos de estas se conocen, la tercera se resuelve de inmediato.

Nivel de servicio (NS)

La densidad es el parámetro usado para definir los niveles de servicio en secciones básicas de autopista, ya que la misma se incrementa al igual que el flujo hasta la capacidad. Los rangos de densidad, velocidad y flujo para cada nivel de servicio se muestran en la tabla 4.

El gráfico 2 muestra las relaciones entre velocidad, flujo y densidad para secciones básicas de autopista. Además, muestra la definición de varios niveles de servicio usando sus respectivos valores de densidad.



Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Gráfico 2. Nivel de servicio en función a capacidad y velocidad

Tabla 4 Criterios de NS para Secciones Básicas de Autopista

Nivel de Servicio	Densidad Máxima (veh/mi/c)	Velocidad Mínima (mi/h)	Máximo Flujo de Servicio (veh/h/c)	Máxima Relación v/c
Velocidad a Flujo Libre = 75 mi/h				
A	10.0	75.0	750	0.31
B	16.0	75.0	1200	0.50
C	24.0	71.0	1704	0.71
D	32.0	65.0	2080	0.87
E	45.0	53.0	2400	1.00
F	>45	<53	<2400	<1.00
Velocidad a Flujo Libre = 70 mi/h				
A	10.0	70.0	700	0.29
B	16.0	70.0	1120	0.47
C	24.0	68.0	1632	0.68
D	32.0	64.0	2048	0.85
E	45.0	53.0	2400	1.00
F	variable	variable	variable	variable
Velocidad a Flujo Libre = 65 mi/h				
A	10.0	65.0	650	0.28
B	16.0	65.0	1040	0.44
C	24.0	64.5	1548	0.66
D	32.0	62.0	1984	0.84
E	45.0	52.0	2350	1.00
F	variable	variable	variable	variable
Velocidad a Flujo Libre = 60 mi/h				
A	10.0	60.0	600	0.26
B	16.0	60.0	960	0.42
C	24.0	60.0	1440	0.63
D	32.0	58.0	1856	0.81
E	45.0	51.0	2300	1.00
F	variable	variable	variable	variable
Velocidad a Flujo Libre = 55 mi/h				
A	10.0	55.0	550	0.24
B	16.0	55.0	880	0.39
C	24.0	55.0	1320	0.59
D	32.0	54.5	1744	0.78
E	45.0	50.0	2250	1.00
F	variable	variable	variable	variable

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Nivel de servicio A



Figura 3. Nivel de servicio A

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Describe operaciones de libre fluidez, velocidades de libre fluidez prevalecen. Los vehículos son casi completamente libres de maniobrar dentro el tráfico aun en la máxima densidad del NS A, el promedio de espacio entre vehículos es alrededor de 530 pies (161.5 m) ó 26 longitudes de vehículo lo cual permite al motorista un alto nivel de confort físico y psicológico. Los efectos de incidentes o puntos de colapso son fácilmente absorbidos en este nivel.

Nivel de servicio B



Figura 4. Nivel de servicio B

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Representa una libre fluidez razonable, y la velocidad a flujo libre es mantenida. El más bajo promedio de espacio entre vehículos es alrededor de 330 pies (100.6 m.) ó 17 longitudes de vehículo. La habilidad para maniobrar dentro del flujo de tráfico está ligeramente restringida, y el nivel general de confort físico y psicológico proveído a los conductores es aún alto. Los efectos de incidentes menores y puntos de colapso aún son fácilmente absorbidos.

Nivel de servicio C



Figura 5. Nivel de servicio C

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Provee un flujo con velocidades iguales o cercanas a la velocidad de flujo libre de autopista. La libertad de maniobrar dentro del flujo de tráfico es notablemente más restringida en el NS C y los cambios de vía requieren más cuidado y vigilancia por parte del conductor. El promedio mínimo de espacio entre vehículos está en el rango de 220 pies (67 m.) u 11 longitudes de vehículo. Incidentes menores aún pueden ser absorbidos, pero la deterioración local del servicio será sustancial. Se puede esperar la formación de filas detrás de cualquier bloqueo significativo.

Nivel de servicio D



Figura 6. Nivel de servicio D

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Es el nivel en el cual la velocidad empieza a declinar ligeramente con el incremento del flujo. La densidad empieza a incrementarse algo más rápidamente con el incremento del flujo.

La libertad de maniobrar dentro el flujo de tráfico es notablemente más limitada, y el conductor experimenta un reducido nivel de confort físico y psicológico. Puede esperarse que cualquier incidente pueda crear filas debido a que el flujo de tráfico tiene un pequeño espacio para absorber turbulencias. El porcentaje mínimo de espaciamiento de vehículos es de aproximadamente 165 pies (50.3 m.) u ocho longitudes de vehículo.

Nivel de servicio E



Figura 7. Nivel de servicio E

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Describe las operaciones en capacidad, las operaciones en este nivel, virtualmente no se tienen espacios usables en el flujo de tráfico.

Los vehículos están espaciados aproximadamente seis longitudes de vehículo, dejando un pequeño espacio para maniobrar dentro del flujo de tráfico a velocidades que aún están sobre las 49 mi/h (78.9 km/h). Cualquier interrupción en el flujo de tráfico, tal como los vehículos entrando de una rampa o un vehículo cambiando de carril puede establecer una onda de interrupción que se propaga a través del flujo del tráfico corriente arriba.

En cuanto a la capacidad, el flujo de tráfico no tiene la habilidad para disipar ni siquiera la menor interrupción, y puede esperarse que cualquier incidente produzca un serio colapso con una extensa fila o enfilamiento vehicular. La maniobrabilidad dentro el flujo de tráfico es extremadamente limitada y el nivel de confort físico y psíquico para el conductor es pobre.

Nivel de servicio F



Figura 8. Nivel de servicio A

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Describe colapsos en fluidez vehicular. Tales condiciones generalmente existen dentro las formaciones de fila detrás de puntos de colapso. Tales colapsos ocurren por las siguientes razones:

- Incidentes de tráfico causan una reducción temporal de la capacidad en un corto segmento, así que el número de vehículos llegando a este punto es más grande que el número de vehículos que salen de él.
- En situaciones previstas, cualquier ubicación donde el proyectado flujo en la hora-pico (u otra) excede la capacidad estimada de la ubicación genera un problema.

Criterio de nivel de servicio

El nivel de servicio de las áreas de entrecruzamiento se relaciona al promedio de densidad de todos los vehículos en la sección. El promedio de densidad en el área de entrecruzamiento se

encuentra dividiendo el flujo total entre el promedio (media espacial) de la velocidad de todos los vehículos en la sección de entre cruzamiento, entonces

$$S = \frac{v_w + v_{nw}}{S_w + S_{nw}}$$

Donde S es el promedio (la media espacial) de la velocidad de todos los vehículos en la sección de entrecruzamiento en millas por hora, y todas las otras variables son previamente definidas. La densidad se encuentra entonces:

$$D = \frac{v/N}{S}$$

Donde D es la densidad expresada en vehículos ligeros por milla por carril (veh/mi/c).

La tabla N°5 contiene los criterios para la definición del NS basado en la densidad en el área de entrecruzamiento. Se debe notar que el criterio se muestra para las autopistas, así como para las carreteras multicarriles y carreteras tipo colector-distribuidor (C-D).

Pueden aplicarse los procedimientos en este tema a secciones de entrecruzamiento en carreteras multicarriles usando una velocidad a flujo libre apropiada en la predicción de velocidades de entrecruzamiento y no entrecruzamiento.

En general se tienen densidades ligeramente mayores para cada nivel de servicio en comparación a las densidades en una sección básica de autopista. No se aplica este procedimiento a niveles de servicio cercanos a E ó F debido a que una falla en el funcionamiento ocurriría a densidades más bajas que las correspondientes a una sección básica de autopista, debido a la turbulencia adicional creada por los movimientos de entrecruzamiento.

Tabla 5 Criterio de Nivel de Servicio para Áreas de entrecruzamiento

Nivel de Servicio	Densidad Máxima (veh/mi/c)	
	Área de entrecruzamiento en autopista	Área de entrecruzamiento en carretera multicarril
A	10	12
B	20	24
C	28	32
D	35	36
E	≤43	≤40
F	>43	>40

Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998)

Análisis de la capacidad vehicular

Aunque resulte bastante difícil establecer valores numéricos para la capacidad vehicular en calles y carreteras por los diversos factores que rodean a la circulación vehicular, los estudios más serios que se han realizado a nivel mundial son las que están reflejadas por el manual de capacidad de la administración federal de los EEUU que después de numerosos estudios en diferentes tipos de carreteras donde variaban en carriles volúmenes de tráfico, tipos de vehículos, condiciones de entorno, características físicas, geométricas, etc. establecieron algunas pautas generales para medición de capacidad de carreteras y calles diferentes tablas de valores o factores de incidencia en la reducción de esta capacidad.

Se establece como una capacidad teórica a la relación:

$$\text{Capacidad teórica} = (1000 * \text{vol. horario}) / e$$

Donde:

e = Separación entre vehículos en un mismo carril

Esta capacidad teórica no ha logrado ser aplicable porque debido a los estudios difieren bastante en las condiciones prácticas reales. Por ello el manual de capacidad establece para capacidades máximas igual a 2000 veh/hora por carril en condiciones ideales.

Estas condiciones ideales son de ancho de carriles máximas (3.65 ó 3.66 mts) bermas o acotamientos laterales cuyo ancho sea de 1.80 mts. o mayor y prácticamente 0% de camiones y autobuses considerados de tráfico pesado.

En la realidad no existen esas condiciones ideales ni en carreteras ni en calles urbanas, por lo tanto, ha sido necesario establecer una relación más práctica donde la:

$$\text{Capacidad real} = \text{capacidad teórica} * C1 * C2 * C3$$

$C1 * C2 * C3$ = coeficientes de reducción de capacidad dados por el manual de capacidad.

Debido a las condiciones diferentes que existe entre la circulación en carreteras y la circulación en calles urbanas, se ha diferenciado el estudio de capacidad en:

- a). - Capacidad para vías ininterrumpidas
- b). - Capacidad para vías interrumpidas

a) Capacidad para vías ininterrumpidas

En este grupo están todas las carreteras y autopistas rurales o urbanas.

Para el análisis de la capacidad en vías ininterrumpidas se establece algunos valores prácticos por el manual de capacidad, como capacidad teórica en la siguiente tabla:

Tabla 6. Capacidad en vías ininterrumpidas en condiciones ideales

	VÍAS 2 CARRILES	VÍAS 3 CARRILES	VÍAS 4 CARRILES O MAS
TIPO	AMBOS SENTIDOS	AMBOS SENTIDOS	PARA EL SENTIDO DE CORRIENTE MÁS INTENSA
Capacidad Básica	200 veh/h	400 veh/h	2000 veh/h
Capacidad Básica Urbana	1500 veh/h	2000 veh/h	1500 veh/h
Capacidad Básica Carreteras	900 veh/h	1500 veh/h	1000 veh/h

Además de estos valores recomendables que da la tabla se establece una relación general como volumen de servicio a:

$$VS = V/C * N * C1 * C2 * C3$$

Donde:

VS = Volumen de servicio o capacidad práctica

V/C = Relación Volumen / Capacidad dado por el manual de capacidad

C1, C2, C3 = Coeficiente de reducción de la capacidad

Efectos que reducen la capacidad en vías ininterrumpidas

Existen diferentes factores que inciden en la capacidad vehicular de una carretera, de ellas las más importantes por el efecto cuantitativo son:

- Ancho de carril
- Obstrucción lateral o bermas

- Porcentaje de camiones
- Porcentaje de ómnibuses

Efecto por ancho de carril

Tanto el ancho del carril como las bermas en una carretera si estas no tienen las dimensiones ideales establecidas de acuerdo a normas de diseño que son de 3.65 mts. Para un carril y 1.80 mts. de bermas lateral, cualquier dimensión dará origen a la reducción de la capacidad ya que se verá afectada la circulación vehicular en su carácter cualitativo y cuantitativo debido a ello, de acuerdo a las investigaciones realizadas por el manual de capacidad se han establecido una relación de los valores y reducción de la capacidad dadas por la siguiente tabla.

Tabla 7 Relación de dimensiones de berma y reducción de capacidad

	OBSTRUCCION EN UN LADO				OBSTRUCCION EN AMBOS LADOS			
	CAPACIDAD EN UNA VIA 2 CARRILES							
Berma	3,65	3,35	3,05	2,75	3,65	3,35	3,05	2,75
1,8	100 %	88%	81%	76%	100%	88%	81%	70%
1,5	99%	86%	80%	75%	97%	85%	79%	74%
1,2	96%	84%	78%	73%	91%	80%	74%	69%
0,6	92%	81%	75%	70%	84%	74%	68%	64%
0	88%	77%	71%	67%	76%	67%	62%	58%

	CAPACIDAD EN DOS VIAS 2 CARRILES							
1,8	100 %	86%	77%	70%	100%	86%	77%	70%
1,5	98%	84%	76%	69%	96%	83%	74%	67%
1,2	94%	81%	73%	67%	88%	76%	68%	62%
0,6	90%	77%	70%	64%	79%	68%	61%	58%
0	85%	73%	66%	60%	70%	60%	54%	49%
	CAPACIDAD EN DOS CARRILES EN UNA VIA DE CALZADAS SEPARADAS							
1,8	100 %	97%	91%	81%	100%	97%	91%	81%
1,5	100 %	97%	91%	81%	99%	96%	90%	80%
1,2	98%	96%	90%	80%	97%	94%	88%	78%
0,6	96%	93%	88%	78%	93%	90%	85%	75%
0	90%	87%	82%	73%	81%	79%	74%	66%

Efecto del porcentaje de camiones y autobuses

La presencia de camiones y autobuses en el volumen de tráfico también es una causal de reducción de capacidad debido a que estos vehículos considerados de tráfico pesado por lo general tienen la tendencia de circular con velocidades menores, de evitar maniobras frecuentes de rebase y de obstruir la visibilidad a vehículos que van en el mismo sentido detrás de ellos. Por ello se ha comprobado también que hay un efecto reductor de la capacidad en función del porcentaje de estos vehículos dentro del conjunto del volumen de tráfico cuyos valores establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 8 Relación camiones y autobuses y reducción de capacidad.

CAMIONES Y AUTOBUSES %	CAPACIDAD EN %					
	VIAS DE 4 O MÁS CARRILES			VIAS DE 2 CARRILES		
	Plano	Ondulado	Montañoso	Plano	Ondulado	Montañoso
0	100	100	100	100	100	100
10	89	71	49	91	77	59
20	79	53	27	83	63	42
30	71	41	15	77	53	32

Al hacer uso de las anteriores tablas se toma como dato de inicio la capacidad teórica recomendada se puede determinar los valores de capacidad real que tienen las vías de flujo ininterrumpidos.

Una otra forma de determinar la capacidad real denominado también volumen de servicio es precisamente utilizando la relación general de volumen de servicio y multiplicando por los diferentes factores de reducción dado por una serie de cuadros dando para cada caso se puede determinar los coeficientes y la relación de volumen capacidad en función de una velocidad de proyecto.

En la práctica es difícil encontrar carreteras cuyas características geométricas tengan dimensiones ideales es por ello que resulta importante ver la capacidad real que cada una de estas carreteras tiene para poderla comparar con el TPD proyectado a la vida útil y determinar si está dentro del nivel de servicio esperado o si la capacidad es suficiente para el volumen que transita.

Capacidad en vías interrumpidas

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras o vías interrumpidas en calles urbanas se considera a las vías de carácter interrumpido debido a que en la circulación existen una serie de factores que producen paralización y demoras en la circulación haciéndose el tráfico interrumpido. Entre esos factores los más importantes son:

- a) Semáforos en intersecciones a nivel.
- b) Agentes de tránsito que guían la circulación en intersecciones.
- c) Cruce de peatones.
- d) Detención de vehículos por diferentes causas.
- e) Detención de ómnibuses de transporte público para el ascenso o descenso de pasajeros.
- f) Dimensiones de los accesos a una intersección y su capacidad de visibilidad.

