

CAPÍTULO I

PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO I

PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

En Tarija se puede observar su crecimiento poblacional en los últimos años, además de su desarrollo. Es por esto que a su vez las personas optan por comprarse un vehículo para su comodidad, ya sea para trasladarse a sus fuentes laborales o incluso para trabajar con los motorizados en el servicio público.

Esto ocasiona un incremento de vehículos en circulación, lo que origina en ocasiones que se supere la capacidad para la cual fueron diseñadas las calles, llevando a un congestionamiento vehicular, es por esto que analizando el mercado Bolívar y alrededores, se puede observar que hay gran actividad comercial y social, y existiendo la necesidad de realizar un estudio de tráfico vehicular.

El estado de tráfico vehicular es una descripción de las condiciones actuales del tráfico vehicular en la zona del mercado Bolívar y alrededores de la ciudad de Tarija, con información, de la intensidad del tráfico, velocidades, la vía y su entorno.

Es indispensable, en la Ingeniería de Tránsito, realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país, en una municipalidad o en una pequeña área, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito.

Spindola, R. C. (2018). *Ingenieria de Transito*. Mexico: Omega.

En la presente investigación se pretende estudiar el estado de tráfico vehicular actual en la zona del mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija, realizando aforos vehiculares en horas pico y días pico, con la finalidad de proponer alternativas de soluciones para reducir el congestionamiento vehicular, y así mejorar la movilidad en la zona, además de la seguridad vial y reducir la contaminación.

La base teórica de la presente investigación corresponde a la Ingeniería de Transito, la aplicación práctica se desarrolla en la zona escogida la cual es el mercado Bolívar y

aledaños en la ciudad de Tarija, y su relevancia social define en proporcionar información y soluciones al congestionamiento vehicular.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Situación Problemática

La Ingeniería de tráfico o de tránsito es una rama de la ingeniería del transporte que trata sobre la planificación, diseño y operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas, sus redes, infraestructuras, tierras colindantes y su relación con los diferentes medios de transporte consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas como de mercancías.

El tráfico que se presentan en el mercado Bolívar y aledaños cuentan con un flujo vehicular intenso, siendo una zona con una actividad constante, debido a las actividades diarias que se presentan en él, por lo cual lo cual se debe estudiar todos aspectos que contribuyen.

Al no realizar la presente investigación se continuará desconociendo la intensidad de tráfico que se presenta en la actualidad y los impactos que el mismo puede tener, por lo tanto, no se podrá tener soluciones óptimas para su funcionamiento.

Se podría ver la optimización del tráfico, al realizar un estudio de tráfico vehicular actual en el mercado Bolívar y aledaños en la ciudad de Tarija y según el estudio proponer alternativas de solución para prevenir la congestión vehicular, la contaminación del aire y el ruido provocado de los vehículos.

1.2.2. Delimitación Temporal y espacial

Delimitación temporal

La investigación se realiza en tiempo presente semestre II/2023 al semestre II/2024.

La delimitación espacial

- ✓ Área de trabajo; Tránsito vehicular.
- ✓ Base de operaciones; El mercado Bolívar y aledaños en la ciudad de Tarija.

- ✓ Aplicación; Flujo vehicular, reducción del congestionamiento.

1.2.3. Formulación del Problema

¿De qué manera puede ayudar un estudio del estado de tráfico vehicular actual, en la zona del mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija a mejorar el flujo vehicular?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Estudiar el estado de tráfico vehicular actual en la zona del mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija, considerando los parámetros de un estudio de tráfico, con la finalidad de proponer alternativas de soluciones para reducir el congestionamiento vehicular.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar aforos vehiculares por el método manual en horarios establecidos.
- ✓ Determinar las horas pico y días pico.
- ✓ Recopilar información de velocidad, señalización y semaforización en la zona.
- ✓ Calcular los parámetros en gabinete; volumen de tráfico, velocidad, densidad, capacidad, nivel de servicio y analizar señalización y semaforización.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos del procesamiento de información para identificar los puntos de congestión vehicular.
- ✓ Proponer alternativas de solución para reducir el congestionamiento vehicular.
- ✓ Realizar una propuesta para estacionamientos.
- ✓ Realizar un análisis de peatones.
- ✓ Realizar una propuesta para la ciclovia.
- ✓ Realizar una simulación en la intersección mas critica

1.4. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y SUS VARIABLES

1.4.1. Formulación de la Hipótesis

Un estudio del estado de tráfico actual en la zona del mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija, determina que mejoras se deben hacer.

1.4.2. Identificación y conceptualización de variables

Se observa que, de acuerdo al tipo de investigación no experimental de tipo descriptivo, no se tiene variables independientes ni dependientes.

1.5. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Criterios de Diseño Metodológico

1.5.1.1. Unidad de muestra; población y muestra

Unidad de muestra

La unidad de muestra para el estudio del tráfico vehicular será las intersecciones cercanas al mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija.

U.M = Intersecciones

Población

La población tomada en cuenta serán todas las intersecciones en la zona de estudio

N= Todas las intersecciones en la zona de estudio del mercado Bolívar y alrededores (infinita)

Muestra

m = 17 intersecciones

1.5.1.2. Tamaño de muestra

Se toma en cuenta para el estudio las intersecciones cercanas al mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija.

Tamaño de muestra “n”: desconocido.

El Nivel de confianza: NC = 95%

El margen de error es: e= 5%

Distribución normal es Z = 1.96

La varianza $\sigma^2 = 0.10$ (para investigaciones en un tiempo de 4-6 meses)

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 0.10}{0.05^2}$$

$$n = 154 \text{ intersecciones}$$

Conclusiones: Se tomará en cuenta 17 intersecciones escogidas para el estudio del tráfico vehicular actual en la zona del mercado Bolívar y alrededores de la ciudad de Tarija, ya que son el número de unidades con las que se puede trabajar en el tiempo establecido, tomando en cuenta que por cada intersección se presentan 2 flujos.

1.6. ALCANCE

El presente estudio toma en cuenta las definiciones necesarias sobre el área de estudio de tráfico para su desarrollo, tomando en cuenta la importancia de la situación problemática que se aborda en la zona, donde se evidencia el congestionamiento vehicular que se genera por las diferentes actividades que se realizan en la zona, teniendo como objetivo desarrollar un estudio de tráfico detallado.

Tomando en cuenta los parámetros como el volumen vehicular en cada intersección que se realiza la recolección de datos, además de la velocidad con la que circulan los vehículos, con dichos parámetros se puede determinar la densidad mediante su relación. Se realiza la semaforización y señalización en la zona para un análisis de su estado. Entre estos parámetros se puede contemplar otros como ser estacionamientos, capacidad vial y niveles de servicio.

Al realizar todo el procesamiento de datos podemos llegar a posibles alternativas de solución para reducir el congestionamiento vehicular y obtener conclusiones sobre el estudio, además de realizar recomendaciones sobre el estudio de tráfico vehicular.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE
LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

2.1. INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizado y no motorizado.

2.2. ELEMENTOS DEL TRÁFICO

- ✓ El usuario: conductores, peatones, ciclistas y pasajeros.
- ✓ El vehículo: privado, público y comercial.
- ✓ La vialidad: calles y carreteras.
- ✓ Los dispositivos de control: marcas, señales y semáforos.
- ✓ El medio ambiente general.

2.2.1. El Usuario

Los seres humanos, como usuarios de los diferentes medios de transporte, son elementos primordiales del tránsito por calles y carreteras, quienes deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de poder ser controlados y guiados en forma apropiada.

2.2.2. El Vehículo

Los vehículos poseen diferentes características que deben ser tenidas en cuenta, tales como: las dimensiones, el peso, la potencia, los radios de giro, la velocidad, el poder de aceleración y desaceleración, la capacidad de frenado, etc.

Clasificación por tipo de vehículo

Tabla 2.1. Características de vehículos según servicio nacional de caminos

GRUPO DE CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO	ANCHO TOTAL (m)	LARGO TOTAL (m)	RADIO MÍNIMO DE LA RUEDA EXTERNA DELANTERA (m)	RADIO MÍNIMO DE LA RUEDA INTERNA TRASERA (m)	DETALLES
VP	Automóviles	2,10	5,80	7,30	4,70	Vehículos livianos como automóviles, camionetas, vagonetas, minibuses, etc.
CO	Autobuses y camiones	2,60	9,10	12,80	8,70	Vehículos comerciales de dos ejes, comprenden a camiones y autobuses comerciales, normalmente de dos ejes y 6 ruedas .
O	Autobuses y interurbanos	2,60	12,20	12,80	7,10	Automóviles y camiones de mayores dimensiones. Los autobuses empleados generalmente para viajes de largas distancias y turismo. Estos vehículos son de mayor longitud que las CO y pueden contar 3 ejes.
SR	Camión semi-remolque	2,60	16,80	13,70	6,00	Vehículo comercial articulado, compuesto normalmente de una unidad tractora y un semirremolque o remolque de 2 ejes o mas.

Fuente: Servicio nacional de caminos (S.N.C.)

Tabla 2.2. Configuración vehicular por tipo de ejes



Gerencia de Planificación
y Desarrollo Tecnológico

CONFIGURACIÓN VEHICULAR POR TIPO DE EJES

Código	Tipo de Vehículos	Figura
1	Automóviles y Vagonetas	
2	Camionetas (hasta 2 Tn.)	
3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)	
MB	Microbuses (hasta 21 pasajeros; de 2 ejes)	
B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros; de 2 ejes)	
B3	Buses Grandes (más de 35 pasajeros; de 3 ejes)	
C2m	Camiones Medianos (de 2,5 a 10,0 t; de 2 ejes)	
C2	Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 2 ejes)	
C3	Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 3 ejes)	
CSR	Camiones Semirremolque	
CR	Camiones Remolque	
12	Otros Vehículos	

Fuente: Manual de Metodología de Evaluación ABC

2.2.3. La vialidad

Las características del sistema vial también son importantes, las cuales tienen que ver con su geometría, accesibilidad, movilidad, función y categoría, entre otras.

2.2.4. Los dispositivos de control

Los dispositivos de control, son los medios con los cuales se comunican los conductores, para así ser guiados en la circulación, bajo las leyes del tránsito, la regulación y las instrucciones operacionales.

2.2.5. El medio ambiente en general

Las características del medio ambiente, es aquel conjunto de condiciones que hacen, a su vez, que las características del usuario, del vehículo y del sistema vial, varíen sistemáticamente, como lo pueden ser el estado del tiempo, la iluminación, la oscuridad, el grado de desarrollo lateral, etc. Spindola, R. C. (2018). *Ingeniería de Transito*. México: Omega.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE TRANSITO

Se utilizan diversas magnitudes que reúnen las características de los vehículos y usuarios. Estas magnitudes son: la velocidad, el volumen, la densidad, la separación entre vehículos sucesivos, intervalos entre vehículos, tiempos de recorrido y demoras, origen y destino del movimiento, la capacidad de las calles y carreteras, se analizan los accidentes, el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas, etc. Por otro lado, se estudia al usuario todas las reacciones para maniobrar el vehículo como ser: rapidez de reacción para frenar, para acelerar, su resistencia al cansancio, etc.

Tapia Arandia J. G y Veizaga Balta R. D. (2006). *Apoyo Didáctico Para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Tráfico*. Bolivia, Cochabamba.

2.3.1. Volumen de transito

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)

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

- TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL (TPDM)

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

- TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)

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

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:

✓ 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.

✓ 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.

✓ Volumen horario-décimo (10 VH), VIGÉSIMO (20 VH), TRIGÉSIMO ANUAL (30 VH)

Se define el volumen horario décimo anual como aquel que es excedido por 9 volúmenes horarios durante un año determinado. Así mismo el volumen horario vigésimo anual es aquel que es excedido por 19 volúmenes horarios y el volumen horario trigésimo anual que es excedido por 29 volúmenes horarios.

✓ 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.

2.3.2. 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.

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:

2.3.3. Velocidad

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:

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

Donde:

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, enescopios.

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 EE.UU. y de 120 km/h en Europa.

2.3.4. 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:

$$k = \frac{\text{Volumen (Veh/hr)}}{\text{Velocidad (Km/Hr)}}$$

Donde:

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

2.3.5. Señalización

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. A través de la señalización se indica a conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía, evitando riesgos y demoras innecesarias.

2.3.5.1. Señalización vertical

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas a los lados o adyacentes a un camino que, mediante símbolos, letras, reglamentan las prohibiciones o restricciones respecto al uso de las vías, previenen a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, así como proporcionan información necesaria para guiar a los usuarios.

Toda señal vertical debe transmitir un mensaje nítido inequívoco al usuario de la vía, lo que se logra a través de símbolos o leyendas, donde estas últimas comprenden palabras o números.

✓ Colocación

La ubicación de una señal vertical corresponde a un tema de gran importancia, considerando que de esto dependerá la visibilidad adecuada y la relación oportuna del usuario de la vía.

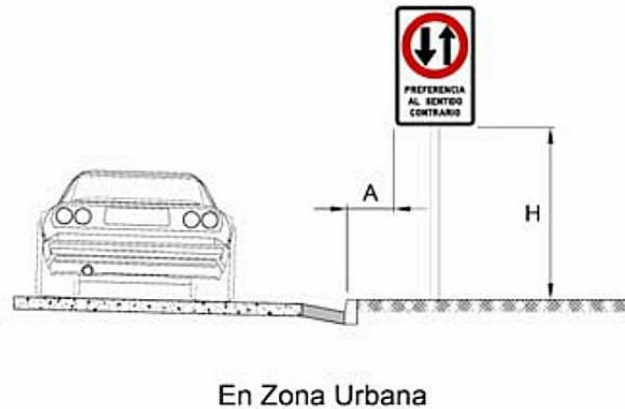
✓ Ubicación longitudinal

La ubicación de una señal debe garantizar que un usuario que se desplaza a la velocidad máxima que permite la vía, será capaz de interpretar y comprender el mensaje que se le está transmitiendo, con el tiempo suficiente para efectuar las acciones que se requieran para una segura y eficiente operación.

Las distancias longitudinales correspondientes a la instalación de las señales, serán definidas caso a caso cuando se aborde la función de cada una, esto debido a que cuenta con diferentes criterios de ubicación de acuerdo a su utilidad.

Cuando la instalación de una señal vertical coincida con el emplazamiento de otra señal vertical, las distancias indicadas anteriormente podrán ser modificadas en un $\pm 20\%$ como máximo.

Figura 2.1. Ubicación transversal de señales verticales



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Tabla 2.3. Ubicación transversal de señales verticales distancia y altura

Tipo de Vía	A (m)	H (m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Carreteras	2,0	1,5	2,2
Caminos	1,5	1,5	2,2
Vías Urbanas	0,6	2,0	2,2

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Donde A corresponde a la distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical; H es la distancia entre la rasante a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal.

Clasificación

Las señales verticales se clasifican en:

Señales preventivas

Señales reglamentarias

Señales informativas

✓ **Señales preventivas**

Son señales de advertencia de peligro, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Se identifican como base con el código SP.

No son de carácter obligatorio, pero es preciso dejarse guiar por su información para que no incurrir en riesgos o comportamientos que atenten nuestra seguridad.

Tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocadas verticalmente, son de color amarillo de fondo, con una línea negra perimetral y figura, símbolo leyenda son de color negro. Estas señales están colocadas antes del lugar donde existe peligro para dar tiempo al conductor a su reacción.

Las señales preventivas en las cuales se consideran otros colores además del amarillo y negro son:

SP-34 Semáforo (rojo, amarillo, negro y verde).

SP-35 Prevención de pare (amarillo, negro y lanco).

SP-36 Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco).

Figura 1.2. Señales preventivas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Señales reglamentarias**

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas de tránsito y acarrea las sanciones previstas en la ley. Estas señales se identifican con el código SR.

En general, su forma es circular y solo se aceptará inscribir la señal en un rectángulo cuando lleve una leyenda adicional. Se exceptúan de esta condición geométrica las señales:

SR-01 pare, cuya forma es octogonal.

SR-02 ceda el paso cuya forma es triángulo equilátero con vértice hacia abajo.

SR-38 sentido único de circulación, es de forma rectangular.

SR-39 sentido de circulación doble, es de forma rectangular.

Los colores utilizados en estas señales son; fondo blanco, orlas y franjas diagonales de color rojo, símbolos y números en color negro.

Las acepciones a esta regla son:

SR-01 pare, cuyo color es rojo, orlas letras en blanco.

SR-38 sentido único de circulación, fondo negro, flecha y orlas blancas.

SR-39 sentido de circulación doble, fondo negro, flecha y orlas blanca.

SR-40 a la SR-43, paso obligado y ciclo vía, serán de fondo azul y símbolo blanco.

Figura 2.3. Señales reglamentarias



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.4. Señales reglamentarias



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Señales informativas**

Este tipo de señales verticales no transmiten órdenes ni previenen sobre irregularidades o riesgo en la vía pública y carecen de consecuencias jurídicas.

Las señales informativas o de información, están destinadas a identificar, orientar y hacer referencia a lugares, servicios o cualquier otra información útil para el viajero.

En particular son utilizadas para informar sobre:

Enlaces o empalmes con otras vías.

Direcciones hacia destinos, calles o rutas.

Inicio de la salida de otras vías.

Distancia a la que se encuentran los destinos.

Nombres y rutas de las calles.

Servicios.

Lugares de atractivos turístico existentes en inmediaciones de la vía.

Nombres de ciudades, ríos, puentes, parques, etc.

Convencionales serán de color verde, con la excepción de las señales nombre y numeración de calles; las cuáles serán de color negro, y las señales de atractivo turístico, serán de color café.

Clasificación

Señales que guían a los usuarios a su destino:

De pre señalización (IP)

De dirección (ID)

De confirmación (IC)

De identificación vial (IV)

De localización (IL)

Señales con otra información de interés:

De servicio (IS)

De atractivo turístico (IT)

Señales ambientales (IA)

Otras señales para autopistas y autovías (IAA)

Otras (IO)

Informativas de control (ICO)

Tamaño especial (IT(E)- IS(E))

ABC. (2008). *Manual de dispositivos de control de tránsito*. Bolivia, La Paz.

Figura 2.5. Señales informativas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

2.3.5.2. Señalización horizontal

Este tipo de señalización corresponde a demarcaciones que se encuentran sobre el pavimento, como ser líneas, símbolos, letras, en las que se incluyen tachas retro-reflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito.

La señalización horizontal presenta mayor ventaja frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que este distraiga su atención de la pista por la que circula. El lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de una la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por las variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo y otros. Por esta razón, en maniobras

de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, siempre se deben reforzar con la señalización vertical correspondiente.

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir una función prioritaria en vías interurbanas y de apoyo a la señalización vertical.

✓ **Según la altura**

Planas

Elevadas

Planas

Son señales son aquellas que presentan una altura de 6 mm de alto.

Elevadas

Son señales un poco más elevadas que las anteriores en un rango de 6 mm a 21 mm, utilizadas para completar a las primeras. Una demarcación elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por los focos de los vehículos, son visibles aun en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente la demarcación plana pierde eficacia.

✓ **Según su forma**

Líneas longitudinales

Líneas transversales

Símbolos y leyendas

Otras demarcaciones

Líneas longitudinales

Se emplean para delimitar pistas y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar pistas de uso exclusivo como por ejemplo de bicicletas o buses.

Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía. Se tiene:

Líneas de eje

Líneas de carril

Líneas de borde de calzada

Líneas de prohibición de estacionamiento

Líneas de transición (reducción y ampliación de pistas)

Líneas transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención a los vehículos motorizados, y para demarcar sendas destinadas al tránsito de paso de peatones o ciclistas, teniéndose los siguientes sub grupos:

Líneas de detención

Línea de detención cruce de prioridad estática ceda el paso

Línea de detención cruce de prioridad estática pare

Línea de detención cruce de prioridad variable sanforizado

Símbolos y leyendas

Se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regula la circulación y advierte sobre peligros.

Líneas longitudinales

Características básicas de las líneas longitudinales

La línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor debe atravesarla ni circular sobre ella.

La línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color, significa que puede ser traspasable por el conductor.

✓ Líneas de eje

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Estas líneas se ubican generalmente al centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual.

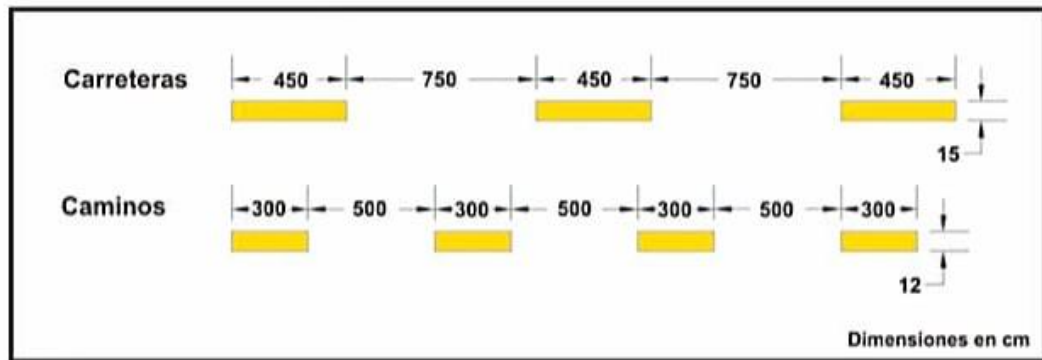
Dada la importancia de esta línea en la seguridad de tránsito, estas deberían encontrarse siempre presentes en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m. en calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

Estas líneas de eje podrán ser: discontinuas, continuas dobles o mixtas.

✓ Línea amarilla discontinua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto donde se permite la maniobra de adelantamiento.