Todos estos factores además de otros de menor incidencia afectan a la capacidad vehicular en calles urbanas o vías interrumpidas. Existe una gran complejidad de la determinación de la incidencia de cada uno de estos factores en la capacidad vehicular, no habiendo una acción individual de cada factor sino un efecto combinado de varios factores, por ello el manual de capacidad de la administración federal de caminos de USA que es la base de estudios de capacidad en la mayoría de países de América establece una metodología para determinar la capacidad en vías interrumpidas a partir de la siguiente concepción básicos.

Capacidad básica

Se considera capacidad básica a la cantidad de vehículos que circula en un carril de ancho de 3.65 mts. En un tiempo de 1 hora en un determinado punto. Teóricamente en las vías interrumpidas este valor ha alcanzado un máximo de 2000 veh/h. En vías interrumpidas

este valor se reduce por los efectos y factores ya anotados dando un valor máximo de 1500 veh/h pero esta hora se considera solo como hora de luz verde.

Inicialmente el manual de capacidad considera a todas las intersecciones con semáforo, en el caso de que no existiese, se tiene la suposición que existe un agente de tránsito, en ambos casos existe un tiempo dándose de un flujo libre al cruce de vehicular que puede ser medible a esa cantidad de tiempo se denomina flujo de hora verde.

Capacidad práctica

En la práctica las condiciones de trazo urbano no nos dan las condiciones geométricas y condiciones de circulación ideales para medir como la capacidad teórica básica máxima sino más bien las condiciones son variables y se debe encontrar un valor de capacidad real de acuerdo a condiciones físicas y condiciones actuales, para ello el manual de capacidad de acuerdo a varios estudios de investigación ha determinado dos gráficas o ábacos que nos sirve de base para determinar una capacidad teórica considerando que el 10% del volumen es de camiones y omnibuses y el 20% del volumen realiza movimientos de giros a la izquierda o la derecha.

La capacidad práctica resultará del producto de la capacidad teórica obtenida de los ábacos por los factores de reducción que están determinados para diferentes casos.

Primer caso

Calles con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforo para los movimientos de giro.

Para este caso se determina primeramente la capacidad teórica en el ábaco correspondiente y se hacen las siguientes reducciones.

a) Las capacidades prácticas en promedio son un 10% más bajo a los valores dados por el ábaco.

b) Sustraer un 1% por cada 1% que los ómnibuses y camiones pasen del 10% del número total de vehículos.

c) Sustraer un 0.5% por cada 1% es que el tránsito que gira a la derecha pasa del 10% del tránsito total.

Sustraer un 1% por cada 1 % en que el tránsito que gira a la izquierda pasa del 10% del volumen total.

d) Por paradas de ómnibuses antes de la intersección restar el 10% por parada de ómnibuses después de la intersección, restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias.

e) Por estacionamientos permitidos restar 1.80 mts del ancho del acceso y luego hacer las correcciones ya indicadas.

$$\text{Cap.Real} = \text{Capac, teórica correg.} * 10\% - (\% \text{ exceso veh. pesados}) * (\% \text{exceso de giros})$$

Segundo caso

Calle con circulación en ambos sentidos con carril suplementario para movimientos de giros, pero sin indicación especial de semáforo.

Para este caso la metodología que se sigue es la siguiente:

a) Se utiliza como capacidad practica el valor del ábaco correspondiente.

- b) Añadir 5% por carril suplementario a la derecha, 10% por carril suplementario por giro a la izquierda, 15% cuando ambos carriles suplementarios están agregados al ancho de acceso
- c) Por carril. De giro a la izquierda sumar el # de vehículos que giren a la izquierda, pero sin exceder la capacidad del carril suplementario. La capacidad del carril para girar a la izquierda debe ser estimada en términos de vehículos por hora de luz verde como la diferencia entre 1200 veh. y el volumen total de tránsito opuesto, con ello reajustar el porcentaje de vehículos que hacen giros a la izquierda y hacen giro a la derecha y utilizar los mismos porcentajes de reducción del primer caso.
- d) Reducir por camiones y ómnibuses el 1% por cada 1% que pasen el 10% del # total de vehículos.

Tercer caso

Calles con circulación en un solo sentido.

Para este caso se determina la capacidad teórica a partir del segundo ábaco y se determinan las siguientes correcciones

- a) Se considera como capacidad práctica al 10% más bajo del valor obtenido en el ábaco
- b) Se reduce por ómnibuses y camiones 1% por cada 1% que exceda del 10% del volumen total
- c) Restar 0.5% por cada 1% en el tránsito combinado que gira a izquierda o derecha exceda del 20% del tránsito total
- d) Usar el ancho normal de la calle al aplicar las curvas de los ábacos antes de efectuar las correcciones de los incisos a y b.

Agregar el 5% por carril suplementario para giros a la derecha y giros a la izquierda o 10% si se han previsto carriles suplementarios para ambos giros.

Para un carril suplementario de giro a la izquierda o derecha agregar al # de vehículos que giran con la siguiente relación.

$$R = 600 * C/G$$

Donde:

R = Relación de ciclo semafórico

C = Ciclo del semáforo (seg.)

G = Tiempo de fase verde (seg.)

b) Marco normativo

Este estudio se basa en la Norma Bolivia del Tránsito y el Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

c) Marco histórico

El municipio de Entre Ríos no cuenta con un plan de ordenamiento vial urbano por lo tanto no se tiene señalización respectiva en sus calles o la que se tiene es muy limitada, no se cuenta con definición de flujos direccionales sin definir vías principales y secundarias.

Siendo este municipio uno de los primeros en contar con la mayoría de sus calles pavimentadas con todos los servicios básicos incluidos y por constituirse en un pueblo en constante desarrollo y crecimiento se ve la necesidad del estudio.

d) Marco referencial

- Trabajos realizados de las fases de la pavimentación rígida de la urbe de Entre Ríos
- Información de censo realizado por el INE (Instituto nacional de Estadística) población índice de crecimiento y otros.
- El municipio cuenta con un plan de desarrollo municipal.

E) Marco conceptual

- Tráfico vial actual: es decir el análisis del estudio de aforo de las variables necesarias para efectuar el diseño como ser tiempos, velocidades, volúmenes flujos direccionales.
- Tráfico vial futuro: se trata de obtener a través de los cálculos necesarios e información obtenida del municipio, el nuevo volumen y la nueva demanda de tráfico vehicular a regular.

CAPITULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE

- Se cuenta dentro del municipio con datos de planimetría del área urbana intensiva, ya que no existe un área extensiva definida provenientes del Departamento de Planificación Urbanismo y Ordenamiento Territorial de la Honorable Alcaldía Municipal de Entre Ríos, donde además de realizar un control de la presente investigación a través de la aprobación de los puntos clave para la aplicación del proyecto.
- Se cuenta con información del censo realizado en la ciudad de Entre Ríos por el INE (Instituto Nacional de Estadística, para determinar la cantidad de pobladores, índices de crecimiento y otros datos requeridos.
- El municipio cuenta con un PDM (Plan de Desarrollo Municipal), donde se puede obtener información primaria y relevante del municipio.
- Actualmente Entre Ríos no cuenta con un plan de ordenamiento vial factor que a lo largo provocará un caos en la ciudad de Entre Ríos si no se asumen medidas lo antes posible.

Sistemas de comunicación en el área de influencia del proyecto

Transportes

Principales tramos, longitudes y estado de caminos.

El Municipio de Entre Ríos cuenta con las siguientes categorías de red de caminos: Interdepartamental, interprovincial, vecinales y sendas.

- **Red Fundamental.**

En el primer caso se encuentra la principal vía nacional, que vincula con las Provincias Cercado y Gran Chaco (Tarija — Villamontes) que forma parte del corredor bioceánico central, que comunica el pacífico con el atlántico. Se encuentra bajo la tuición de SEDECA.

- **Red Departamental**

Que se encuentra bajo la responsabilidad de Vías Bolivia. Comienza en cercado, Abra el Cóndor (Km 46+823) y termina en Palos Blancos, Abra Cuesta Vieja (Km 187+840) con una longitud de 141.02. Éste atraviesa al municipio de Oeste hacia el Este. Se encuentra bajo tuición de SEDECA.

Parque automotor

El parque de vehículos en la ciudad de Entre Ríos creció a un ritmo acelerado, con un índice de crecimiento anual de 9.64 % (datos del año 2014), pero no existe información documentada a cerca del parque automotor real de la ciudad. El parque de vehículos es, casi en todos los países, una actividad que sirve de exponente de su desarrollo tecnológico y económico. La presión ejercida por esta industria y la realidad de que el automóvil es de gran utilidad para el hombre habituado a las formas de convivencia actuales, son factores que han contribuido a que los parques de automóviles se desarrollen con gran impulso.

Vehículos tipo

Los vehículos más numerosos en la zona urbana de Entre Ríos son los coches destinados al transporte de viajeros (normalmente con capacidad para cuatro o cinco pasajeros), y suelen ser éstos los que definen las condiciones geométricas de las infraestructuras por su mayor velocidad. La mayoría de los vehículos son de tracción mecanizada, existiendo en la actualidad muy pocos de tracción animal como ser carretas. Entre los vehículos de tracción mecánica, los de dos ruedas (motocicletas) contribuyen en una proporción reducida al tráfico total.

Tabla 9 Diagnóstico de vehículos existentes en el Municipio de Entre Ríos

ACT	DESCRIPCIÓN	TOTAL	PORCENTAJE
1	Automóvil	80	35.03
2	Jeep	20	8.85
3	Vagonetas	18	7.96
4	Camioneta	25	11.06
5	Minibus	4	1.77
6	Camión	42	18.58
7	Omnibus	10	4.42
8	Micro	4	1.77
9	Motocicleta	25	11.06
TOTAL VEHÍCULOS		226	100

Fuente: HAMER (Honorable Alcaldía municipal de Entre Ríos)

3.2 CRITERIO Y METODOLOGÍA DE AFORO

La metodología aplicada para la planificación y ordenamiento vial es realizar aforos en distintas zonas de la ciudad, tomando todas las variables que intervienen en los mismos como tiempos de recorrido, el sentido la velocidad, el tipo de transporte, etc. También se

realizan análisis de flujos direccionales para definir las arterias “principales” y “secundarias”.

Con el fin de obtener buenos datos de campo se realizan los aforos en las horas pico y tres veces al día, siendo las siguientes: mañanas 8:00 - 9:00hrs., al medio día 11:30 – 12:30 hrs. y por la tarde 18:00 -19:00 hrs.

No se toma la primera hora de la tarde estratégicamente debido a que los horarios laborales observados de entrada varían desde las 14:00 a 16:00 hrs. teniendo una muestra más dispersa sin embargo el horario de salida varía solamente de 18:00 a 19:00 hrs., esta información pasa a ser utilizada en los cálculos de la planificación urbana para su ordenamiento vial, señalización, semaforización y estacionamientos.

Infraestructura vial

El movimiento vehicular y peatonal de la zona de estudio está conformado por calles con un ancho de calzada mayor a 6.5m llegando hasta los 9.0 m en más del 90% de las vías de la zona urbana pudiendo entrar en lo reglamentado en la norma para la aplicación del proyecto.

Sin embargo, se tienen en su mayoría aceras menores a 1.5m de ancho, lo que señala que es estrictamente necesaria la señalización adecuada para la seguridad de circulación del peatón.

Las vías de mayor circulación actual la conforman principalmente aquellas ubicadas en el camino entre el puente camino al chaco de la carretera interdepartamental y la plaza principal, pasando además por las paradas de taxis y surubíes.

En cuanto a las infraestructuras mas importantes en la urbe, la mayoría se encuentra alrededor de la plaza principal, donde se encuentra la catedral, parada de taxis 8 de Septiembre entidades bancarias, en las calles colindantes a la misma se encuentran las oficinas de

transporte Tarija-Cercado, la escuela, mercado y oficinas de la alcaldía municipal además de la gran cantidad de comercios concentrados por esta zona.

Las áreas verdes en la parte central están concentradas en la cancha polideportiva ubicada a dos cuadras de la plaza principal, las demás áreas verdes se encuentran en las zonas periféricas o en proceso de construcción, por ejemplo, la más grande y todavía sin nombre a ser ubicada detrás de la nueva terminal.

La nueva terminal es un edificio que, por ahora no concentra circulación vehicular por la falta de uso pero que, sin embargo, debe ser contemplada en el proyecto por la importancia de la infraestructura y por su futura utilización después del pavimentado de las calles aledañas a la misma.

Es necesario tomar en cuenta también que la ruta de mayor circulación futura se encontrará no solamente por el puente camino al Chaco, sino que también lo conformará el puente nuevo dirigido hacia la nueva terminal, ambos dirigidos hacia el casco viejo de la urbe por lo tanto es necesario definir el flujo direccional futuro perteneciente a esta zona y la señalización respectiva correspondiente a la terminal

3.3 VOLÚMENES

3.3.1 Aforos

La ubicación de los puntos de aforo para la obtención de los volúmenes o intensidades de circulación se ubicaron en puntos estratégicos con el objeto de establecer la cantidad de vehículos que circulan en una determinada sección; estos dependen del tipo de estudio del cual se requieran, en este caso se realizan aforos para determinar la cantidad de vehículos que circulan por las arterias de la zona urbana de Entre Ríos, además de ser los puntos de posible conflicto según el Departamento de Planificación Urbanismo y Ordenamiento Territorial -confirmación y avalúo adjunto en anexos- por lo tanto motivo de confirmación para definir los puntos de estudio.

3.3.2 Planificación de los aforos

Existen diferentes modalidades de aforos dependiendo del tipo de objetivos que se pretende alcanzar. La primera modalidad (alternativa de aforo) puede ser de tres días a la semana tres horas al día por un tiempo de tres meses demandando un alto costo de operación puesto que requiere mayor número de personal.

Como otra modalidad se tiene una semana crítica, de un mes crítico todos los días en horas hábiles.

Para el presente proyecto los aforos son de tres horas diarias, en horarios pico, una hora en la mañana, una hora al medio día y por último una hora en la tarde, por el lapso de dos semanas, con el propósito de tomar una muestra representativa del volumen vehicular, además de ser una alternativa de realizar los aforos a menor costo de operación.

3.3.3 Criterio de análisis de interpretación de resultados

Flujos direccionales principales y flujos direccionales secundarios, de acuerdo a concepto para la determinación de los flujos está de acuerdo a la cantidad de vehículos que circulan por una determinada vía, siendo volúmenes de 60 veh/hr. para flujos direccionales principales, y menores a éstos para flujos direccionales secundarios, en nuestro análisis podemos observar que en la actualidad no se cuenta con esta cantidad de vehículos en ninguna de las vías.

3.3.4 Volúmenes aforados

De acuerdo a las especificaciones dadas los aforos se encuentran adjuntas en anexos con los promedios correspondientes.

3.4 VELOCIDADES

3.4.1 Aforos

Las técnicas empleadas para la determinación de la velocidad del presente estudio son de medir los tiempos que tardan en recorrer una cierta distancia para lo cual se sigue la siguiente metodología:

- Se denotan 50 metros de cada calle aforada.
- Se ubica una persona en cada punto extremo de la sección
- En el momento que el vehículo toca el primer punto el individuo hace una señal para el inicio de la cronometración.

- Se detiene el cronómetro en el momento que el automóvil termina el recorrido.
- El procedimiento es el mismo en todas las calles a aforar.

Además, es posible confirmar la veracidad de los datos obtenidos al inicio de las mediciones dentro del automóvil en estudio en el marcador de velocidad como un orientador aproximado sin tomarlo en cuenta como dato definido.

3.4.2 Planificación de los aforos

Los aforos serán realizados de manera que puedan representar la velocidad de una calle principal en sus secciones de mayor intensidad por lo tanto las secciones más cercanas de las calles pertenecientes a las intersecciones en estudio.

3.4.3 Criterio de análisis de interpretación de resultados

Para poder uniformizar las medias aritméticas para aquellos tramos de similares características, es decir aquellos que poseen similitud en los tramos; ancho de calzada, número de carriles, características de la superficie de rodadura, y también a aquellos tramos que presenten una intensidad de flujo vehicular similar.

3.4.4 Velocidades aforadas

Las calles en estudio como se puede ver en el plano anexo tienen las mismas dimensiones por lo que presentamos a continuación los cuadros descriptivos con los resultados de esta información procesada.

Tabla 10 Detalle por calle de los aforos de velocidades realizados

CALLES AFORADAS	VELOCIDAD	VELOCIDAD
------------------------	------------------	------------------

	EN UN PUNTO (km/hr)	MEDIA POR CALLE (km/hr)
Calle Froilán Tejerina entre Avaroa y Alianza	24.23	23.21
Calle Froilán Tejerina entre Alianza y Ayacucho	22.40	
Calle Froilán Tejerina entre Ayacucho e Ingavi	18.10	
Calle Froilán Tejerina entre Ingavi y Camacho	22.17	
Calle Froilán Tejerina entre Camacho y San Luis	29.16	
Calle Froilán Tejerina entre San Luis y San Juan de Dios	25.24	
Calle Froilán Tejerina entre San Juan de Dios y Segovia	20.23	

CALLES AFORADAS	VELOCIDAD EN UN PUNTO (km/hr)	VELOCIDAD MEDIA POR CALLE (km/hr)
Calle Pilcomayo entre Avaroa y Alianza	25.14	26.67
Calle Pilcomayo entre Alianza y Ayacucho	29.67	
Calle Pilcomayo entre Ayacucho e Ingavi	24.73	
Calle Pilcomayo entre Ingavi y Camacho	23.41	
Calle Pilcomayo entre Camacho y San Luis	29.71	
Calle Pilcomayo entre San Luis y San Juan de Dios	27.25	
Calle Pilcomayo entre San Juan de Dios y Segovia	26.75	

CALLES AFORADAS	VELOCIDAD EN UN PUNTO (km/hr)	VELOCIDAD MEDIA POR CALLE (km/hr)
Calle Potosí entre Avaroa y Alianza	24.23	23.55
Calle Potosí entre Alianza y Ayacucho	22.40	
Calle Potosí entre Ayacucho e Ingavi	18.10	
Calle Potosí entre Ingavi y Camacho	22.17	
Calle Potosí entre Camacho y San Luis	29.16	
Calle Potosí entre San Luis y San Juan de Dios	25.24	

CALLES AFORADAS	VELOCIDAD EN UN PUNTO (km/hr)	VELOCIDAD MEDIA POR CALLE (km/hr)
Calle Avaroa entre Bolívar y Froilán Tejerina	19.15	18.62
Calle Avaroa entre Froilán Tejerina y Sucre	19.45	
Calle Avaroa entre Sucre y Potosí	17.25	

CALLES AFORADAS	VELOCIDAD EN UN PUNTO (km/hr)	VELOCIDAD MEDIA POR CALLE (km/hr)
Calle Ayacucho entre Bolívar y Froilán Tejerina	21.37	22.55
Calle Ayacucho entre Froilán Tejerina y Sucre	23.25	
Calle Ayacucho entre Sucre y Potosí	24.16	
Calle Ayacucho entre Potosí y 1° de Mayo	21.39	

3.5 AFORO DE SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN

Por la metodología de aforo de observación se tiene que no existe ningún tipo de señalización o semaforización en ningún punto de la zona de estudio.

El aforo se puede observar en anexos donde se encuentra el archivo fotográfico de las intersecciones sin señalización o semaforización alguna.

CAPITULO IV

ANÁLISIS, CÁLCULOS Y DISEÑO

En este capítulo se plasman los cálculos dependiendo de las variables determinadas en el primer capítulo del presente estudio.

Se tiene en cuenta como demanda actual las siguientes características viales calculadas como nivel de servicio y capacidad, con los aforos obtenidos. Los mismos a ser utilizados en un tratamiento estadístico para encontrar un índice de crecimiento para obtener la demanda futura.

Al obtener las variables independientes se puede proseguir al diseño de flujos direccionales, señalización, semaforización y estacionamientos definidos como se puede ver en el siguiente organigrama:

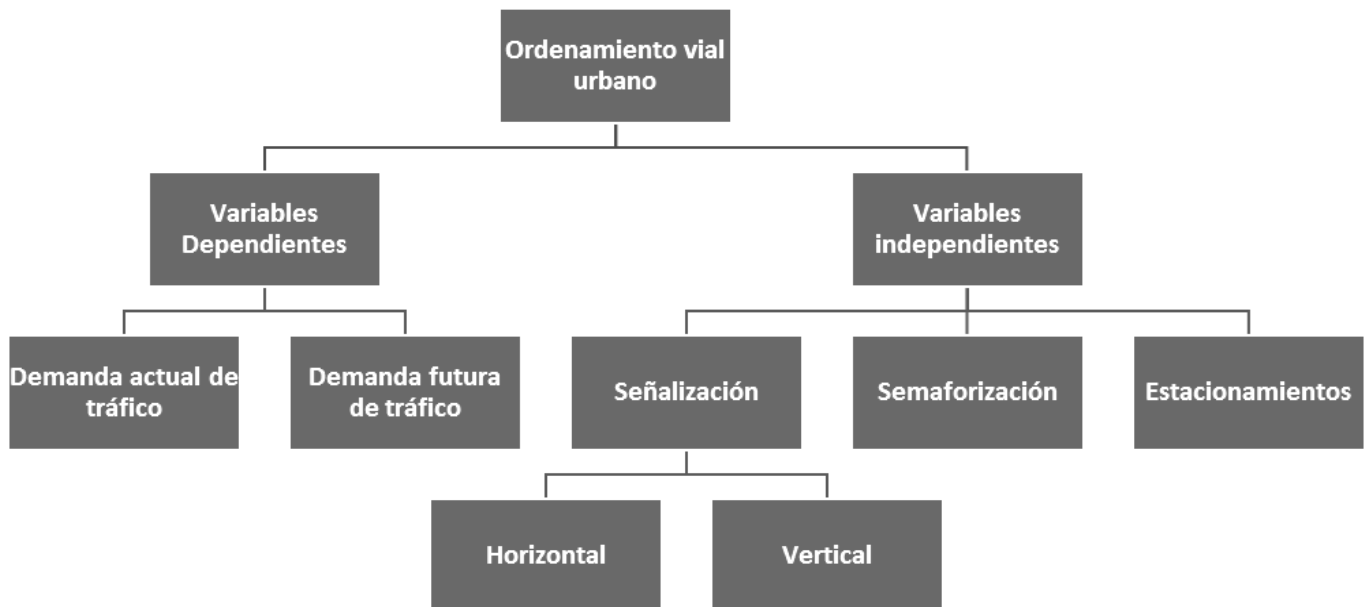


Gráfico 3. Organigrama

4.1 ANÁLISIS DE VARIABLES DEPENDIENTES

4.1.1 Demanda actual de tráfico

Cálculo de nivel de servicio y capacidad

Como se menciona en el estado de conocimiento la **capacidad** es la cantidad de vehículos que circulan por una determinada sección de carretera con el volumen máximo para un tiempo determinado, por lo tanto, la capacidad no se mide sino que se determina.

En cuanto al **nivel de servicio** es la característica cualitativa que tiene la calle o carretera con respecto a un flujo vehicular, siendo variable a la libertad de circulación.

Procedimiento para la evaluación de los niveles de servicio (NDS)

Los procedimientos para la evaluación de los NDS para una carretera se desarrollan en forma separada para los siguientes casos.

- Tramos de dos sentidos que se localizan en terreno plano u ondulado.
- Cuestas ascendentes o descendentes específicas definidas como vías de dos carriles ubicadas en terreno montañoso o con pendientes que exceden el 3 por ciento en tramos que sobrepasan una longitud de 0.6 millas.
- Tramos direccionados para los cuales el NDS se determina para el tránsito en un sólo sentido. Cualquier tramo puede analizarse como un tramo direccionado, aunque

es generalmente usado para analizar pendientes pronunciadas, así como carriles de rebase para tramos uniformes relativamente cortos.

Definición

Se define a la capacidad vehicular como la cantidad de vehículos que circule por una carretera en un tiempo determinado con características de circulación a partir de los niveles de servicio entendiéndose por estos a condiciones cualitativas en la circulación vehicular de una calle o carretera. De acuerdo al manual de capacidad sea visto por conveniente definir tres tipos de capacidad que son:

- Capacidad posible
- Capacidad practica
- Capacidad directriz

Capacidad práctica o posible

Definimos a este tipo de capacidad como la cantidad máxima de vehículos que pueden pasar por un punto o de un carril o vía durante 1 hora bajo condiciones ideales de tránsito y características físicas y geométricas.

Capacidad práctica

Entendemos por capacidad practica a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante 1 hora sin que las condiciones de circulación originen demoras, peligros y restricciones intolerable en la maniobrabilidad de los vehículos por los conductores la medida de intolerable resulta ser subjetiva y relativa, por lo tanto dependerá de cada estudio

o proyecto cuyas características particulares ayuden a definir hasta donde puede ser tolerable un tipo de circulación.

Capacidad directriz

Para fines de diseño se ha establecido una definición de capacidad directriz a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante 1 hora teniéndose una condición de circulación correspondiente a un nivel de servicio C.

Capacidad y nivel de servicio actual de proyecto

Debido a la tipología de las calles en estudio, es decir, todas las vías son de un solo carril unidireccional como vías ininterrumpidas según las clasificaciones mencionadas, por lo tanto, el cálculo se realiza como capacidad máxima, se obtiene la misma mediante un promedio de aforos de volúmenes máximos diarios aforados siendo la siguiente capacidad y nivel de servicio actual en conclusión:

NIVEL DE SERVICIO = A

C = 18.25 veh/h

4.1.2 Demanda futura de tráfico

Debido a lo indicado anteriormente el nivel de servicio actual es A; y con los datos de índices de crecimiento corroborados por la oficina de Catastro Urbano del Gobierno Municipal, además de un sondeo propio de los últimos 6 meses, siendo este menor al 12% se asegura que el nivel de servicio es perdurable manteniendo las medidas necesarias para regular el flujo vehicular actual y futuro de la urbe de Entre Ríos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Índice de crecimiento vehicular

DATOS EXISTENTES		CRECIMIENTO	% CRECIMIENTO
MES	Nº DE VEHÍCULOS		
1	188		
2	189	2	1.06
3	190	2	1.05
4	192	3	1.56
5	193	4	2.07
6	196	3	1.53
7	200	2	1.00
8	206	3	1.46
9	211	2	0.95
10	216	2	0.93
11	219	3	1.37
12	226	4	1.77
PROMEDIO			0.94
ÍNDICE DE CRECIMIENTO MENSUAL			0.97
ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL			11.27

*Encuesta oficina de catastro urbano 2015

Por lo tanto, la demanda futura será cubierta a través de medios de regulación ausente en el municipio como se presentan a continuación bajo criterios del Manual de Capacidad de

Carreteras de Estados Unidos (HCM-1998) donde se nos brinda a través de medidas de señalización y estacionamientos las soluciones a un ordenamiento vial futuro.

Capacidad y nivel de servicio futuro de proyecto

En función al índice de crecimiento obtenido en la tabla 4.1.4 se proyecta la capacidad actual para encontrar el nivel de servicio y capacidad futura, por lo tanto:

$$C_{\text{FUTURA}} = C + (C * i * T)$$

Donde:

C_{FUTURA} = Capacidad futura

C = Capacidad actual

i = Índice de crecimiento anual

T = Periodo de proyección (10 años)

$$C = 18.25 \text{ veh/h} + (18.25 * 11.27\% * 10)$$

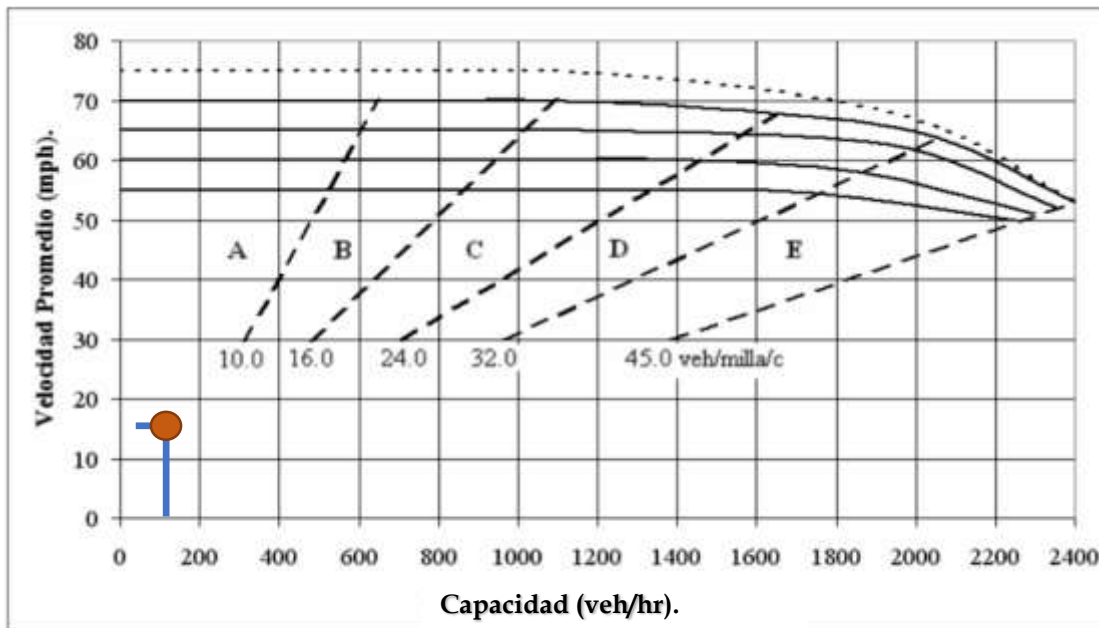
$$C_{\text{FUTURA}} = 38.81 \text{ veh/hr}$$

Por lo tanto, con los valores calculados se puede ingresar en el ábaco como se muestra en la siguiente figura determinando nuestro nivel de servicio futuro.

Valores de ingreso al ábaco:

Velocidad media = 22.92Km/hr = 14.25mph

Capacidad futura = 38.81 veh/hr



Ref. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos (HCM-1998).

Gráfico 4. Nivel de Servicio calculado

NIVEL DE SERVICIO = A

4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

SEÑALIZACIÓN

4.2.1 Señalización horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos, con este fin basados en el manual técnico de señalización ASTM utilizada por la Administradora Boliviana de Carreteras y el apoyo del Manual Técnico del Ministerio de Transporte de Colombia 2015 basada en las mismas normas ASTM se tiene a considerar la siguiente información.

Consideraciones generales

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado. Las marcas viales o demarcaciones deben ser reflectivas excepto paso peatonal tipo cebra, o estar debidamente iluminadas.

Las líneas de demarcación con pintura en frío que se apliquen sobre concreto asfáltico deberán ser pintadas como mínimo treinta días después de construida la carpeta de rodadura. Cuando por circunstancias especiales se requiera realizar la demarcación antes de dicho

término, ésta deberá realizarse aplicando un espesor húmedo igual a la mitad del especificado para la pintura definitiva y se deberá colocar aquella dentro de los ocho días siguientes.

Materiales

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo necesario que no presenten condiciones deslizantes, especialmente en los pasos peatonales y en las proximidades a éstos.

Para complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos-vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo.

Para demarcar sardineles o islas, podrán utilizarse otras unidades (tachones, boyas metálicas o plásticas, bordillos, etc.), que sobresalgan de la superficie del pavimento a una altura máxima de 10 cm.

Los requisitos que debe cumplir la pintura en frío para demarcación de pavimentos son los contemplados en la norma técnica colombiana NTC-1360-1. En el caso de las tachas reflectivas deberá cumplirse con lo especificado en la norma técnica colombiana NTC-4745.