Figura 2.6. Diseño de líneas discontinuas

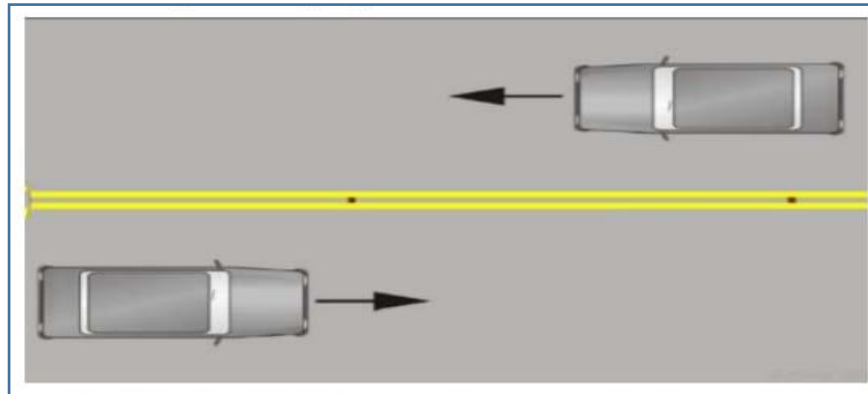


Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ Línea doble amarilla continua

Se las utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Figura 2.7. Ejemplo de líneas continuas dobles



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Líneas de carril**

La función de las líneas de pista es ordenar el tránsito y posibilitar un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y pueden ser de dos tipos:

Continuas

Segmentadas.

✓ **Línea blanca discontinua**

Utilizadas para demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo donde sí es permitida la maniobra de adelantamiento.

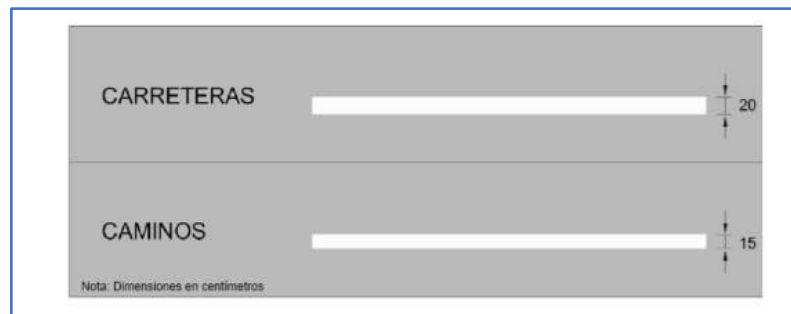
✓ **Línea blanca continua**

Como se ha indicado anteriormente, la línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesar ni circular sobre ella; las líneas continuas se utilizan para:

Demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, también controlados por señales estáticas ceda el paso o pare, de igual forma controlado por señales dinámicas “semáforo” en una línea de 20 metros medidos desde la línea de detención.

Figura 2.8. Dimensiones de demarcación continua



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Líneas transversales

Estas pueden ser de dos tipos:

Líneas de detección

Líneas de cruce

✓ Líneas de detención

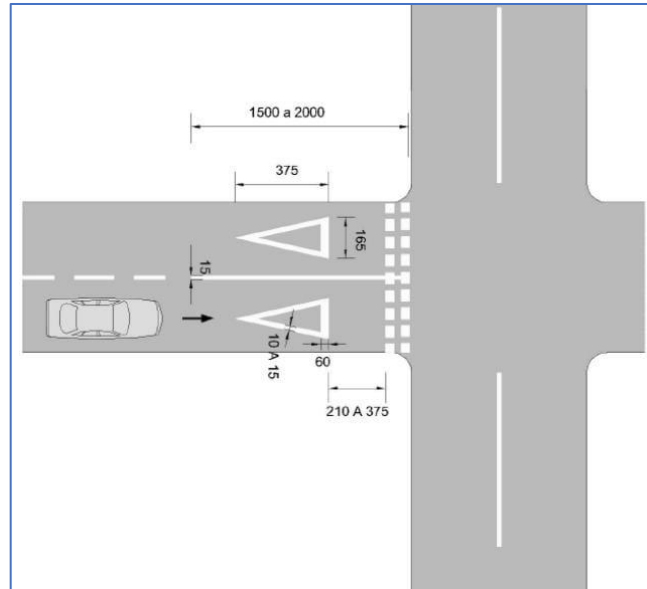
Estas líneas indican el lugar, ante el cual los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse.

✓ Señal ceda el paso

Corresponde a una demarcación trasversal conformada por una línea segmentada doble, que complementa la señal vertical ceda el paso (SR-2).

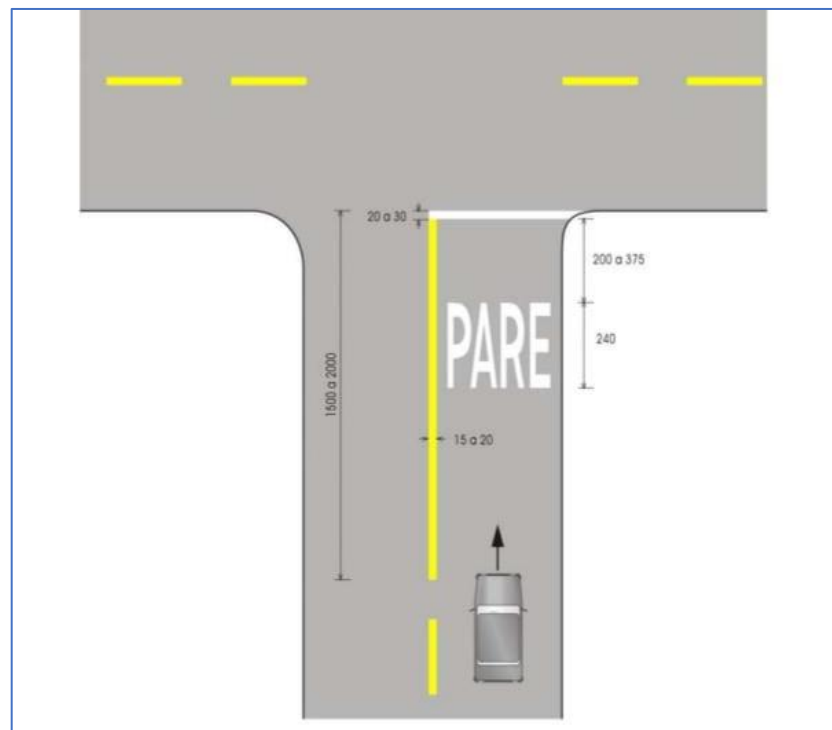
Indican al conductor que deben detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria.

Figura 2.9. Demarcación en cruce regulado señal ceda el paso



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.10. Señalización horizontal en cruce regulado señal pare



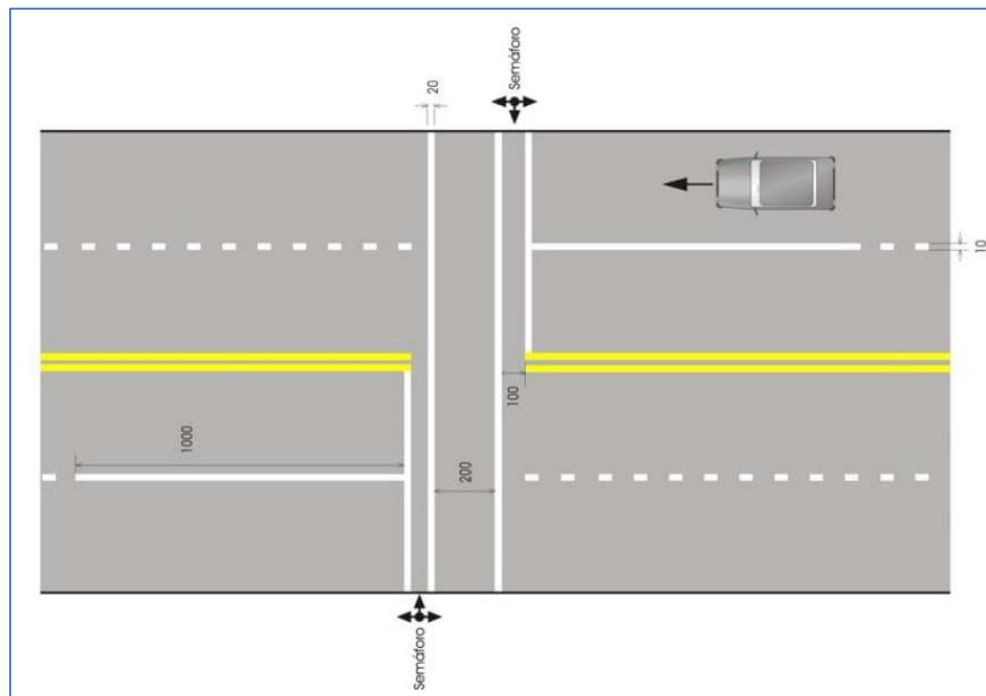
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Cruce controlado por señal pare**

Indica al conductor que enfrenta una señal pare, dónde el vehículo debe detenerse, debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad.

Estas líneas siempre deben complementarse con la señal vertical pare (SR-01), y presentar las características que se muestran en la siguiente figura:

Figura 2.11. Demarcación en cruce peatonal regulado por semáforo



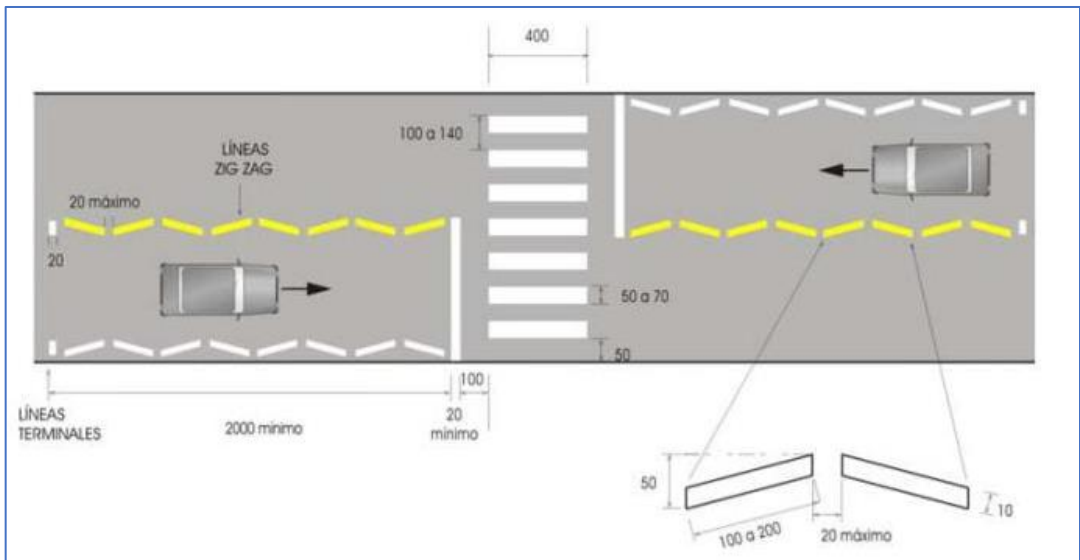
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Cruce regulado por semáforo**

El cruce peatonal regulado por semáforo está compuesto por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, se la deberá ubicar a un metro de la línea de borde de la senda peatonal.

Figura 2.12. Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Símbolos y leyendas**

Se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como ceda el paso y pare, leyendas como lento, entre otras.

Estas se clasifican en:

Flechas

Leyendas

✓ Otros símbolos

La demarcación de flechas y leyendas es blanca, se puede usar colores distintos, tales como amarillo, negro, etc.

✓ **Flechas**

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos.

Según las maniobras asociadas a ellas se tienen los siguientes tipos de flechas:

Flecha recta

Flecha de viraje

Flecha recta y de viraje

Flecha recta y de salida

Flecha de advertencia inicio línea de eje central continua

Flecha de incorporación a pistas de tránsito exclusivo

Flecha de incorporación a pistas de tránsito lento

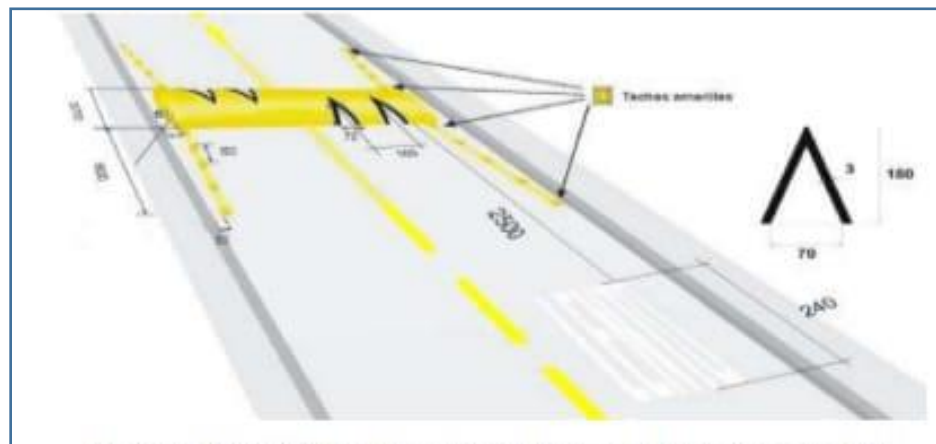
Otras demarcaciones

✓ **Achurados**

La función de los achurados es prevenir a los conductores la proximidad de las islas y bandejas, así como canalizar el flujo vehicular.

Se distinguen dos tipos de achurados como se muestran en la figura.

Figura 2.13. Demarcación tipo achurado



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

✓ **Resaltos**

Son reductores de velocidad llamados resaltos. Estos dispositivos se emplean en accesos a intersecciones que presentan una alta tasa de accidentes, donde es necesario proteger el flujo peatonal y en vías en donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos: la ubicación de estos se empleará para resolver los siguientes problemas:

En cruces o vías de acceso no regulados, donde se requiera reducir a velocidad.

En tramos de caminos donde se registra exceso de velocidad.

Cruces regulados por señal de prioridad, para que los conductores respeten la velocidad.

Zonas de escuelas y plazas de juegos infantiles.

Para la instalación de resaltos se requerirá, disponer los antecedentes estadísticos que registren accidentes, o en su defecto que las encuestas de los usuarios de la vía denuncien el exceso de velocidad.

Previo al resalto, siempre deberá demarcarse en el pavimento la leyenda lento ABC. (2008). *Manual de dispositivos de control de tránsito*. Bolivia, La Paz.

2.3.6. Capacidad vial y niveles de servicio

2.3.6.1. Capacidad vehicular

La capacidad vehicular es un parámetro del tráfico muy importante que tiene por objetivo determinar la cantidad máxima de vehículos que circulan por una calle o carretera en un periodo de tiempo determinado normalmente de una hora.

La capacidad vehicular está muy relacionada con el volumen del tráfico ya que se debe establecer una correlación entre estos dos parámetros cuyas posibilidades pueden ser:

La capacidad real = volumen de tráfico

La capacidad real > volumen de tráfico

La capacidad real < volumen de tráfico

Si analizamos las tres posibilidades se podrá definir lo siguiente:

Primera. Nos coloca en el límite crítico en el cual el volumen de tráfico ha alcanzado la capacidad máxima de la calle o carretera. En este caso será prudente buscar alternativas para no llegar al caso inestable.

Segunda. Si la capacidad es mayor al volumen de tráfico las condiciones de flujo vehiculares se pueden considerar estables y se debe tratar de mantener esta estabilidad en el flujo vehicular.

Tercera. Si la capacidad es menor al volumen de tráfico, la circulación es inestable ya que los volúmenes han superado la capacidad de la calle o carretera. Esto quiere decir que el flujo esta congestionado.

Estudio de capacidades

En este estudio se optó por un método el cual se describirá a continuación.

Capacidad en vías interrumpidas; se considera una vía interrumpida, generalmente a las calles urbanas que portan características del trazo y están interrumpidas por las intersecciones que se presentan a distancias fijas o variables.

Para este caso la determinación de capacidad, se tiene el siguiente procedimiento.

Se determina la capacidad ideal haciendo uso de dos ábacos uno para vías en un solo sentido y otro para vías en ambos sentidos; dichos ábacos están en función del ancho de acceso, del tipo de zona, de las características de estacionamiento, a partir de las cuales se tendrá un valor de capacidad ideal.

Como las condiciones ideales están ligadas a una capacidad ideal, para determinar la capacidad real se debe multiplicar la capacidad ideal por una serie de factores en función de las características propias de la intersección. Para esto se tiene los dos casos a usar:

1o Caso: Calles de circulación en un solo sentido sin semáforos que se determina de la siguiente manera:

La capacidad práctica es de 10% menos que la capacidad teórica dada por el ábaco.

Sustraer un 1% de los omnibuses y camiones que pasen del 10% del número total de vehículos.

Sustraer un 0,5 por cada 1% en que el tráfico que gira a la derecha pase de 10% del tráfico total.

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

Por paradas de ómnibus antes de la intersección, restar el 10%; por paradas de ómnibus después de la intersección, 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias.

Por estacionamientos permitidos, restar 1,80 m del ancho de acceso y hacer las correcciones ya indicadas.

2o Caso: Calle con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni semáforos. Se determina de la siguiente manera:

La capacidad práctica es 10% menos que la capacidad teórica dada por el ábaco.

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

Sustraer un 0,5% por cada 1% en que el tráfico que gira a derecha pase de 10% del tráfico total.

Sustraer un 1% por cada 1% en que el tráfico que gira a la izquierda pase del 10% del tráfico total.

Por paradas de ómnibus antes o después de la intersección, restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias.

Por estacionamientos permitidos, restar 1,80 m del ancho de acceso y hacer las correcciones ya indicadas.

2.3.6.2. Estudio de niveles de servicio

La relación volumen capacidad establece un condicionante del flujo vehicular, este condicionamiento se ha tratado de conceptualizar en el nivel de servicio que es la característica cualitativa que tiene la calle o carretera con respecto al flujo vehicular, por lo tanto esa cualidad que va a hacer variar desde el extremo de tener un flujo libre con libertad de maniobras y libertad de velocidad hasta la otra condición crítica de tener un flujo congestionado cuya velocidad esté cercana a cero y produzca largas colas en el flujo y esté restringido totalmente de cualquier maniobra, para sistemas viales de circulación continua son:

Nivel de servicio A.- Representa una circulación a flujo libre. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito; el

espaciamiento medio entre vehículos es aproximadamente de 160m. y se considera un alto nivel de confort proporcionado por la circulación al motorista, pasajeros o peatón.

Nivel de servicio B.- Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobras en relación con la del nivel de servicio A.

Se considera un espaciamiento medio alrededor de 100 m.

En general se considera todavía una buena condición física y psicológica para los conductores

Nivel de servicio C.- Pertenecce al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación del usuario individual se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

El espaciamiento medio aproximado en este nivel es de 67 m. y el conductor ya experimenta una mayor tensión debido a la necesidad de vigilancia.

Nivel de servicio D.- Representa una circulación de densidad elevada, que establece:

La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

El espaciamiento de vehículos aproximadamente es de 50m. o 5 longitudes de vehículos medianos.

Nivel de servicio E.- El funcionamiento está en el o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme.

La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. La circulación es normalmente inestable, debido

a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de servicio F.- Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde las operaciones se caracterizan por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

Para la determinación del Nivel de Servicio de una determinada intersección, se determina primeramente la capacidad de dicha intersección o si es que ya se la tiene se la utiliza para determinar la relación entre el volumen del acceso al que corresponde la capacidad de la intersección y la capacidad de dicha intersección; esta relación es conocida como el Factor de Carga. Con este valor se deberá ir la tabla que se muestra a continuación y se determinará a qué Nivel de Servicio corresponde. ABC. (2007). *Manual de diseño geométrico*. Bolivia, La Paz.

2.3.7. Definición de los términos de estacionamiento

Se define como estacionamiento a los espacios que van a ser ocupados por vehículos en tiempos definidos; son también un factor que está relacionado con el resto de los factores de la ingeniería de tráfico.

Debido a que las ciudades año tras año van aumentando el parque automotor y el hábito del conductor es llegar al destino más próximo para que las distancias que tenga que caminar el usuario sean cortas, obligando a que exista mayor demanda de espacios para detenciones, de tiempos cortos, largos y permanentes.

Las detenciones cortas generalmente son realizadas por el transporte público en el ascenso y descenso de pasajeros, tiene la particularidad de que el vehículo está con el motor y el tiempo de ocupación es más largo pero no permanente.

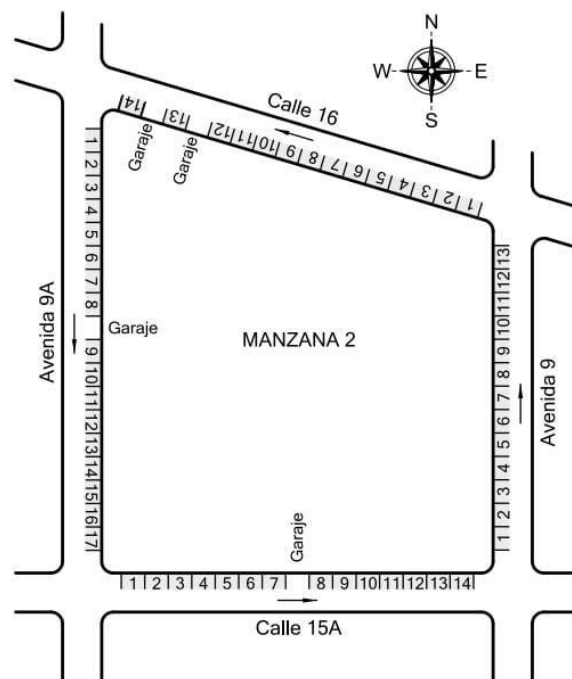
Los estacionamientos en cambio ocupan un tiempo permanente que puede estar limitado, y que generalmente ocasiona una reducción de la capacidad de la calle.