Los requisitos para el diseño y aplicación de materiales como pinturas, termoplásticos, plásticos en frío y cintas preformadas, empleados en la demarcación de calles y carreteras, son los establecidos en la norma técnica colombiana NTC-4744.

Colores y letras

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el amarillo entre tránsito de sentido contrario. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a $\frac{1}{2}$ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Clasificación

La señalización horizontal se clasifica así:

a) Marcas longitudinales:

- Líneas centrales
- Líneas de borde de pavimento
- Líneas de carril
- Líneas de separación de rampas de entrada o de salida
- Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido
- Demarcación de bermas pavimentadas
- Demarcación de canalización
- Demarcación de transiciones en el ancho del pavimento
- Demarcación de aproximación a obstrucciones
- Demarcación de aproximación a pasos a nivel
- Demarcación de líneas de estacionamiento
- Demarcación de uso de carril
- Demarcación de carriles exclusivos para buses
- Demarcación de paraderos de buses
- Demarcación de carriles de contraflujo
- Flechas

b) Marcas transversales:

- Demarcación de líneas de “pare”
- Demarcación de pasos peatonales
- Demarcaciones de ceda el paso
- Líneas antibloqueo
- Símbolos y letreros

c) Marcas de objetos:

- Dentro de la vía
- Adyacentes a la vía

a) Marcas longitudinales:

Una línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, ni cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, circular por la izquierda de ella.

Una marca longitudinal constituida por dos líneas continuas tiene el mismo significado. Se excluyen de este significado las líneas continuas de borde de calzada.

Líneas centrales

Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido.

En circunstancias especiales esta línea puede no estar en el centro geométrico de la calzada, como es el caso de transiciones en el ancho del pavimento, cuando hay un carril adicional para marcha lenta, en la entrada a túneles o puentes angostos, etc.

Las líneas centrales deben usarse en los siguientes casos:

- En vías rurales de dos sentidos, con ancho de pavimento de 5,50 m o más.
- En vías secundarias o de jerarquía superior, dentro del perímetro urbano de las poblaciones,
- En todas las calles o carreteras de cuatro o más carriles,
- En ciclo-rutas,
- En autopistas, carreteras principales y secundarias, y
- En todas las vías en donde un estudio de ingeniería de tránsito así lo aconseje.

Las líneas centrales estarán conformadas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres a cinco.

Tendrán las siguientes dimensiones:

- En vías rurales:
Longitud del segmento pintado 4,50 m
Longitud del espacio sin pintar 7,50 m
- En vías urbanas:
Longitud del segmento pintado 3,00 m
Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

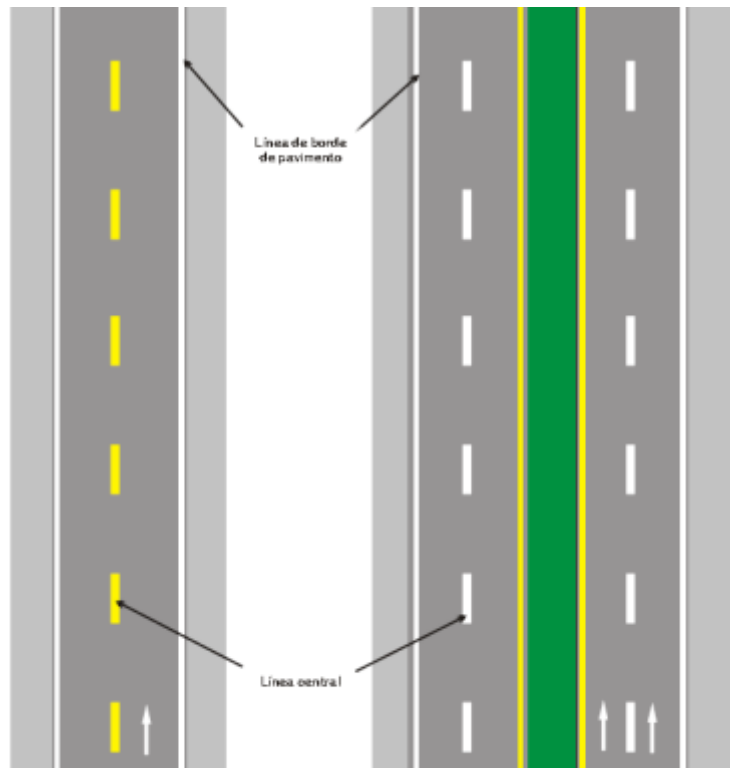


Figura 9. Líneas centrales y de borde de pavimento

Líneas de borde de pavimento

Esta línea separa la berma del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento.

En todas las vías, urbanas y rurales que no cuenten con sardineles y en las vías arterias o de jerarquía superior, se debe delimitar el borde de pavimento para impedir el tránsito de vehículos por la berma y especialmente en la aproximación a intersecciones, cruces, puentes angostos, perímetros urbanos, etc.

Una línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

También podrán demarcarse líneas de borde de pavimento de color azul, en las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica. Dichas líneas se pintarán en las vías que conduzcan a tales sitios, desde una distancia de 500 m o mayor. En los casos en que se prefiera mantener la línea de borde de pavimento de color blanco, se instalarán tachas reflectivas bidireccionales de color azul, separadas entre sí 3 m.

Líneas del carril

Estas líneas servirán para delimitar los carriles que conducen el tránsito en la misma dirección. También cumplen la función de incrementar la eficiencia del uso de una calle en sitios en donde se presentan congestionamientos. Para indicar que el cambio del carril se puede hacer sin afrontar un riesgo, se usará una línea blanca segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con relación de longitudes entre segmento y espacio de tres a cinco, conforme a las siguientes dimensiones:

- En vías rurales:
 - Longitud del segmento pintado 4,50 m
 - Longitud del espacio sin pintar 7,50 m
- En vías urbanas:
 - Longitud del segmento pintado 3,00 m
 - Longitud del espacio sin pintar 5,00 m

Cuando el cambio de carril puede acarrear un riesgo, si no se efectúa con precaución, se usará una línea blanca continua de 12 cm de ancho, como mínimo.

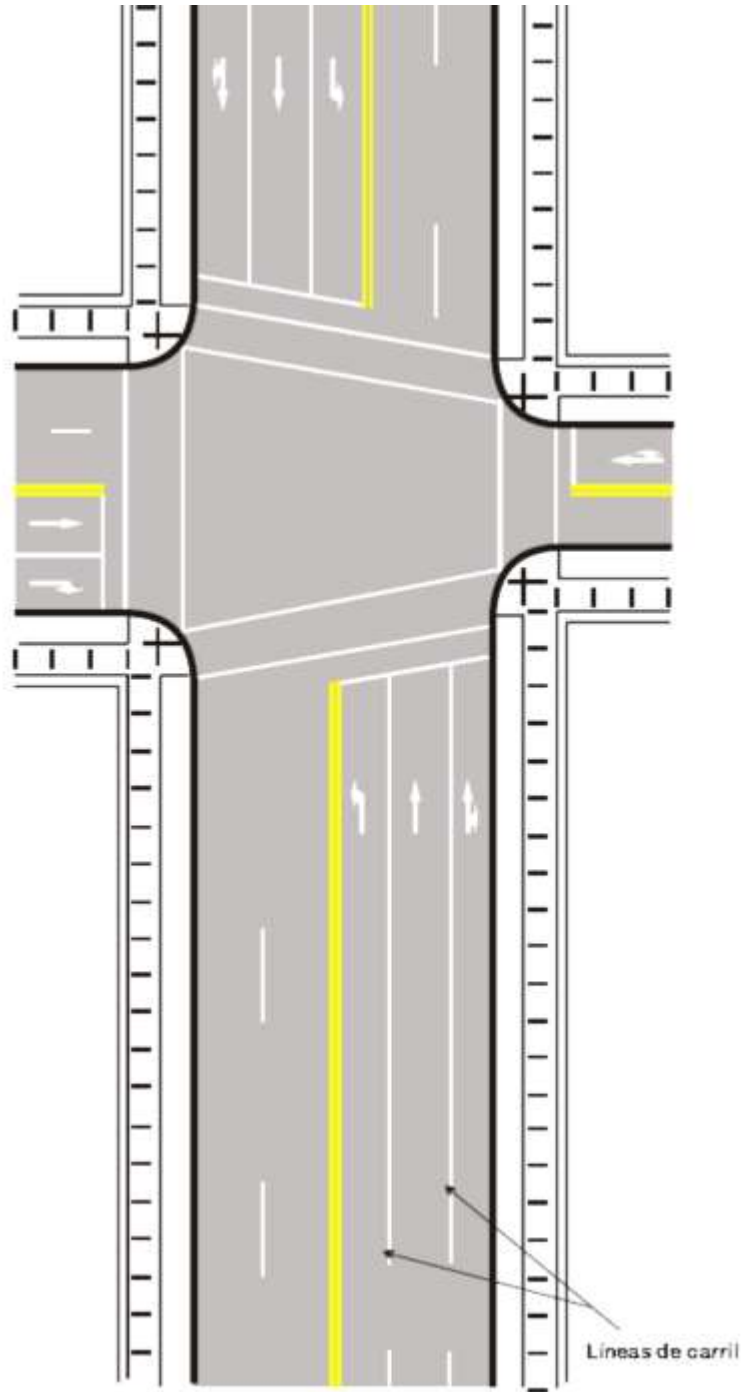


Figura 10. Línea de carril

Flechas

Son marcas en el pavimento con forma de saeta denominadas flechas que indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor. Cuando un movimiento en otro sentido esté prohibido, se deberá agregar la palabra “SOLO” o cuando el carril permite un movimiento en especial.

Estas marcas deberán repetirse anticipadamente sobre el carril exclusivo de giro, para prevenir y ayudar a los conductores a seleccionar el carril adecuado, antes de alcanzar la línea de pare. El espaciamiento será de 20 m aproximadamente entre cada mensaje.

En las intersecciones con calles de un solo sentido, las flechas se colocarán siempre 2 m, aproximadamente, antes de la línea de “pare”, o en el inicio del contraflujo.

Los carriles que puedan ser utilizados para seguir de frente o girar simultáneamente, se marcarán antes de llegar a la intersección con flechas combinadas recta y curva.

Cuando exista un carril de contraflujo o calzada reversible, podrán utilizarse la flecha de frente con doble cabeza para indicar los dos sentidos permitidos en ese carril a diferentes horas del día; ésta será de color amarillo y la longitud del conjunto de las dos cabezas y el vástago será igual a la flecha con sentido de frente.

Cuando se va a terminar un carril, previamente se indicará esta situación con la utilización de fecha de terminación de carril.

b) Marcas transversales:

Demarcación de línea de “pare”

Esta demarcación deberá usarse en zonas urbanas y rurales para indicar el sitio de parada de vehículos anterior a una señal de tránsito o un semáforo, que reglamenta su detención antes de entrar a una intersección. Su color será blanco.

Estará ubicada antes de la demarcación de pasos peatonales, cuando existan estos, a una distancia de 120 cm. Se hará empleando una franja blanca continua de 60 cm de ancho, que se extenderá a través de todos los carriles de aproximación que tengan el mismo sentido del tránsito.

Estas líneas podrán ser complementadas con la leyenda “PARE”, de color blanco, para cada carril de circulación.

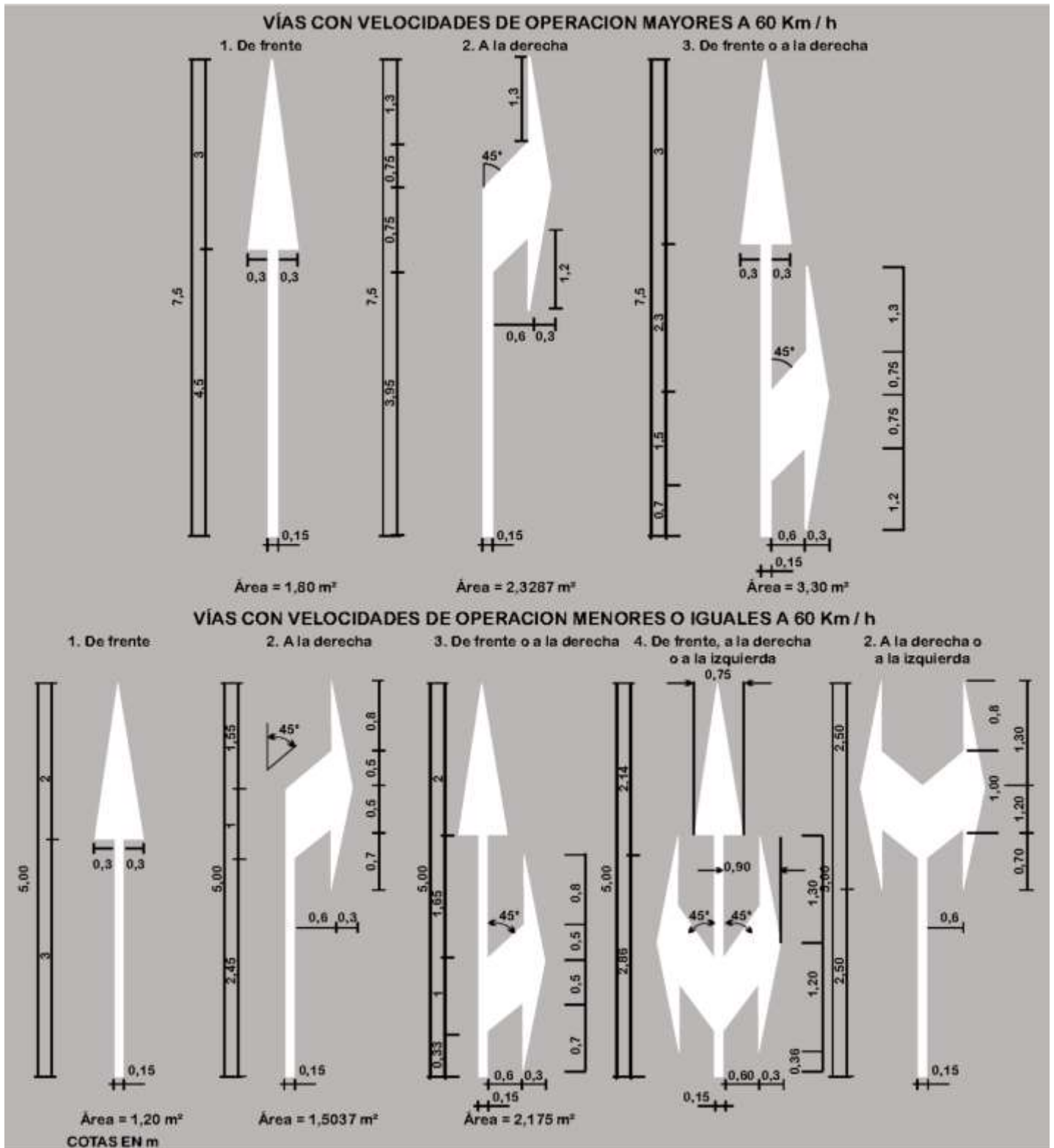


Figura 11. Flechas en función a la velocidad

Demarcación de pasos peatonales

Esta demarcación se empleará para indicar la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada de tránsito. Estas marcas serán de color blanco.

En vías rurales y vías urbanas de altos volúmenes peatonales que dispongan de dispositivos que brinden protección a las personas que cruzan la vía (semáforos, resaltos, etc.), consistirán en una sucesión de líneas paralelas de 40 cm de ancho, separadas entre sí 40 cm y colocadas en posición paralela a los carriles de tránsito en forma “cebreada”, es decir, perpendicular a la trayectoria de los peatones, con una longitud que en general, deberá ser igual al ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso menor de 2,0 m. (Ver figura 12).

En calles con bajo volumen de peatones, y sin protección para el cruce de estos, consistirán en dos líneas continuas paralelas transversales a la vía de circulación del tránsito, con un ancho de 30 cm como mínimo y color blanco, trazadas a una separación que se determinará, generalmente, por el ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas. (Ver figura 12).