Humerez M. Yoshimia. (2019). *Estudio de tráfico con propósito de mejorar la circulación de tráfico en la Ciudad de Tarija zona Fátima*. Bolivia, Tarija.

Estacionamientos en la vía pública

Tradicionalmente los primeros estacionamientos que existieron fueron en las calles, en el espacio ubicado adyacente a las aceras, frente a las instalaciones comerciales, a los edificios de oficinas y frente a las viviendas, desvirtuando notablemente el propósito de las calles, que es la circulación y, desde luego, disminuyendo su capacidad, tanto por el espacio ocupado de estacionamiento como por los movimientos y maniobras para estacionarse.

Figura 2.14. Oferta y demanda de estacionamientos



Fuente: Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor

Estacionamientos fuera de la vía pública

En estudios realizados por el Departamento del Distrito Federal se analizaron las diferentes dimensiones de los automóviles registrados en la ciudad y en el país.

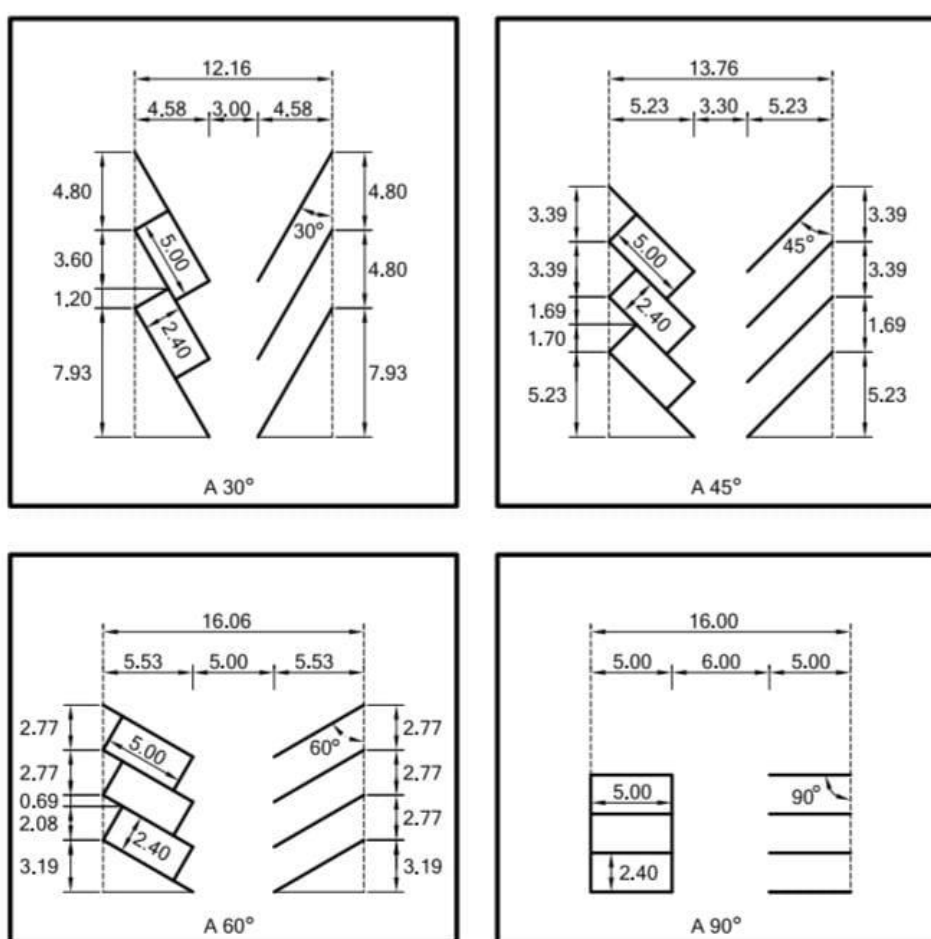
Tomando en cuenta el pronóstico de los porcentajes de los tipos de automóviles, se recomiendan como dimensiones de proyecto, de los cajones de estacionamiento, las indicadas en la tabla

Tabla 2.4. Dimensiones mínimas de los cajones de estacionamiento

Tipo de automóvil	Dimensiones del cajón en metros	
	En batería	En cordón
Grandes y Medianos Chicos	5.0 × 2.4	6.0 × 2.4
	4.2 × 2.2	5.0 × 2.0

Fuente: Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor

Figura 2.15. Dimensiones mínimas (m) para estacionamiento



Fuente: Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor

2.3.8. Semaforización

Semáforos

Los semáforos son señales luminosas que controlan la circulación del tráfico y el paso de peatones que cruzan las calzadas, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados como son el rojo, amarillo y verde.

Los semáforos se encuentran principalmente en las intersecciones de calles en zonas urbanas, donde el continuo tránsito de vehículos y peatones debe ser coordinado.

La finalidad de los semáforos es detener y dar vía libre a vehículos y peatones a diferentes tiempos y en diferentes direcciones.

Función de los colores

Rojo (luz superior)

Amarillo (luz central)

Verde (luz inferior)

El color rojo significa que el tránsito que se encuentran frente a un semáforo con luz roja deberá detenerse y esperar que la luz cambie a color verde antes de proseguir su marcha.

El color amarillo significa precaución y esta prendido durante unos segundos de transición entre la luz verde y roja.

El color verde indica que los vehículos que observan esta luz pueden continuar su marcha sin detenerse.

Componentes de los semáforos

Este elemento tiene como componentes:

Cabeza

Soportes

Cara

Lente

Visera

Ventajas y desventajas

Si la instalación y la operación de los semáforos es adecuada estos brindaran las siguientes ventajas:

Reducir y prevenir accidentes en la intersección y su cercanía inmediata.

Reducir las demoras que sufren peatones y vehículos al cruzar la intersección, incluyendo evitar el bloqueo de cruces por largas colas.

Logra una ordena circulación del tránsito.

Cuando el proyecto o la operación de semáforos es deficiente, pueden traer consigo las siguientes desventajas:

Se incurrirá en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.

Producen demoras injustificadas de tiempo a cierto número de usuarios en algunas horas del día en especial cuando se tratan de volúmenes pequeños de tráfico y no se precisa de semáforos.

Aumento de la frecuencia o la gravedad de ciertos accidentes cuando el mantenimiento es deficiente, en especial cuando existen focos fundidos.

Ubicación

Este tipo de semáforos pueden ser ubicados:

Al lado de la vía de tránsito:

Postes entre 2,5 y 4,5 metros de alto.

Brazos cortos adheridos a los postes a 2,4 y 4,5 metros de alto.

Por encima y dentro de la vía de tránsito:

Postes o pedestales en islas.

Bazos largos que se extienden de los postes dentro de la vía.

Suspendidos mediante cables.

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 recomienda la instalación de semáforos si se exceden los valores de la siguiente tabla, durante 8 horas consecutivas de un día promedio.

Se debe instalar semáforos cuando se exceden los valores correspondientes a la tabla anterior.

Cuando la velocidad de 85% de los vehículos que circulan por la arteria principal exceda los 65 km/h o cuando la intersección se encuentre en poblaciones menores de 10000 habitantes, la condición de valores mínimos corresponde al 70% de los consignados en la tabla anterior.

Prevención de accidentes

Generalmente se estima que los semáforos no reducen apreciablemente las tasas de accidentes, es más; a veces se presenta mayor número de accidentes en intersecciones sanforizadas que antes de su instalación.

No obstante, se considera conveniente instalar semáforos si se estima que la operación vehicular así controlada aumentará la seguridad, disminuyendo fehacientemente los accidentes.

Para cumplir con la condición de prevención de accidentes es necesario que se verifiquen la totalidad de los siguientes eventos:

Que se presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de regular importancia que puedan ser evitados mediante semaforización.

Que no exista ninguna otra medida preventiva adecuada.

Que los valores de demanda de las tres primeras condiciones sean superiores en un 80% a los expresados en las tablas correspondientes.

2.3.9. Facilidades peatonales

Paso cebra

Senda demarcada en la calzada, normalmente perpendicular al eje de ésta y eventualmente a nivel de la acera, en la cual los peatones tienen prioridad permanente sobre los vehículos que se aproximan a ella. Esto es, los vehículos siempre deben detenerse cuando el peatón accede al Paso Cebra.

Características físicas

Pasos cebra

La ubicación de Pasos Cebra próximos a una intersección no regulada, debe considerar tanto el impacto de la facilidad en la operación del cruce, como el patrón de comportamiento de los peatones en el área. Los movimientos vehiculares, la distribución de flujos y las características físicas y geométricas del cruce son factores a considerar al definir la mejor ubicación de dicha facilidad peatonal.

No obstante, se recomienda lo siguiente:

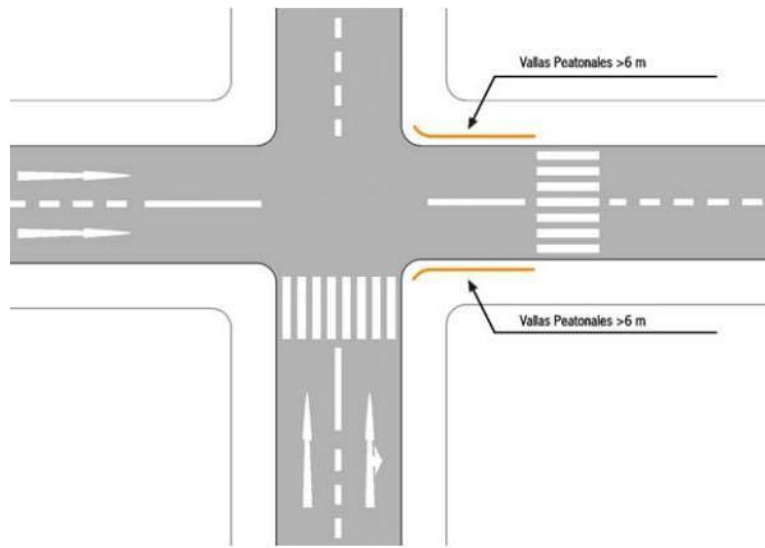
No ubicar Pasos Cebra en todos los accesos y salidas de una intersección, ya que es probable que el conductor deba detenerse dos veces seguidas, lo que además de dificultar la operación, puede deteriorar la seguridad de los peatones.

Paso cebra en cruce

Los Pasos Cebra emplazados en cruces o muy próximos a éstos se caracterizan sólo por la demarcación de las bandas blancas referidas. No obstante, opcionalmente pueden complementarse con las demás demarcaciones y señales verticales y luminosas previstas para los pasos ubicados en tramos de vía.

En los cruces la senda peatonal debe ser, en general, perpendicular al eje de calzada. Sin embargo, cuando existen desalineamientos geométricos, puede no serlo.