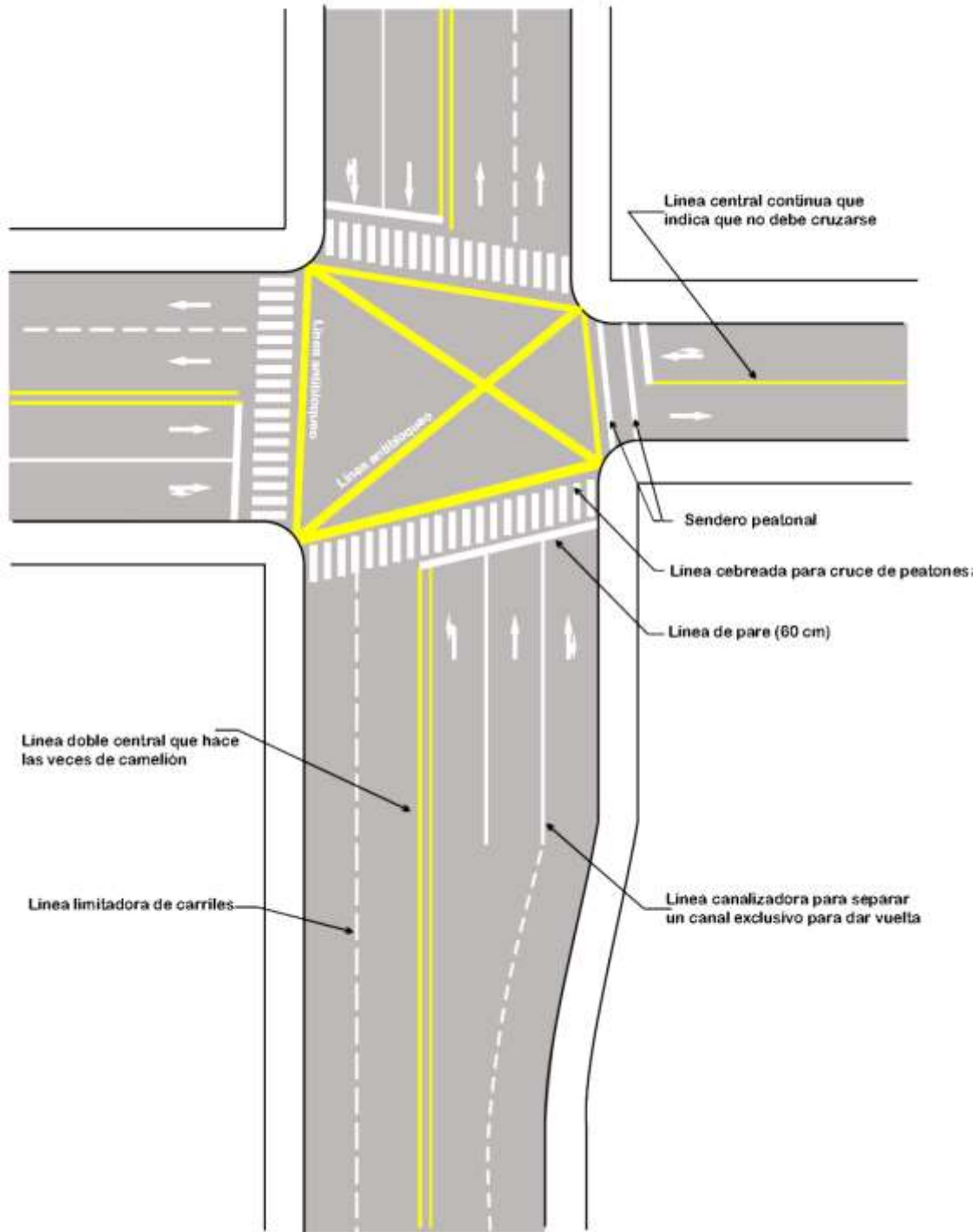


Figura 12. Demarcaci6n t6pica para una intersecci6n

Demarcación ceda el paso

Esta demarcación deberá usarse en vías urbanas o rurales de alta velocidad, para complementar la señal vertical SR-02 Ceda el paso.

Líneas antibloqueo

Tienen por objeto notificar a los conductores la prohibición de obstruir en una intersección, aun cuando el semáforo se lo permita o gocen de prioridad, si la situación de la circulación es tal, que previsiblemente puedan quedar detenidos de forma que impidan u obstruyan la circulación transversal.

Estas líneas estarán formadas por el cuadrilátero cuyos vértices están definidos por las cuatro esquinas que conforman la intersección y sus dos diagonales. Estas líneas serán de color amarillo y de 30 cm de ancho como mínimo (Ver figura 12).

En términos generales, los resultados de un proyecto de señalización horizontal se deberán presentar en planos planta perfil de señalización, elaborados a la misma escala de los planos planta perfil de la vía en consideración. Para carreteras se presentarán en escalas comprendidas entre 1:2.000 a 1:1.000 dependiendo del diseño propuesto: una calzada o dos calzadas. En vías urbanas, se presentarán en escala 1:500.

Las intersecciones en vías urbanas o rurales, se elaborarán en escala 1:500 ó 1:250 dependiendo de sus características geométricas. El empleo de otras escalas dependerá fundamentalmente del tipo de proyecto y de las normas exigidas por la entidad a la que se presente el diseño respectivo.

En vías de calzada única y doble sentido de circulación, las líneas de borde de pavimento no se dibujan a no ser que exista una condición particular, diferente a la línea continua que se presentará a lo largo de la vía. El diseño de las líneas centrales se dibujará longitudinalmente, al lado del eje de la vía, definiéndose así, las zonas en donde se prohíbe y permite adelantar.

4.2.2 Señalización vertical

Función y clasificación

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

Uso de las señales

Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias en un espacio corto, ya que esto puede ocasionar la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas.

Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo.

Requisitos que deben cumplir las señales

Estado y conservación

Todas las señales deben permanecer en su posición correcta, limpia y legible en todo tiempo; se deben reemplazar aquéllas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

Dentro del programa de mantenimiento se deben reemplazar las señales defectuosas, las que por cualquier causa no permanezcan en su sitio, y retirar las que no cumplan una función específica porque han cesado las condiciones que obligaron a instalarlas.

Visibilidad

Las señales que se instalen deberán ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido en este manual, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor aun cuando éste se acerque a la señal a alta velocidad. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad, Tamaño de letras adecuado, leyenda corta, símbolos y formas acordes

Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elaborarse con material retro reflectante Tipo I o de características superiores, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC 4739.

Colocación de las señales

En la figura 12 se muestra un esquema general para la colocación de las señales verticales.

a) Ubicación lateral

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85 y 90 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario.

No obstante, y con el fin de complementar la señalización, en la vía multicarril se podrá colocar en los dos lados de la vía; así mismo de no existir completa visibilidad del lado derecho se podrá colocar una señal adicional a la izquierda.

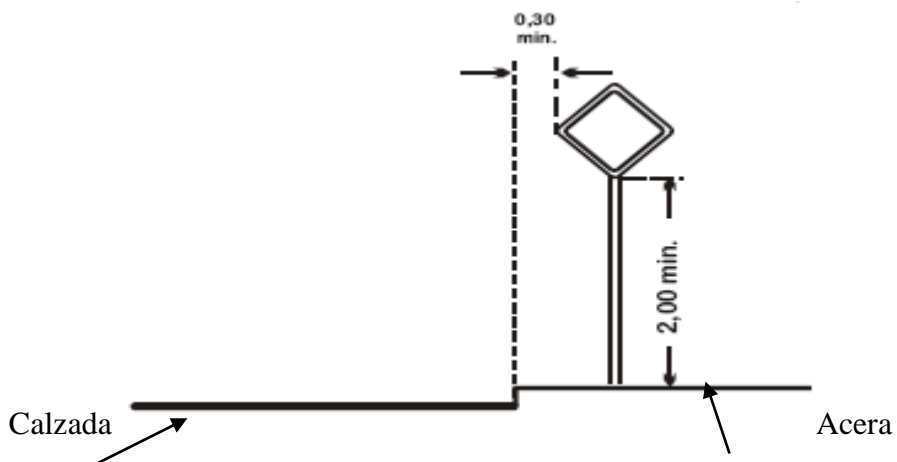


Figura 13. Ubicación

Serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m.

b) Ubicación longitudinal

En la sección correspondiente a cada una de las clases de señales verticales, se definen los criterios para la colocación de éstas a lo largo de la vía.

c) Altura

La altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde de la acera no debe ser menor de 2,0 m.

Tableros de las señales

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio.

Los mensajes de las señales serán elaborados sobre láminas retro reflectivas que cumplan con los requisitos fijados en la norma técnica colombianas NTC 4739 y adheridos a la lámina metálica cumpliendo con las especificaciones fijadas en la misma norma.

Las dimensiones de los tableros de las señales verticales son las indicadas en la tabla 14.

Tabla 12 Dimensiones de los tableros de las señales verticales (cm)

TIPO DE SEÑAL	VÍAS URBANAS PRINCIPALES O DE MENOR JERARQUÍA	VÍAS URBANAS DE JERARQUÍA SUPERIOR A LAS PRINCIPALES	AUTOPISTAS Y CARRETERAS CON ANCHO DE 7 A 12m
PREVENTIVA	Cuadrado de 60cm	Cuadrado de 75cm	Cuadrado de 70cm
PREVENTIVA SP-40	Rectángulo de 70x30	Rectángulo de 120x40	Rectángulo de 150x50
REGLAMENTARIA	Círculo de 50 cm de diámetro	Círculo de 75 cm de diámetro	Círculo de 70 cm de diámetro
REGLAMENTARIA SR-01	Octágono de altura de 50cm	Octágono de altura de 75cm	Octágono de altura de 70cm
REGLAMENTARIA SR-02	Triángulo equilátero de 75cm de lado	Triángulo equilátero de 70cm de lado	Triángulo equilátero de 120cm de lado
INFORMATIVAS	Rectángulo de 50x50cm	Rectángulo de 60x75cm	Rectángulo de 60x70cm
INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN	Escudos de 50x50cm	Escudos de 75x75cm	Escudos de 120x120cm
INFORMATIVAS DE DESTINO	Ancho y altura dependen del texto	Ancho y altura dependen del texto	Ancho y altura dependen del texto
INFORMATIVAS TURÍSTICAS	Cuadrado de 50cm	Cuadrado de 75cm	Cuadrado de 70cm

Estructuras de soporte de las señales

Los postes de las señales serán fabricados en ángulo de acero, También pueden ser fabricados en tubo galvanizado de 2” de diámetro y 2 mm de espesor. Las dimensiones de éstos, de acuerdo con los diferentes tipos de señales se indican en la tabla 15 y la figura 14.

Tabla 13. Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y tableros de las señales verticales (cm) en función a las figuras 14, 15 y 16

TIPO DE SEÑAL	DIMENSIONES INTERNAS DE SOPORTES Y TABLEROS DE ACUERDO CON LAS FIGURAS 14, 15 Y 16											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
SP O SR	280	5	26.5	26.5	5	2	24.5	3	54	15		60
SI (GRL. Y SERV.)	270	5	26.5	21.5	5	2	24.5	3	54	15	50	60
SI (IDE. Y TRUST.)	270	5	26.5	26.5	5	2	24.5	3	54	15		60
DELINEADOR	240	5	26.5	21.5	5	2	31	3	54	15	50	60
SP O SR	290	5	34	34	5	3	31	4	67	15		75
SI	275	5	34	26.5	5	3	31	4	67	15	60	75
SI (IDE. Y TRUST.)	275	5	34	34.05	5	3	31	4	67	15		75
DELINEADOR	245	5	34	26.5	5	3	37.5	4	67	15	60	75
SP O SR	300	5	41.5	41.5	5	3	37.5	5	80	15		90
SI	285	5	41.5	32.5	5	4	37.5	5	80	15	72	90
SI (IDE. Y TRUST.)	285	5	41.5	41.5	5	4	37.5	5	80	15		90
DELINEADOR	255	5	41.5	32.5	5	4	51.5	5	80	15	72	90
SP O SR	320	5	56.5	55.9	6.25	4	51.5	6	108	15		120
SI	300	5	56.5	45.9	6.25	5	51.5	6	108	15	100	120
SI (IDE. Y TRUST.)	270	5	56.5	55.9	6.25	5	51.5	6	108	15		120
DELINEADOR	270	5	56.5	45.9	6.25	5	51.5	6	108	15	100	120

Nota.- En zona urbana la longitud correspondiente a la letra "a" será aumentada en 20 cm.

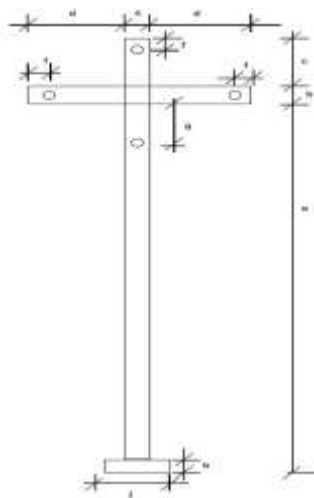


Figura 14. Estructura de soporte

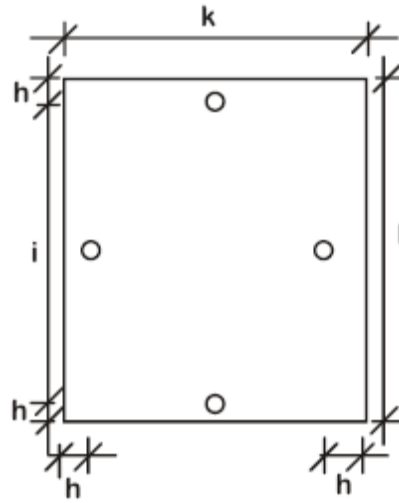


Figura 15. Tablero informativo

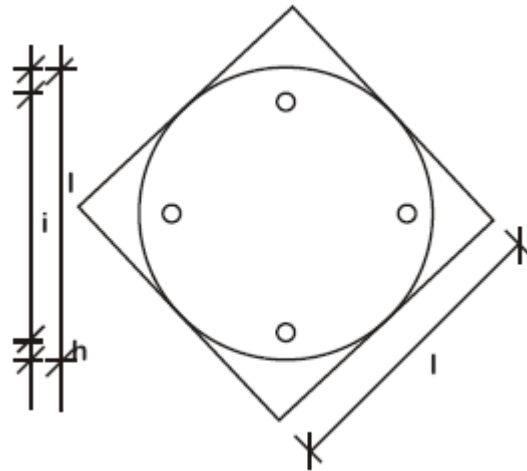


Figura 16. Tablero preventivo

4.2.1 Señales preventivas

Objeto

Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se identifican con el código SP.

Forma

Se utiliza el cuadrado con diagonal vertical rombo.

Colores

Los colores utilizados en estas señales son, en general, el amarillo para el fondo y el negro para símbolos, letras y/o números. Las excepciones a esta regla son:

- SP-23. Semáforo (amarillo, negro, rojo y verde)
- SP-29. Prevención de pare (amarillo, negro, rojo y blanco)
- SP-33. Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)
- SP-54. Paso a nivel (blanco y negro)

Ubicación

Deberán ser colocadas antes del riesgo a prevenir. En vías arterias urbanas, o de jerarquía inferior, se ubicarán a una distancia que podrá variar entre 60 y 80 m.

Para el caso de vías rurales, o urbanas de jerarquía superior a las arterias, las señales preventivas se colocarán de acuerdo con la velocidad de operación del sector, así:

Tabla 14. Distancias para la ubicación de las señales preventivas en vías rurales o en vías urbanas de jerarquía superior a las arterias

VELOCIDAD DE OPERACIÓN	DISTANCIA (m)
40	50
60	90
80	120
100	150
Más de 100	No menos de 250

Nota: Para velocidades intermedias, se interpolan las distancias correspondientes.