Figura 2.16. Ubicación de paso de cebra

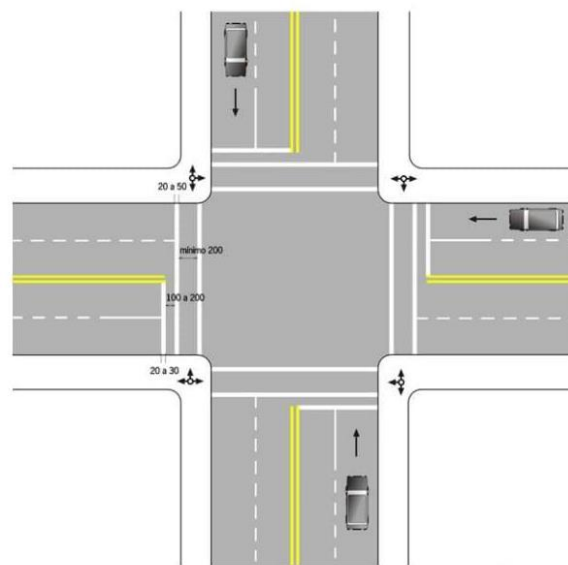


Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Línea de detención

Esta línea indica a los conductores que enfrentan la luz roja del semáforo, el lugar más próximo a la senda peatonal donde el vehículo debe detenerse. Es de color blanco y debe ubicarse entre 1 m y 2 m antes del borde de las bandas que definen dicha senda. Su ancho puede variar entre 20 cm. y 30 cm., no pudiendo exceder al de las líneas que delimitan la senda peatonal.

Figura 2.17. Demarcación paso peatonal regulado por semáforo en esquina (cm)



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señalización vertical

Señal informativa para peatones

En algunas ocasiones puede resultar conveniente complementar la señalización de Paso Peatonal con una señal informativa, dirigida a los peatones, que indique a éstos por donde debe efectuarse el cruce. Ésta debe ser de color de fondo verde y tanto la leyenda que contenga como la flecha que apunte en la dirección del paso peatonal deben ser de color blanco.

Figura 2.18. Paso cebra



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Requerimientos complementarios

Señal velocidad máxima

Al proveerse un Paso Cebra en un tramo de vía, en la proximidad de un cruce o en un cruce mismo es importante tener en cuenta que éste requiere que la velocidad de operación en el lugar en que se proyecte su emplazamiento no sea superior a 50 km/h. Esto, eventualmente, puede requerir modificaciones del diseño de la vía y la instalación de la señal Vertical VELOCIDAD MÁXIMA (SR-30).

2.3.10. Facilidades para ciclistas

La función de las facilidades para ciclistas es dar seguridad y comodidad al tránsito de bicicletas en una vía, otorgándole en algunos casos exclusividad de uso en parte de dicha vía o segregándolo del resto del tránsito. Su implementación debe considerar tanto la

infraestructura necesaria vías y estacionamientos como la señalización que regule la circulación, advierta de peligros y guíe a los usuarios a través de las vías

Ciclo vía

Vía destinada al uso exclusivo de bicicletas que se encuentra segregada físicamente del tránsito de vehículos motorizados. El ancho de ellas varía según los volúmenes de bicicletas esperados. En todo caso, se recomienda un ancho mínimo de 1,2 m por sentido de circulación.

Señales reglamentarias

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de la vía las prioridades de uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existente.

Figura 2.19. Señales reglamentarias en ciclo rutas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señales de advertencia de peligro

Las señales de advertencia de peligro tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Figura 2.20. Señales preventivas para ciclovías



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Líneas longitudinales para ciclo vías

Las líneas longitudinales se ubican principalmente en el eje central de la ciclovía y se utilizan fundamentalmente para separar flujos de bicicletas con sentido de circulación opuestos e indicar sendas al interior de cruces de ciclo vías, también, se utilizan para delimitar la senda de ciclistas al cruzar una vía de vehículos motorizados.

2.1.4. ANÁLISIS Y POSICIÓN DEL INVESTIGADOR

Las teorías utilizadas como apoyo para el desarrollo de la investigación son fundamentales, tanto los conceptos usados del libro ‘Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones’, que son base para la investigación, como el “Texto de apoyo para la Asignatura de Ingeniería de Trafico” constituyen una guía para la investigación, se vio conveniente el uso de dicha información que nos proporcionan los textos mencionados, ya que es información completa y que se puede aplicar en nuestro medio. El uso de Manuales pertenecientes a la ABC, son de ayuda ya que en ellos se puede encontrar normativas, y formularios para la recopilación de datos para los aforos vehiculares. Se toma como apoyo otras tesis defendidas en el área para realizar consultas.

El estudio del estado de tráfico vehicular actual en el mercado Bolívar y alrededores en la ciudad de Tarija, es importante debido a que es una zona que presenta constante flujo vehicular, debido a las actividades comerciales que existe en el lugar, realizando un estudio se puede llegar a proponer alternativas de solución las cuales mejoren la zona y permitan su correcto desarrollo. ABC. (2008). *Manual de dispositivos de control de tránsito*. Bolivia, La Paz.

CAPÍTULO III

**APLICACIÓN METODOLÓGICA DE
UN ESTUDIO DE TRÁFICO**

CAPÍTULO III

APLICACIÓN METODOLÓGICA DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

Figura 3.1. Ubicación



Fuente: Elaboración propia

El estudio de tráfico se lo realizó en la zona del mercado Bolívar y alrededores, tomando en cuenta las intersecciones que aportan para la práctica, siendo 17 intersecciones seleccionadas ya que cada intersección cuenta con 2 flujos dando como resultados los 34 flujos necesarios para el estudio en la zona.

3.1.1. Características de la zona

La zona presenta lugares comerciales como ser el mercado Bolívar, ferias los días sábados, tiendas de abarrotes, ferreterías, tiendas de ropa, restaurantes, carnicerías, además de zonas de estudio como ser la facultad de odontología, el colegio Belgrano, también se encuentra un centro de salud, bancos, farmacias, condominios y un parque entre otros, los cuales debido a la actividad frecuente aportan al volumen vehicular dentro del área estudiada.

3.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se realizó un cronograma detallado para los tiempos de la recolección de información, inicialmente se tomó datos de volúmenes vehiculares durante 10 horas en un día en un punto en específico de la zona (mercado Bolívar) para determinar las horas pico en el área de estudio.

Posterior a esto se determinó las horas picos mediante un histograma, para luego realizar una nueva recolección de datos con los cuales se procede a calcular parámetros como volumen, velocidad, densidad, capacidad vial, niveles de servicio, además de tomar información para semáforos, señalización vertical, señalización horizontal y estacionamientos dentro del área de estudio.

Las intersecciones que se tomó en cuenta para la recolección de datos son las siguientes:

Intersección 1: Av./ La Paz - Av./Potosí



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 4 accesos
- ✓ Cada avenida cuenta con 2 accesos
- ✓ Cada acceso cuenta con una calzada de 6 metros.

Intersección 2: Av./ La Paz - C./Oruro



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ En la calle Oruro se presenta una para de micros
- ✓ Cada acceso cuenta con una calzada de 6 metros, a excepción de la calle Oruro con una calzada de 7 metros

Intersección 3: Pje. / Las Rosas -C./Oruro

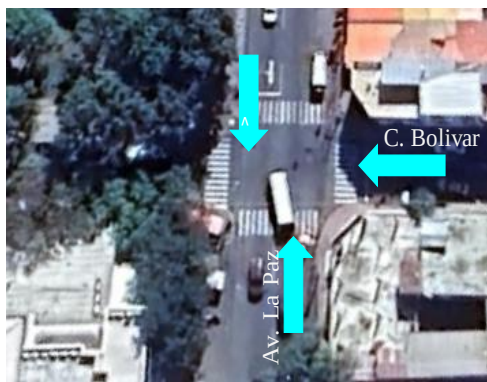


Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ Cada calle cuenta con 1 acceso
- ✓ La calle Oruro cuenta con un ancho de acceso de 7 metros y el Pje. Las Rosas con un acceso de 6 metros.

Intersección 4: Av./ La Paz - C./Bolívar



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ Cada calle Bolívar cuenta con 1 acceso y la avenida La Paz con 2 accesos
- ✓ La calle Bolívar cuenta con un ancho de 8 metros y la Avenida La Paz con cada acceso de 6 metros.

Intersección 5: C./Bolívar - C./Federico Ávila



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 1 acceso
- ✓ La calle Bolívar cuenta con un ancho de acceso de 8 metros

Intersección 6: C./España - C./Bolívar



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ La calle Bolívar cuenta con 1 acceso y la calle España con 2 accesos
- ✓ La calle Bolívar cuenta con un ancho de acceso de 8 metros y la calle España con un acceso de 8,2 metros y 5 metros.

Intersección 7: Av./ La Paz - C./Ingavi



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ Cada calle Ingavi cuenta con 1 acceso y la Avenida La Paz con 2 accesos.
- ✓ La calle Ingavi cuenta con un ancho de 7 metros y la Avenida La Paz con cada acceso de 6 metros.

Intersección 8: C./Ingavi - C./Federico Ávila



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ Cada calle cuenta con un acceso
- ✓ La calle Bolívar cuenta con un ancho de acceso de 8 metros y la calle Federico Ávila con un acceso de 10 metros.

Intersección 9: C./España-C./Ingavi



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ La calle España cuenta con 2 accesos y la calle Ingavi cuenta con acceso.
- ✓ La calle Ingavi cuenta con un ancho de acceso de 7 metros y la calle España con un acceso de 5 metros.

Intersección 10: C./Ingavi - C./Lazcano



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ Cada calle cuenta con un acceso
- ✓ La Calle Ingavi cuenta con un ancho de acceso de 7 metros y la Calle Lazcano con un acceso de 5 metros.

Intersección 11: Av./ La Paz -Av./ Belgrano



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 4 accesos
- ✓ Cada avenida cuenta con 2 accesos, a excepción de la Avenida Belgrano que inicia con 1 acceso y finaliza con 2 accesos
- ✓ Cada acceso cuenta con una calzada de 6 metros.

Intersección 12: Av./ Belgrano - C./Federico Ávila



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ Cada calle Federico Ávila cuenta con 1 acceso y la avenida Belgrano con 2 accesos
- ✓ La calle Federico Ávila cuenta con un ancho de 10 metros y la Avenida Belgrano con cada acceso de 6 metros.

Intersección 13: Av./ Belgrano - C./Lazcano



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ La calle Lazcano cuenta con 1 acceso y la avenida Belgrano con 2 accesos
- ✓ La calle Lazcano cuenta con un ancho de 5 metros y la Avenida La avenida Belgrano con cada acceso de 6 metros.

Intersección 14: C./Federico Ávila-C./Delfín Pino



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ Cada calle cuenta con un acceso
- ✓ La calle Federico Ávila cuenta con un ancho de acceso de 10 metros y la calle Delfín Pino con un acceso de 6 metros.

Intersección 15: C./España- C./Delfín Pino



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 2 accesos
- ✓ La calle España cuenta con 2 acceso y la calle Delfín Pino con 1 acceso
- ✓ La calle Delfín Pino cuenta con un ancho de acceso de 6 metros y la calle España con un acceso de 5 metros.

Intersección 16: Av./Potosí-Av./Los Membrillos

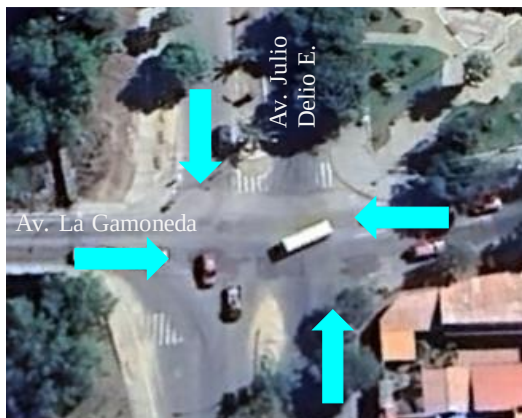


Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 3 accesos
- ✓ La Avenida Potosí cuenta con 2 accesos con un ancho de 7 metros
- ✓ La avenida Membrillos con 2 accesos y un ancho de 4 metros.
- ✓ La Avenida La Gamoneda cuenta con 2 accesos y un ancho de 3,5 metros.

Intersección 17: Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.



Fuente: Elaboración propia

En la intersección se presenta:

- ✓ 4 accesos
- ✓ La Avenida La Gamoneda cuenta con 2 accesos y un ancho de 3,5 metros en un acceso y de 5 metros en otro acceso.
- ✓ La Avenida Julio Delio E. cuenta con 2 accesos y un ancho de 7 metros en un acceso y de 8 metros en otro acceso.

3.3. AFORO PARA DETERMINAR HORAS PICO EN EL DÍA

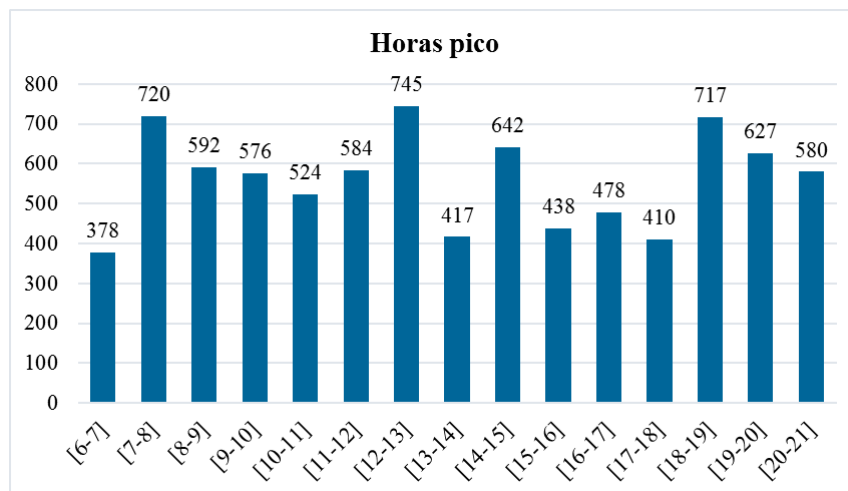
El aforo para determinar las horas pico se realizó durante un **periodo de 10 horas** por un día seguidas en un determinado punto de la zona, el punto escogido fue la calle Bolívar entre España y Federico Ávila, donde se encuentra ubicado el mercado Bolívar, realizando un histograma con los datos tomados se puede evidenciar que las horas pico son de **07:00 a 08:00** por la mañana, de **12:00 a 13:00** al mediodía y de **18:00 a 19:00** horas por la noche.

Tabla 3.1. Datos hora pico

Tiempo (horas)	Volumen (Vehículos)
[6-7]	378
[7-8]	720
[8-9]	592
[9-10]	576
[10-11]	524
[11-12]	584
[12-13]	745
[13-14]	417
[14-15]	642
[15-16]	438
[16-17]	478
[17-18]	410
[18-19]	717
[19-20]	627
[20-21]	580

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2. Histograma de horas pico



Fuente: Elaboración propia

3.4. AFORO EN HORAS PICO POR ACCESOS

Una vez determinadas las horas pico, donde se tomarán datos para el estudio, se procede a realizar nuevos aforos de datos, los cuales se usarán para determinar los parámetros de estudio, este aforo se realizó en todas las intersecciones que son muestra dentro de la zona, tomando en cuenta las siguientes intersecciones:

Tabla 3.2. Intersecciones del proyecto

Nombre de las intersecciones	
N°	Nombre de la interseccion
1	Av./ La Paz - Av./Potosí
2	Av./ La Paz - C./Oruro
3	Pje./ Las Rosas -C./Oruro
4	Av./ La Paz - C./Bolívar
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila
6	C./España - C./Bolívar
7	Av./ La Paz - C./Ingavi
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila
9	C./España-C./Ingavi
10	C./Ingavi - C./Lazcano
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano
12	Av./ Belgrano - C./Federico Ávila
13	Av./ Belgrano - C./Lazcano
14	C./Federico Ávila-C./Delfín Pino
15	C./España- C./Delfín Pino
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la recolección de datos en las 17 intersecciones establecidas, para una explicación de mejor manera se tomará en cuenta como ejemplo la intersección número ocho, la cual tiene dos accesos y los procedimientos que se realizaron para determinar los parámetros de estudio en su intersección, procedimiento que se realizó para el procesamiento de los datos de todas las intersecciones.

Figura 3.3. Intersección 8: C./Ingavi- C. /Federico Ávila



Fuente: Elaboración propia

Datos de aforo en horas pico:

Tabla 3.3. Datos de aforo

		Acceso 1		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Primera semana	1er día hábil	203	146	229
	2do día hábil	181	331	443
	Día no hábil	253	292	341
Segunda semana	1er día hábil	370	429	198
	2do día hábil	296	304	246
	Día no hábil	221	288	309
Tercera semana	1er día hábil	292	200	156
	2do día hábil	242	282	333
	Día no hábil	219	301	329
Cuarta semana	1er día hábil	297	297	190
	2do día hábil	202	245	522
	Día no hábil	193	302	310
		Acceso 2		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Primera semana	1er día hábil	215	262	220
	2do día hábil	214	358	402
	Día no hábil	222	267	276
Segunda semana	1er día hábil	176	134	157
	2do día hábil	227	320	192
	Día no hábil	315	269	298
Tercera semana	1er día hábil	143	116	160
	2do día hábil	230	244	256
	Día no hábil	247	227	242
Cuarta semana	1er día hábil	253	234	216
	2do día hábil	217	270	269
	Día no hábil	201	182	218

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un procesamiento de los datos de aforo vehicular, con la muestra de datos tomada en la intersección, se procedió al realizar estadística, calculando, la media, la dispersión, y el rango correspondiente para cada acceso, para luego determinar la media con los datos que están dentro del rango, por último, determinar la media total para cada acceso.

Tabla 3.4. Datos de aforo procesados

		Acceso 1			Acceso 2		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00	07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Primera semana	1er día hábil	203	146	229	215	262	220
	2do día hábil	181	331	443	214	358	402
	Día no hábil	253	292	341	222	267	276
Segunda semana	1er día hábil	370	429	198	176	134	157
	2do día hábil	296	304	246	227	320	192
	Día no hábil	221	288	309	315	269	298
Tercera semana	1er día hábil	292	200	156	143	116	160
	2do día hábil	242	282	333	230	244	256
	Día no hábil	219	301	329	247	227	242
Cuarta semana	1er día hábil	297	297	190	253	234	216
	2do día hábil	202	245	522	217	270	269
	Día no hábil	193	302	310	201	182	218

Media	247	285	301	222	240	242
Desviación	56	69	106	42	70	67
Rango	304	354	407	264	310	309
	191	216	194	180	171	175

Media	253	284	287	234	244	243
Media total	275			240		

Fuente: Elaboración propia

3.5. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VELOCIDAD

Tabla 3.5. Datos de aforo velocidad

		Tiempos (seg)					
		Acceso 1			Acceso 2		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00	07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
1 SEMANA	1er día hábil	3,1	5,3	5,58	4,5	4,08	4,02
		4,3	4,84	5,66	5,98	4,52	4
		3,98	5,72	5,74	4,76	4,28	3,98
		5,39	4,42	5,8	5	3,78	4,08
		5,84	5,18	5,86	3,54	4,64	3,96
	2do día hábil	5,94	4,96	5,56	3,82	3,9	4,06
		5,98	5,54	5,64	4,32	4,36	3,92
		5,68	4,56	5,72	3,26	3,54	4,04
		5,82	5,32	5,78	3,78	4,7	4
		5,9	5,04	5,84	4,28	4,02	3,98
	Día no hábil	5,96	5,86	5,54	3,5	4,42	4,08
		5,76	4,64	5,62	3,74	3,74	3,96
		5,8	5,4	5,7	4,24	4,76	4,06
		5,88	5,16	5,76	3,22	3,86	3,92
		5,94	5,68	5,82	3,7	4,48	4,04
2 SEMANA	1er día hábil	5,84	4,72	5,52	4,2	3,5	4
		5,78	5,48	5,6	3,46	4,82	3,98
		5,86	5,24	5,68	3,66	4,1	4,08
		5,92	5,76	5,74	4,16	4,54	3,96
		5,92	4,8	5,8	3,22	3,7	4,06
	2do día hábil	5,76	5,56	5,5	3,62	4,88	3,92
		5,84	5,3	5,58	4,12	3,94	4,04
		5,9	5,84	5,66	3,38	4,6	4
		5,96	4,88	5,72	3,58	3,46	3,98
		5,88	5,62	5,78	4,08	4,94	4,08
	Día no hábil	5,72	5,38	5,48	3,14	4,18	3,96
		5,8	5,9	5,56	3,54	4,66	4,06
		5,88	4,96	5,64	4,04	3,62	3,92
		5,94	5,74	5,7	3,3	5	4,04
		5,96	5,44	5,76	3,5	4,26	4
3 SEMANA	1er día hábil	5,7	5,82	5,46	4	4,72	3,98
		5,78	5,04	5,54	3,06	3,38	4,08
		5,86	5,7	5,62	3,46	5,06	3,96
		5,92	5,5	5,68	3,96	4,34	4,06
		5,9	5,78	5,74	3,22	4,78	3,92
	2do día hábil	5,68	5,12	5,44	3,42	3,54	4,04
		5,76	5,66	5,52	3,92	5,1	4
		5,84	5,56	5,6	2,98	4,4	3,98
		5,9	5,84	5,66	3,38	4,84	4,08
		5,88	5,2	5,72	3,88	3,3	3,96
	Día no hábil	5,66	5,72	5,42	3,14	4,06	4,06
		5,74	5,62	5,5	3,34	4,5	3,92
		5,82	5,8	5,58	3,84	3,7	4,04
		5,88	5,28	5,64	2,94	4,14	4
		5,94	5,7	5,7	3,3	4,56	3,98
4 SEMANA	1er día hábil	5,64	5,68	5,4	3,8	3,42	4,08
		5,72	5,86	5,48	3,1	4,02	3,96
		5,8	5,36	5,56	3,26	4,52	4,06
		5,86	5,74	5,62	3,76	3,66	3,92
		5,92	5,76	5,68	2,86	3,98	4,04
	2do día hábil	5,62	5,9	5,38	3,22	4,48	4
		5,7	5,44	5,46	3,72	3,34	3,98
		5,78	5,78	5,54	3,02	3,94	4,08
		5,84	5,82	5,6	3,18	4,44	3,96
		5,9	5,94	5,66	3,68	3,58	4,06
	Día no hábil	5,6	5,52	5,36	3,96	3,9	3,92
		5,68	5,86	5,44	4,06	4,4	4,04
		5,76	5,9	5,52	3,92	3,3	4
		5,82	5,98	5,58	4,04	3,86	3,98
		5,88	5,6	5,64	4	4,36	4,08

Fuente: Elaboración propia

Con los datos tomados para la velocidad, se realiza el procesamiento, mediante el mismo procedimiento usado para el parámetro de volumen vehicular.