SP-20. Glorieta



Figura 17. Glorieta

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una intersección de tipo rotatorio, en la cual la prelación está definida para los vehículos que circulan en la glorieta.

Esta clase de intersecciones requiere un complemento de la señalización con el empleo de la señal SR-02 - Ceda el paso y SR-06 - Prohibido girar a la izquierda, para los vehículos

que acceden a ella; además podrá adicionarse la señal SR-30 - Velocidad máxima, para disminución gradual de velocidad y señales informativas de destino o de croquis para indicar las rutas de los posibles rumbos a tomar.

SP-23. Semáforo



Figura 18. Semáforo

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una intersección regulada por semáforos, donde no es común encontrar este tipo de dispositivos de regulación del tránsito.

SP-39. Circulación en dos sentidos



Figura 19. Circulación en dos sentidos

Esta señal se empleará para advertir al conductor que transita por una vía de un solo sentido, que se aproxima a un tramo de la vía, sin separador central, en el cual la circulación se efectúa en los dos sentidos.

SP-46. Peatones en la vía



Figura 20. Peatones en la vía

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones que caminan sobre la calzada o la cruzan a nivel, en un sitio determinado. En zonas urbanas la señal se usará únicamente cuando la seguridad de los peatones lo justifique. Deberá complementarse con la señal SR-30 - reglamentaria de velocidad máxima.

SP-47. Zona escolar



Figura 21. Zona escolar

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona de actividad escolar, en la cual puede existir un cruce especial destinado a los escolares.

Deberá complementarse con las señales SR-30 - Velocidad máxima y SR-28 - que prohíbe el estacionamiento de vehículos frente a la acera de la zona, ya que éstos impiden la visibilidad de los escolares.

En lo posible deberán complementarse con marcas y palabras sobre el pavimento.

SP-48. Zona deportiva



Figura 22. Zona deportiva

Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona destinada a campos de juego adyacentes a la vía. Deberá complementarse con la señal SR-30 - Velocidad máxima y SR-28 - que prohíbe el estacionamiento de vehículos frente a la acera, ya que éstos impiden la visibilidad de los niños que ingresan o salen de la zona.

SEÑALES PREVENTIVAS



SP-1
CURVA PELIGROSA
IZQUIERDA



SP-2
CURVA PELIGROSA
DERECHA



SP-3
CURVA PRONUNCIADA
IZQUIERDA



SP-4
CURVA PRONUNCIADA
DERECHA



SP-5
CURVA Y
CONTRACURVA
IZQUIERDA



SP-6
CURVA Y
CONTRACURVA
DERECHA



SP-7
CURVAS
SUCESSIVAS
PRIMERA DERECHA



SP-8
CURVAS
SUCESSIVAS
PRIMERA IZQUIERDA



SP-9
CURVA Y
CONTRACURVA PRONUNCIADAS
IZQUIERDA



SP-10
CURVA Y
CONTRACURVA PRONUNCIADAS
DERECHA



P11
CURVA MUY CERRADA
IZQUIERDA



P12
CURVA MUY CERRADA
DERECHA



SP-13
SUPERFICIE
ONDULADA



SP-14
RESALTO



SP-15
DEPRESIÓN



SP-16
PENDIENTE
FUERTE DE BAJADA



SP-17
PENDIENTE
FUERTE DE SUBIDA



SP-18
INTERSECCIÓN
DE VÍAS



SP-19
VÍA LATERAL
IZQUIERDA



SP-20
VÍA LATERAL
DERECHA



SP-21
BIFURCACIÓN EN "T"



SP-22
BIFURCACIÓN EN "Y"



SP-23
BIFURCACIÓN IZQUIERDA



SP-24
BIFURCACIÓN DERECHA



SP-25
BIFURCACIÓN
IZQUIERDA EN "Y" INVERTIDA



SP-26
BIFURCACIÓN
DERECHA EN "Y" INVERTIDA



SP-27
BIFURCACIÓN ESCALONADA
IZQUIERDA



SP-28
BIFURCACIÓN ESCALONADA
DERECHA



SP-29
INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO
IZQUIERDA



SP-30
INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO
DERECHA



SP-31
CRUCE FERROVIARIO A NIVEL
SIN BARRERAS



SP-32
BARRERA



SP-33
PASO FERROVIARIO A NIVEL
(CRUZ DE SAN ANDRÉS)



SP-34
SEMÁFORO



SP-35
PREVENCIÓN DE PARE



SP-36
PREVENCIÓN DE CEDA EL PASO



SP-37
ROTONDA



SP-38
REDUCCIÓN SIMÉTRICA
DE LA CALZADA



SP-39
REDUCCIÓN ASIMÉTRICA
DE LA CALZADA DERECHA



SP-40
REDUCCIÓN ASIMÉTRICA
DE LA CALZADA IZQUIERDA



SP-41
ENSANCHE SIMÉTRICO
DE LA CALZADA



SP-42
ENSANCHE ASIMÉTRICO
DE LA CALZADA IZQUIERDA



SP-43
ENSANCHE ASIMÉTRICO
DE LA CALZADA DERECHA



SP-44
PUENTE
ANGOSTO



SP-45
TÚNEL



SP-46
TRABAJOS EN LA VÍA



SP-47
MAQUINARIA EN LA VÍA



SP-48
CIRCULACIÓN EN
AMBOS SENTIDOS



SP-49
ZONAS DE
DERRUMBES



SP-50
SUPERFICIE
DESGLIZANTE



Figura 23. Señales preventivas

4.2.2 Señales reglamentarias

Objeto

Las señales reglamentarias o de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso.

Estas señales se identifican con el código SR.

Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito

Forma

Su forma es circular, a excepción de las señales: SR-01: Pare, cuya forma es octagonal, SR-02: Ceda el paso, cuya forma es un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo, SR-38 y SR-39: Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de forma rectangular.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

Colores

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes:

Fondo blanco: orlas y franjas diagonales de color rojo, símbolos, letras y números en negro.

La prohibición se indicará con una diagonal que forme 45° con el diámetro horizontal y debe trazarse desde el cuadrante superior izquierdo del círculo hasta el cuadrante inferior derecho.

La señal SR-27 No parquearse ni detenerse, llevará adicionalmente otra franja diagonal, desde el cuadrante superior derecho hasta el cuadrante inferior izquierdo.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de fondo blanco y orlas, textos, flechas y números de color negro.

Ubicación

Las señales reglamentarias se ubicarán en el sitio mismo a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación o prohibición descrita en la señal.

Las señales podrán ser complementadas con una placa informativa situada debajo del símbolo, que indique el límite de la prohibición o restricción. Por ejemplo se podrá incluir una placa con las palabras: en esta cuadra, en ambos costados. Igualmente se podrán adosar placas que indiquen el punto de inicio y de terminación de la prohibición o restricción, acompañadas de flechas indicativas, como se muestra a continuación:



Figura 24. Placas informativas

SR-28. Prohibido parquear



Figura 25. Prohibido parquear

Esta señal se empleará para notificar al conductor la prohibición para estacionar su vehículo en determinado tramo de la vía

SR-28A. No parquear ni detenerse



Figura 26. No parquear

Esta señal se empleará para notificar al conductor la prohibición de parquearse o detenerse en determinado tramo de la vía. Mientras los conductores se habitúan a su uso, la señal puede ser complementada con una placa informativa inmediatamente debajo del símbolo, con la leyenda “NO PARQUEAR NI DETENERSE”.

El uso de esta señal deberá hacerse en vías rápidas cuando la detención de un vehículo pueda ocasionar accidentes; en arterias urbanas con alto volumen de tránsito en las que la detención de un vehículo pueda ocasionar congestión en uno o varios carriles; en las entradas y salidas de emergencia donde en ningún momento deba existir un vehículo que obstruya su normal funcionamiento y en sitios en los que por razones de seguridad se

hace necesario hacer esta restricción. La señal puede instalarse del lado izquierdo de la vía cuando haya que hacer la restricción.

SR-30. Velocidad máxima



Figura 27. Velocidad máxima

Esta señal se empleará para notificar la velocidad máxima a la que se puede circular (velocidad de operación), expresada en múltiplos de 10 y en kilómetros por hora (km/h). La limitación de velocidad debe aparecer razonable y no innecesariamente restrictiva, pues los límites excesivos perjudican la credibilidad de la señalización, la capacidad de la carretera, o provocan accidentes por alcance o formación de colas. Su utilización deberá estar soportada en un estudio de velocidad de operación.

SR-40. Paradero



Figura 28. Paradero

Esta señal se empleará para notificar a los conductores de vehículos de servicio público o de cualquier otro tipo de vehículo, los sitios reglamentados por las autoridades de tránsito para el ascenso y descenso de pasajeros.

SR-41. Prohibido dejar o recoger pasajeros



Figura 29. Prohibido dejar

Esta señal se empleará para notificar a los conductores de vehículos de servicio público o de cualquier otro tipo de vehículo, que les está vedado detener el automotor para recoger o dejar pasajeros en los sitios aledaños a la señal. Se usará especialmente en el ingreso y salida de puentes, túneles, y cualesquiera otros sitios en donde resulte peligrosa la detención de un vehículo para este efecto.

La no colocación de esta señal, no autoriza a los conductores de servicio público para recoger o dejar pasajeros fuera de los paraderos predeterminados por las autoridades.

SEÑALES REGLAMENTARIAS



SR-1
PARE



SR-2
CEDA EL PASO



SR-3a
DIRECCIÓN OBLIGADA



SR-3b
DIRECCIÓN OBLIGADA



SR-3c
DIRECCIÓN OBLIGADA



SR-4
DIRECCIÓN PROHIBIDA



SR-5
SOLO GIRO A LA IZQUIERDA



SR-6
PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA



SR-7
GIRO A LA DERECHA SOLAMENTE



SR-8
PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA



SR-9
PROHIBIDO GIRAR EN "U"



SR-10
DOBLE VÍA



SR-11
PREFERENCIA AL SENTIDO CONTRARIO



SR-12
PROHIBIDO EL CAMBIO DE CARRIL



SR-13
CONSERVE SU DERECHA



SR-14
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS AUTOMOTORES)



SR-15
TRÁNSITO PESADO A LA DERECHA



SR-16
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS DE CARGA)



SR-17
PEATONES A LA IZQUIERDA



SR-18
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (PEATONES)



SR-19
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (CABALGADURAS)



SR-20
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (BICICLETAS)



SR-21
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MOTOCICLETAS)



SR-22
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MAQUINARIA AGRÍCOLA)



SR-23
CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ANIMAL)



SR-24
CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE BUSES



SR-25
NO BLOQUEAR CRUCE

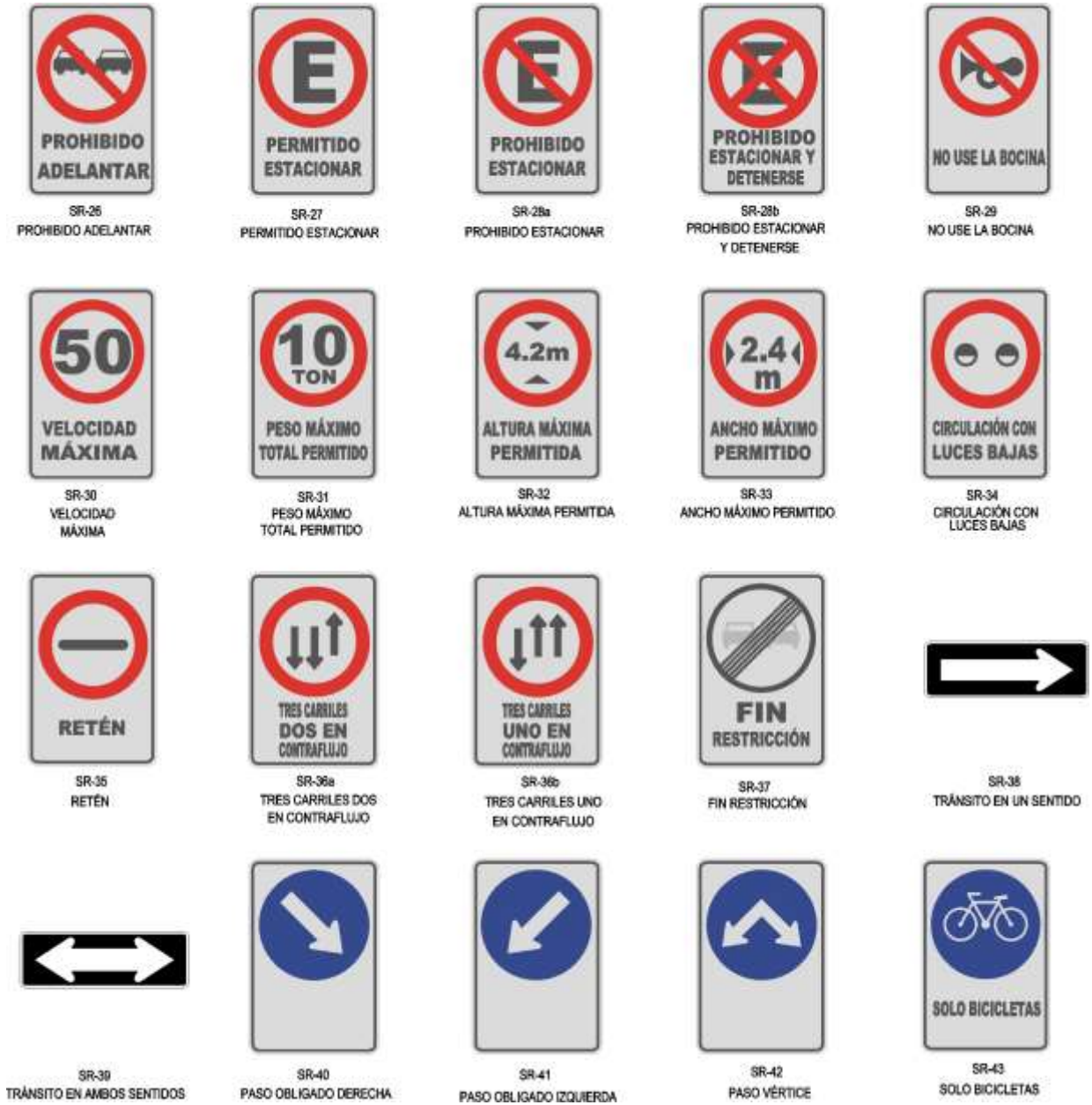


Figura 30. Señales reglamentarias

4.2.3 Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

En particular se utilizan para informar sobre:

- Enlaces o empalmes con otras vías.
- Pistas apropiadas para cada destino.
- Direcciones hacia destinos, calles o rutas.
- Inicio de la salida a otras vías.
- Distancias a que se encuentran los destinos.
- Nombres de rutas y calles.
- Servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía.
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

Las señales informativas fueron utilizadas para dirigir al conductor de un vehículo a lo largo de su itinerario, proporcionándole información sobre las direcciones y destinos de los caminos, poblaciones y distancias, así como otros lugares de interés y servicios públicos disponibles.

Las señales informativas son rectangulares y de diferentes tamaños. En el Manual Técnico de Señalización Vial (ABC) se muestran las dimensiones de las placas más comunes.

Las dimensiones para el acabado y pintado del tablero, así como su distribución, renglones, flechas y escudos se encuentran en el Manual de carreteras V3 de la norma de la ABC.

- Color: las placas rectangulares de las señales de identificación y destino son de color blanco. Los símbolos, letras y números serán de color negro.
- Renglones: generalmente, cada renglón deberá tener no más de tres palabras y una señal un máximo de tres renglones. Cada información de destino ocupará solamente un renglón de texto y en ningún caso se dividirá una palabra para pasar a un segundo renglón. En señales elevadas el máximo de renglones por señal será dos. Finalmente se presenta a continuación el listado de señales que serán utilizadas en el presente proyecto.

DISPOSICIÓN DE FLECHAS EN SEÑALES INFORMATIVAS LATERALES



Solo flecha al frente



Solo flecha a 45° a la izquierda



Solo Flecha a la izquierda



Solo flecha a 45° a la derecha



Solo flecha a la derecha



Flecha al frente e inclinadas 45° a la derecha



Flechas al frente y a la derecha



Flechas al frente e inclinadas 45° a la izquierda



Flechas al frente y a la izquierda



Flechas inclinadas 45° a la derecha y a la derecha



Flechas inclinadas 45° a la izquierda e inclinadas 45 a la derecha



Flechas inclinadas 45° a la izquierda y a la derecha



Flechas inclinadas 45° a la izquierda y a la izquierda



Flechas a la izquierda y a la derecha

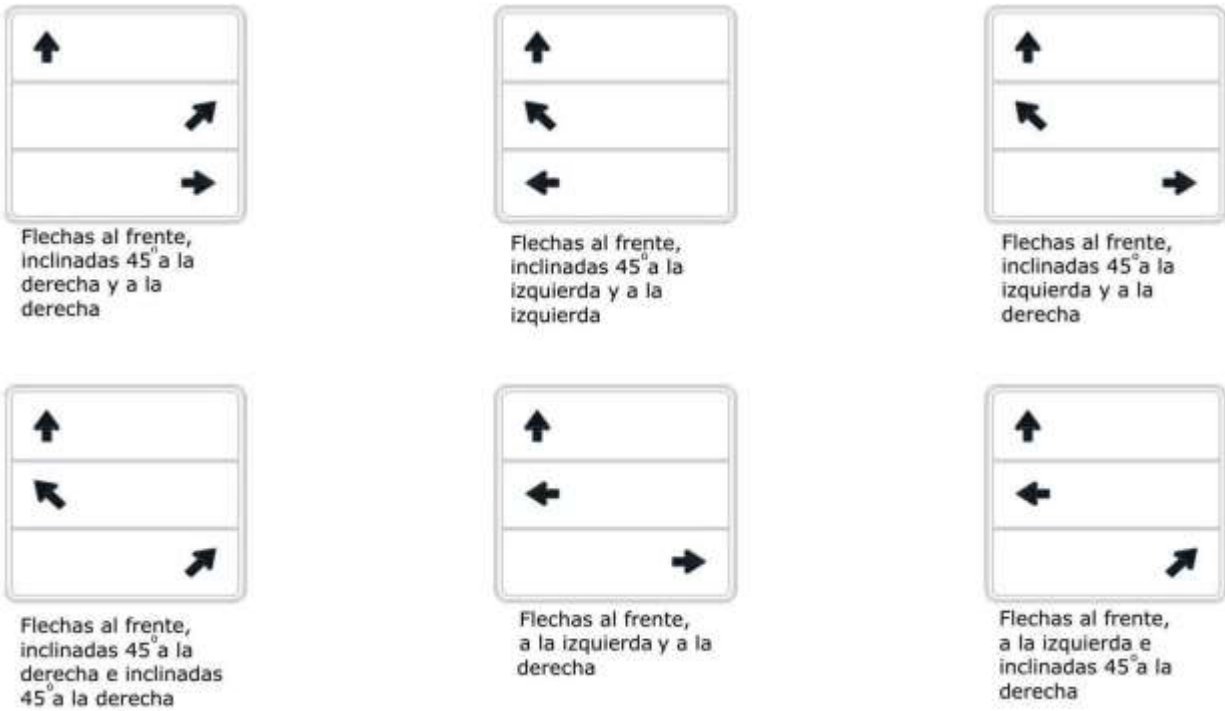


Figura 31. Señales reglamentarias

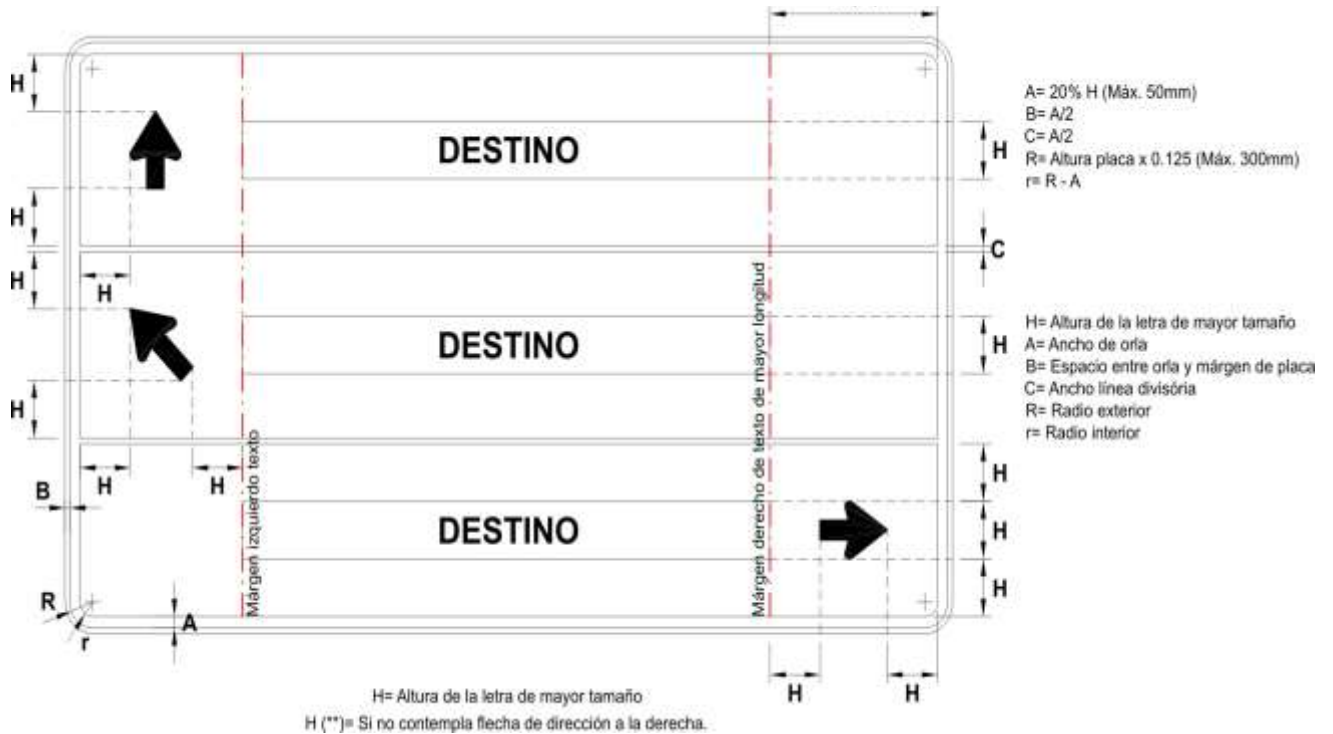


Figura 32. Composición de una señal informativa tipo mapa

4.2.3 Estacionamientos

Un estacionamiento es el espacio destinado a la ocupación de los vehículos, ya sea para grandes o para chicos, esto dependerá de las dimensiones de los automóviles; pueden ubicarse dentro o fuera de la ruta o calle, donde existen diferentes causales para la detención de los motorizados que pueden ser comerciales, laborales, de negocios, centros de diversión y otros.

Al recorrer las calles de la ciudad de Entre Ríos se puede verificar que no se cuenta con ningún tipo de señalización en lo que se refiere a estacionamientos, siendo evidenciable el estacionamiento arbitrario y desordenado de los vehículos provocando incomodidad en la población.

Basados en la normativa de la Asociación Boliviana de Carreteras (ABC) siguiente se justifica el criterio de los puntos definidos:

“El juicio ingenieril debe ser ejercido por un profesional en ingeniería civil o ingeniero de tránsito o de transporte, o por un técnico trabajando bajo la supervisión de un ingeniero a través de la aplicación de los procedimientos y criterio establecidos por el ingeniero responsable en el caso de decisiones basadas en juicio ingenieril no se requiere documentación de respaldo de la decisión tomada.

Por otra parte, un estudio de ingeniería de tránsito se define como la evaluación y análisis exhaustivo de toda la información pertinente disponible, y la aplicación de los principios, estándares, guías y criterios prácticos; con el propósito de decidir sobre la aplicabilidad, diseño e instalación de dispositivos de control de tránsito.”

Sin embargo, se tienen los siguientes parámetros según la Norma Boliviana de Tránsito:

Artículo 62.- Estacionamiento fuera del predio

En los casos excepcionales por déficit de estacionamiento, los espacios de estacionamientos requeridos deberán ser adquiridos en predios que se encuentren a una distancia de recorrido peatonal cercana a la edificación que origina el déficit, mediante la modalidad que establezca la municipalidad correspondiente, o resolverse de acuerdo con lo establecido en el plan urbano.

Artículo 63.- Excepciones

Los casos excepcionales por déficit de estacionamientos solamente se darán cuando no es posible el acceso de los vehículos requeridos al inmueble que origina el déficit, por alguno de los siguientes motivos:

- a) Por estar el inmueble frente a una vía peatonal.
- b) Por tratarse de remodelaciones de inmuebles con o sin cambio de uso, que no permitan colocar la cantidad de estacionamientos requerida.
- c) Proyectos o programas de densificación urbana.
- d) Intervenciones en monumentos históricos o inmuebles de valor monumental.
- e) Otros, que estén contemplados en el plan urbano.

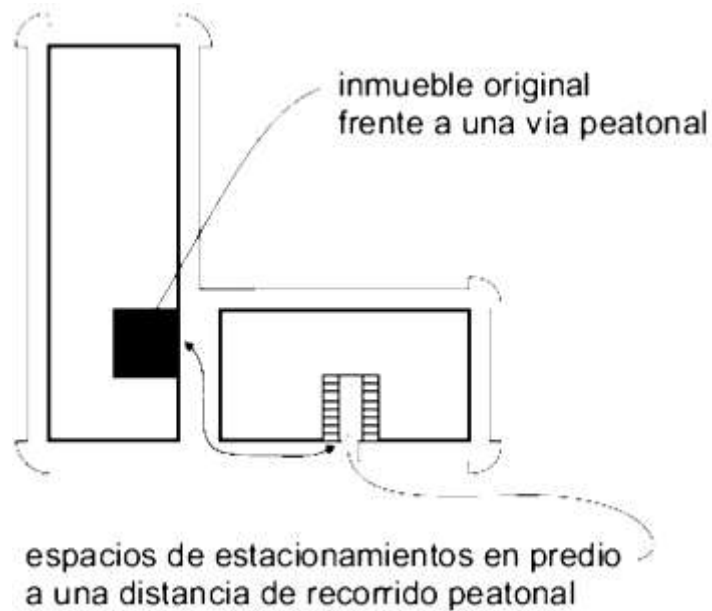


Figura 33. Estacionamiento frente a vía peatonal

Artículo 64.- Tipo de vehículos considerados en cálculos

Los estacionamientos que deben considerarse son para automóviles y camionetas para el transporte de personas con hasta 7 asientos. Para el estacionamiento de otro tipo de vehículos, es requisito efectuar los cálculos de espacios de estacionamiento y maniobras según sus características.

Artículo 65.- Características de los espacios de estacionamiento privado

- Las dimensiones mínimas de un espacio de estacionamiento serán, cuando se coloquen:
 - Tres o más estacionamientos continuos: ancho = 2,40m cada uno
 - Dos estacionamientos continuos: ancho = 2,50m cada uno
 - Estacionamientos individuales: ancho: 2.70m cada uno

En todos los casos, largo: 5,00m, altura:2,10

- Los elementos estructurales podrán ocupar hasta el 5% del ancho del estacionamiento, cuando éste tenga las dimensiones mínimas.
- Entre espacios de estacionamiento opuestos o entre la parte posterior de un espacio de estacionamiento y la pared de cierre opuesta, la distancia mínima será de 6,00m.
- Los espacios de estacionamiento no deben invadir las rutas de ingreso o evacuación de las personas.
- Los estacionamientos dobles, es decir uno tras otro, se contabilizan para alcanzar el número de estacionamientos exigido en el plan urbano, pero constituyen una sola unidad inmobiliaria.
- No se deberán ubicar espacios de estacionamiento en un radio de 10m de un hidrante ni a 3m de una conexión de bomberos (siamesa de inyección).

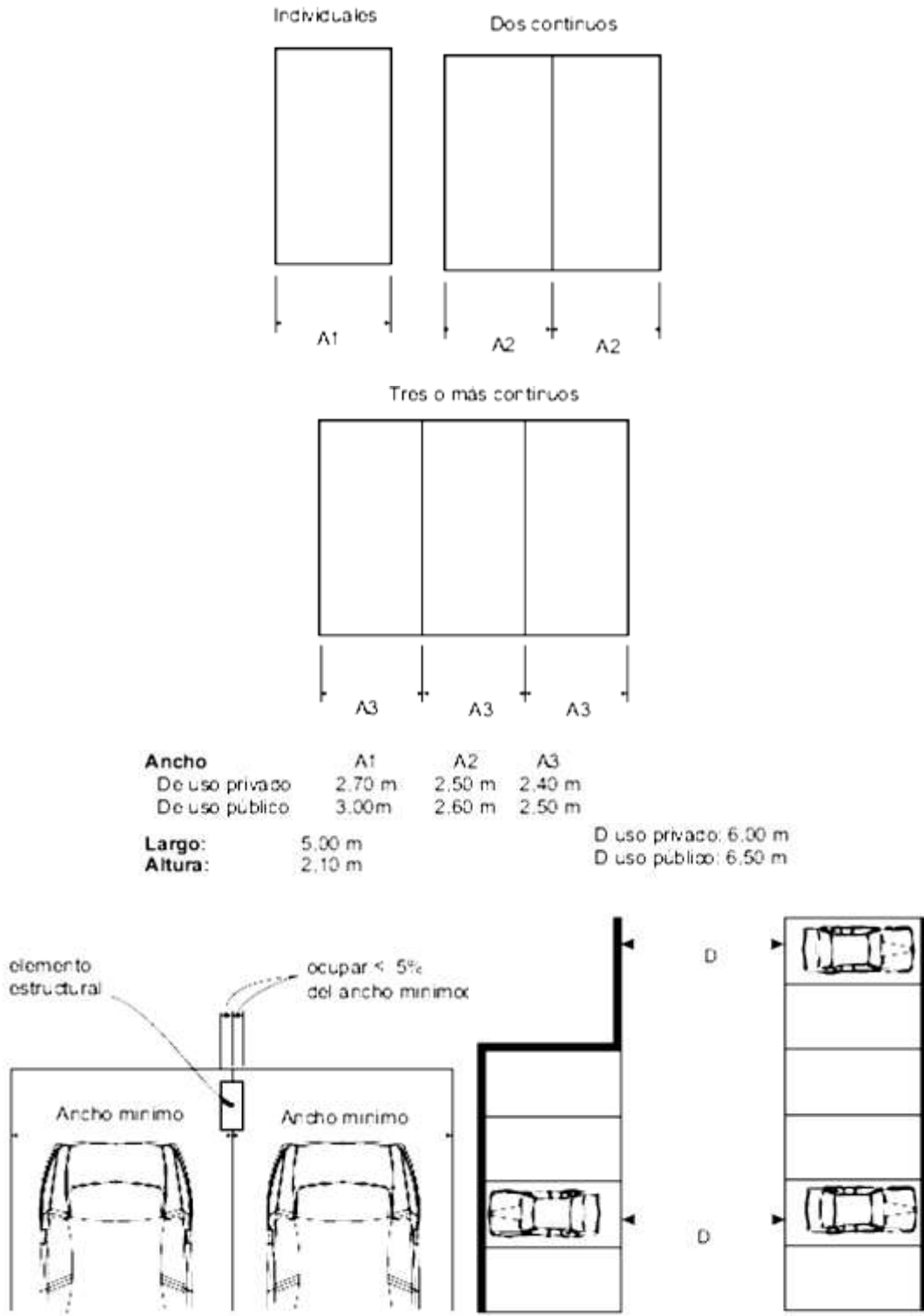


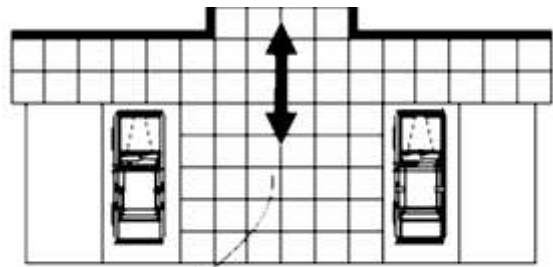
Figura 34. Características de estacionamiento privado

Artículo 66.- Características de los espacios de estacionamiento público

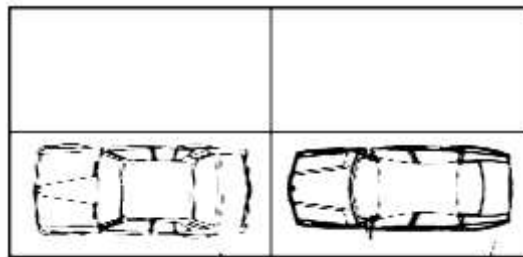
- Las dimensiones mínimas de un espacio de estacionamiento serán, cuando se coloquen:
 - Tres o más estacionamientos continuos: ancho = 2,40m cada uno
 - Dos estacionamientos continuos: ancho = 2,50m cada uno
 - Estacionamientos individuales: ancho: 2.70m cada uno

En todos los casos, largo: 5,00m, altura:2,10

- Los elementos estructurales podrán ocupar hasta el 5% del ancho del estacionamiento, cuando éste tenga las dimensiones mínimas.
- Entre espacios de estacionamiento opuestos o entre la parte posterior de un espacio de estacionamiento y la pared de cierre opuesta, la distancia mínima será de 6,50m.
- Los espacios de estacionamiento no deben invadir las rutas de ingreso o evacuación de las personas.
- No se deberán ubicar espacios de estacionamiento en un radio de 10m de un hidrante ni a 3m de una conexión de bomberos (siamesa de inyección).
- Deberán considerarse en el acceso y la circulación el ancho, altura y radio de giro de las unidades del Cuerpo de Bomberos.



No invadir ni ubicarse frente a las rutas de ingreso o evacuación de personas.



Estacionamientos privados dobles son una sola unidad inmobiliaria

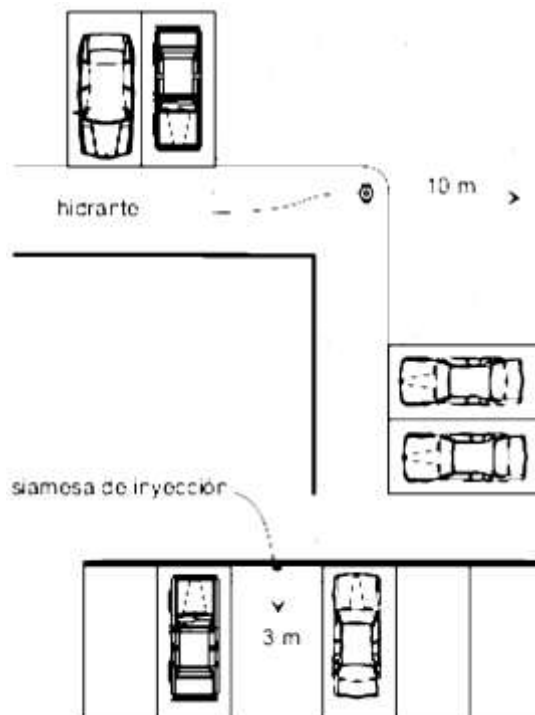


Figura 35. Características de estacionamiento público

Ubicación

Fueron observados durante el período de aforo los puntos mas conflictivos en cuanto a estacionamientos se refiere además de una entrevista y consenso con el sindicato de choferes 8 de septiembre certificado en anexos.

Las principales calles en las cuales se incluirán los estacionamientos son las que se detallan a continuación:

- **Calle Ayacucho entre calles Potosí y Sucre**

Paradas eventuales de períodos cortos menores a 30 min debido a que en esta calle se encuentra SETAR, solamente se estacionarán en períodos eventuales en la parte derecha, se podrán estacionar un máximo de 4 vehículos.

- **Calle Avaroa entre calles Potosí y Sucre**

Estacionamientos en períodos largos y cortos debido a que se encuentra la Honorable Alcaldía Municipal de Entre Ríos y el Comando de Policía Provincial, los estacionamientos estarán ubicados en la parte derecha de la calle, con un máximo de 11 estacionamientos.

- **Calle Eduardo Avaroa entre calles 1° de mayo y Potosí**

Estacionamientos en períodos largos y cortos debido a que se encuentra la Sub gobernación de la provincia O'Connor, los estacionamientos serán ubicados en la parte derecha de la calle, con un máximo de 3 estacionamientos.

- **Calle E. Lema sección surtidor**

Estacionamiento en períodos largos, para de taxis 8 de septiembre, los estacionamientos estarán ubicados en la parte derecha de la calle, con un máximo de 4 vehículos a la vez, estos estacionamientos fueron consensuados con el sindicato, por estar en un sector alejado de la población, este estacionamiento se hace indispensable.

- **Sector de la Rotonda**

Estacionamiento en períodos largos, parada de taxis 8 de septiembre, los estacionamientos estarán ubicados en la parte derecha de la calle, con un máximo de 3 vehículos a la vez, también por estar en un sector donde estacionan las flotas que van y vienen del Chaco y de Tarija, además para mejorar la calidad de servicio del sindicato ya que en este sector no se encuentra ningún estacionamiento.

- **Calle San Juan de Dios entre calles Sucre y Froilán Tejerina**

Estacionamientos en períodos largos, parada de taxis 8 de septiembre, los estacionamientos se ubicarán en la parte izquierda de la calle, resulta ser muy importantes por estar en el Hospital San Juan de Dios.

- **Sector complejo deportivo la Pampa calle Camacho entre calles Sucre y Froilán Tejerina**

Entradas eventuales de períodos cortos debido a que en esa calle se ubica la feria que realiza en la población, además de una parada de taxis 8 de septiembre.

Estacionamiento se ubicará en la parte izquierda de la calle, con una capacidad de 11 vehículos en forma temporal.

- **Estacionamiento Plaza Principal**

Se ubicarán estacionamientos sólo en dos sectores de la plaza; el primero ubicado en la calle Bolívar por encontrarse en éste lugar la unidad educativa F. Bourdet O'Connor, y el último sobre la calle Avaroa debido a que sobre ésta se encuentra la parada de taxis y la oficina del sindicato 8 de septiembre.

- **Estacionamiento Terminal**

Estacionamiento en períodos cortos menores a 10 min debido al flujo vehicular que, a medida que el edificio cumpla su uso irá aumentando gradualmente por lo tanto es necesario tener un orden establecido en estos puntos ubicados alrededor del edificio.

Análisis de Resultados

Todos los estacionamientos ubicados en nuestro análisis fueron consensuado con el sindicato de taxis 8 de Septiembre, habiendo propuesto otros estacionamientos, dentro de éste análisis se encontró con el obstáculo del ancho de las vías ya que las mismas no tienen un ancho menor o igual a 7 metros para ubicar mayor cantidad de estacionamientos.

4.2.4 Semaforización

Cuando la intensidad de tráfico en una intersección es más grande que la que puede admitir con una regulación de preferencia de paso y no puede recurrirse a un cruce a diferente nivel, la regulación mediante semáforos permite hacer frente a la situación con un buen nivel de seguridad, aunque produciendo unas demoras importantes a muchos vehículos. Su principal campo de aplicación son las zonas urbanas bajo las siguientes condiciones:

Condición N°1 Volúmenes mínimos

Es deseable la instalación de semáforos cuando se exceden, un período de 8 horas de un día promedio, los valores asignados en la siguiente tabla de volúmenes mínimos horarios.

Tabla 15 Volúmenes mínimos

NÚMERO DE CARRILES		VOLÚMEN HORARIO	
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

En la ciudad de Entre Ríos los volúmenes mínimos horarios no son excedidos en ninguna de las intersecciones, por lo tanto, no cumple con esta condición.

Condición N°2 Demoras en el tránsito

Si el tránsito de la arteria secundaria no alcanza los valores de la anterior tabla, pero los volúmenes de la arteria principal son elevados, es dable esperar que el tránsito de la vía secundaria sufra retardos excesivos o cruce con condiciones de seguridad no apropiadas.

Esta condición tampoco se aplica en nuestro caso ya que en ningún momento los volúmenes de ninguna de las arterias sobrepasan los volúmenes mínimos

Condición N°3 Condiciones de peatones

Se recomienda la instalación de semáforos que excedan los valores de la siguiente tabla, durante 8 horas consecutivas en un día promedio.

Tabla 16 Condición volumen peatonal

VOLÚMENES MÍNIMOS DE PEATONES			
TIPO DE INTERSECCIÓN	CALLE SECUNDARIA	CALLE PRINCIPAL	TOTAL PEATONES
Fuera de área escolar	600	1000	150
En área escolar	800	800	250

Cuando la velocidad del 85% de vehículos que circulan por la arteria principal exceda los 65 Km/h, o cuando la intersección se encuentre en poblaciones de 10000 habitantes.

Esa condición tampoco se aplica ya que los volúmenes de peatones no alcanzan los mínimos exceptuando en horas de flujo escolar.

Los vehículos no alcanzan los 65km/h en ninguna de las arterias, además nuestra población en la capital de O'Connor está apenas por encima de los 10000 habitantes.

Condición N°4 Sistema coordinado de semáforos

Un sistema recomendado de semáforos requiere en ciertas circunstancias la instalación de semáforos en ciertas intersecciones que no cubran con las intersecciones anteriores.

- Entre dos intersecciones semaforizadas haya una distancia excesiva que no ofrezca la eficiencia requerida en el control vehicular y peatonal.
- Si en una calle de doble sentido los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporcionan el grado deseado de control.

Estas condiciones tampoco se dan ya que en nuestra no tenemos este problema.

Condición N°5 Previsión de accidentes

En general se estima que los semáforos no reducen las tasas de accidentes.

Para cumplir con esta condición se debe verificar los siguientes eventos:

- Que presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de mayor importancia.
- Que no exista ninguna otra medida preventiva adecuada.
- Que los valores de la demanda de las tres primeras condiciones sean superiores en unos 80% expresadas en tablas correspondientes.

Los accidentes registrados por año no llegan siquiera a 3 de importancia, por lo tanto, no cumple con este primer evento.

Medidas preventivas no existe de ninguna clase ni siquiera señalización mínima, pero al ser determinada la señalización de la ciudad de Entre Ríos, una vez concluido el estudio se tendría ya una medida preventiva adecuada.

Tabla 17 Condiciones cumplidas

INTERSECCIÓN	CONDICIÓN1	CONDICIÓN2	CONDICIÓN3	CONDICIÓN4	CONDICIÓN5
Calles Eduardo Avaroa y Froilán Tejerina	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Calles Eduardo Avaroa y Potosí	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Calles Froilán Tejerina y Alianza	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Calles Pilcomayo y Pte. camino al Chaco	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Calle Froilán Tejerina esq. Rotonda	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Calle Camacho y Froilán tejerina	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple

Análisis de Resultados

Al no cumplir con ninguna de las condiciones arriba mencionadas **no se requiere** la instalación de semáforos en la zona urbana de Entre Ríos, además indicar que la cantidad de vehículos y peatones no cubren el volumen mínimo requerido.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE DISEÑO

La solución de ordenamiento vial para la aplicación directa del proyecto se contempla de la siguiente manera:

- Planos de diseño:

Intersecciones: Donde se encuentran el diseño de señalización vertical (diseño de placa) y horizontal y su ubicación en una lámina por intersección.

Flujo direccional: En el plano se puede encontrar el ordenamiento del nuevo flujo direccional regido de acuerdo a normativa contemplando la nueva zona de circulación vial ubicada detrás del puente camino al Chaco.

- Especificaciones técnicas: Correspondientes a los cálculos de las variables independientes, se tienen el tipo de material y las dimensiones de las estructuras de soporte de la señalización vertical, además del detalle del pintado de señalizaciones horizontales especificada en el diseño.

- Presupuesto del ordenamiento: Se tiene un presupuesto general, precios unitarios y cálculos métricos en función a las especificaciones técnicas de los materiales y dimensiones, sin embargo, cabe mencionar que los precios de insumos deben ser actualizados dependiendo de la fecha de aplicación del proyecto.

Con el diagnóstico realizado , la proyección futura y el plan municipal de la Alcaldía de Entre Ríos se confirma, que la nueva zona en funcionamiento se encuentra detrás del río Pajonal, debido al futuro funcionamiento de la nueva terminal que concentrará un flujo vehicular y peatonal de mayor significancia, por lo tanto se tiene corroborado que se adicionará otra ruta de circulación que conecta el casco viejo de la urbe con la nueva zona en cuestión mediante ambos puentes , estando ésta contemplada en el ordenamiento vial del presente proyecto.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se ha establecido un sistema de ordenamiento vial diseñado que contempla semaforización, estacionamientos y señalización horizontal y vertical de la zona urbana de Entre Ríos basado en la Norma Boliviana de Tránsito de Bolivia en función a las condiciones aforadas y calculadas para el diagnóstico del tráfico actual y su proyección futura.
- Se determinó satisfactoriamente el área de estudio, es decir, calles e intersecciones críticas, donde se obtiene un diagnóstico real del tráfico de la zona urbana de Entre Ríos, mediante un tratamiento estadístico, información municipal y criterio ingenieril.
- Se determinó la condición actual del tráfico mediante el aforo de volúmenes, velocidades, y gracias a éste, el cálculo de la capacidad y el nivel de servicio actual.
- Se ha realizado una evaluación de la condición actual de la zona urbana de Entre Ríos, ésta no cuenta con un sistema de señalización, semaforización ni estacionamientos.
- En base a la condición actual de las vías, fue posible dimensionar el ordenamiento vial de la zona urbana Entre Ríos que contempla las direcciones de flujo, señalización, semaforización y estacionamiento, en función a la proyección futura.

- Quedan establecidos los resultados de ordenamiento vial, con los planos de diseño y el costo de inversión total definido del proyecto.
- El conocimiento racional de la circulación en la zona urbana de Entre Ríos permite que la ingeniería de tráfico mejore la circulación aplicando medios restrictivos racionales logrando la eficiencia actual y futura que no se lograba con medidas arbitrarias no aplicadas.
- Se ha logrado una solución de bajo costo mediante el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con cambios que requieran poca inversión. En este tipo de solución tiene una gran importancia y participación la reglamentación del tránsito, así como la disciplina y educación de parte del usuario.

5.2 RECOMENDACIONES

- Establecer los reglamentos del tránsito, como ser: la responsabilidad y licencias de los conductores, peso y dimensiones de los vehículos, control de accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento.
- Tomar en cuenta la prioridad de paso, tránsito en un sentido, tiempo de estacionamiento, el control policial en intersecciones, sanciones relacionadas con accidentes, etc., es decir, implementar las medidas de educación vial tanto en el peatón como en el conductor.
- Aplicar medidas tanto de educación como de control vial de parte de las autoridades hacia el peatón y el conductor de la zona urbana de Entre Ríos es necesario para ejecutar del nuevo plan de ordenamiento vial.
- Emplear las herramientas y respetar los cronogramas de trabajo y tiempos establecidos, ya que han sido desarrollados considerando un tiempo estimado para los requerimientos expuestos.
- Realizar un diagnóstico completo de cada aspecto del tráfico vial, para poder manejar el proyecto y obtener los resultados esperados.
- Realizar un nuevo estudio de diagnóstico vehicular con el funcionamiento normalizado de la nueva terminal, cuando la misma se encuentre en el pico de concurrencia y funcionamiento, debido a que se podría tener un cambio trascendental en el flujo, para analizar la necesidad de semaforización de acuerdo a lo especificado anteriormente en la normativa de tránsito.