Tabla 3.6. Datos de aforo procesados semana 1- semana 3

		Tiempo(km)					
		Acceso 1			Acceso 2		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00	07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
1 SEMANA	1er día hábil	11,16	19,08	20,09	16,20	14,69	14,47
		15,48	17,42	20,38	21,53	16,27	14,40
		14,33	20,59	20,66	17,14	15,41	14,33
		19,40	15,91	20,88	18,00	13,61	14,69
		21,02	18,65	21,10	12,74	16,70	14,26
	2do día hábil	21,38	17,86	20,02	13,75	14,04	14,62
		21,53	19,94	20,30	15,55	15,70	14,11
		20,45	16,42	20,59	11,74	12,74	14,54
		20,95	19,15	20,81	13,61	16,92	14,40
		21,24	18,14	21,02	15,41	14,47	14,33
	Día no hábil	21,46	21,10	19,94	12,60	15,91	14,69
		20,74	16,70	20,23	13,46	13,46	14,26
		20,88	19,44	20,52	15,26	17,14	14,62
		21,17	18,58	20,74	11,59	13,90	14,11
		21,38	20,45	20,95	13,32	16,13	14,54
2 SEMANA	1er día hábil	21,02	16,99	19,87	15,12	12,60	14,40
		20,81	19,73	20,16	12,46	17,35	14,33
		21,10	18,86	20,45	13,18	14,76	14,69
		21,31	20,74	20,66	14,98	16,34	14,26
		21,31	17,28	20,88	11,59	13,32	14,62
	2do día hábil	20,74	20,02	19,80	13,03	17,57	14,11
		21,02	19,08	20,09	14,83	14,18	14,54
		21,24	21,02	20,38	12,17	16,56	14,40
		21,46	17,57	20,59	12,89	12,46	14,33
		21,17	20,23	20,81	14,69	17,78	14,69
	Día no hábil	20,59	19,37	19,73	11,30	15,05	14,26
		20,88	21,24	20,02	12,74	16,78	14,62
		21,17	17,86	20,30	14,54	13,03	14,11
		21,38	20,66	20,52	11,88	18,00	14,54
		21,46	19,58	20,74	12,60	15,34	14,40
3 SEMANA	1er día hábil	20,52	20,95	19,66	14,40	16,99	14,33
		20,81	18,14	19,94	11,02	12,17	14,69
		21,10	20,52	20,23	12,46	18,22	14,26
		21,31	19,80	20,45	14,26	15,62	14,62
		21,24	20,81	20,66	11,59	17,21	14,11
	2do día hábil	20,45	18,43	19,58	12,31	12,74	14,54
		20,74	20,38	19,87	14,11	18,36	14,40
		21,02	20,02	20,16	10,73	15,84	14,33
		21,24	21,02	20,38	12,17	17,42	14,69
		21,17	18,72	20,59	13,97	11,88	14,26
	Día no hábil	20,38	20,59	19,51	11,30	14,62	14,62
		20,66	20,23	19,80	12,02	16,20	14,11
		20,95	20,88	20,09	13,82	13,32	14,54
		21,17	19,01	20,30	10,58	14,90	14,40
		21,38	20,52	20,52	11,88	16,42	14,33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7. Datos de aforo procesados semana 4

		Tiempo(km)					
		Acceso 1			Acceso 2		
		07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00	07:00-08:00	12:00-13:00	18:00-19:00
4 SEMANA	1er día hábil	20,30	20,45	19,44	13,68	12,31	14,69
		20,59	21,10	19,73	11,16	14,47	14,26
		20,88	19,30	20,02	11,74	16,27	14,62
		21,10	20,66	20,23	13,54	13,18	14,11
		21,31	20,74	20,45	10,30	14,33	14,54
	2do día hábil	20,23	21,24	19,37	11,59	16,13	14,40
		20,52	19,58	19,66	13,39	12,02	14,33
		20,81	20,81	19,94	10,87	14,18	14,69
		21,02	20,95	20,16	11,45	15,98	14,26
		21,24	21,38	20,38	13,25	12,89	14,62
	Día no hábil	20,16	19,87	19,30	14,26	14,04	14,11
		20,45	21,10	19,58	14,62	15,84	14,54
		20,74	21,24	19,87	14,11	11,88	14,40
		20,95	21,53	20,09	14,54	13,90	14,33
		21,17	20,16	20,30	14,40	15,70	14,69

Media	20,58	19,66	20,22	13,32	15,05	14,42
Desviación	1,70	1,40	0,44	1,96	1,80	0,19
Rango	22,28	21,06	20,66	15,29	16,86	14,61
	18,88	18,26	19,79	11,36	13,25	14,23

Media	20,95	19,99	20,24	13,22	15,15	14,43
Media total	20,39			14,27		

Fuente: Elaboración propia

3.6. DETERMINACIÓN PARÁMETRO DE LA DENSIDAD

Tabla 3.8. Determinación de densidad

Densidad vehicular en relación al volumen y velocidad				
N°	Nombre de la intersección	Acceso	Densidad (Veh/Km)	Densidad de intersección
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila	1	13,49	16,82
		2	16,82	

Fuente: Elaboración propia

3.7. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD VIAL

Tabla 3.9. Determinación de la capacidad teórica

INTERS. N°	INTERSECCIÓN	SENTIDOS	ANCHO DE CALZADA	N° ACCESOS	ANCHO DE ACCESO	ANCHO DE ESTAC.	ANCHO PARA EL ABACO	CAPACIDAD TEORICA
8	C./Ingavi	1	7	1	7	1,8	5,2	750
	C./Federico Ávila	1	10	2	10	1,8	8,2	1000

Fuente: Elaboración propia

3.8. DETERMINACIÓN DESERVICIO

Tabla 3.10. Determinación de niveles de servicio

INTERS. N°	INTERSECCIÓN	CAPACIDAD TEÓRICA	F _{CI}	F _{GD}	F _{VP}	F _{PA}	CAPACIDAD REAL	VOLUMEN VEHICULAR	ÍNDICE DE CONGESTIONAMIENTO	NIVEL DE SERVICIO
8	C./Ingavi	750	1	0,8	1	1	540	275	0,51	D
	C./Federico Ávila	1000	0,8	1	1	1	720	240	0,33	D

Fuente: Elaboración propia

3.9 CÁLCULO DE ESTACIONAMIENTOS

Para el cálculo de estacionamientos se tomó como ejemplo el procedimiento del estacionamiento para la Calle Federico Ávila, tomando datos de placas de vehículos que se estacionan durante las horas pico en el lugar.

Tabla 3.11. Cálculo de estacionamiento

Aforo de placas Calle Federico Ávila 07:00 -08:00								
Entre Av. Belgrano y Calle Ingavi								
N°	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Orden			N°	Demanda final
1	1192 RBB	2087 XAH	2087 XAH	1192 RBB	2587 IZR	3459 FTC	1	1192 RBB
2	1541 PIA	1495 PRK	1495 PRK	1495 PRK	2604 PTL		2	1541 PIA
3	1848 GEC	1848 GEC	1848 GEC	1495 PRK	2604 PTL		3	1848 GEC
4	2094 IGE	2094 IGE	2174 RYN	1541 PIA	2604 PTL		4	2087 XAH
5	2176KXY	3004 UTC	3004 UTC	1848 GEC	3004 UTC		5	2094 IGE
6	2604 PTL	2604 PTL	2604 PTL	1848 GEC	3004 UTC		6	2174 RYN
7	3099 LDS	3099 LDS	3099 LDS	1848 GEC	3099 LDS		7	2176KXY
8	3231 KYU	3231 KYU	3231 KYU	2087 XAH	3099 LDS		8	2587 IZR
9	3118 ETG	3459 FTC	2587 IZR	2087 XAH	3099 LDS		9	2604 PTL
10				2094 IGE	3118 ETG		10	3004 UTC
11				2094 IGE	3231 KYU		11	3099 LDS
12				2174 RYN	3231 KYU		12	3118 ETG
13				2176KXY	3231 KYU		13	3231 KYU
14							14	3459 FTC
Numero total de vehículos estacionados								14
Aforo de placas Calle Federico Ávila 12:00 -13:00								
Entre Av. Belgrano y Calle Ingavi								
N°	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Orden			N°	Demanda final
1	3459 FTC	3459 FTC	2004 LAC	1192 RBB	2585 ENE	4155 ZPK	1	1192 RBB
2	4046 FCX	4046 FCX	4046 FCX	1192 RBB	3459 FTC	5569 XZC	2	1526 FZF
3	1192 RBB	1192 RBB	1192 RBB	1192 RBB	3459 FTC	6250 YGX	3	1550 UBE
4	3762 TBT	6250 YGX	6250 YGX	1526 FZF	3607 DLI	6250 YGX	4	2004 LAC
5	5569 XZC	4155 ZPK	4155 ZPK	1550 UBE	3762 TBT		5	2262 FBI
6	1550 UBE	2585 ENE	3607 DLI	2004 LAC	4046 FCX		6	2585 ENE
7	1526 FZF	2262 FBI	408 ZHR	2262 FBI	4046 FCX		7	3459 FTC
8					4046 FCX		8	3607 DLI
9					408 ZHR		9	3762 TBT
10					4155 ZPK		10	4046 FCX
11							11	408 ZHR
12							12	4155 ZPK
13							13	5569 XZC
14							14	6250 YGX
Numero total de vehículos estacionados								14
Aforo de placas Calle Federico Ávila 18:00 -19:00								
Entre Av. Belgrano y Calle Ingavi								
N°	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Orden			N°	Demanda final
1	6251 ASN	6251 ASN	4107 SXH	2518 CIR	4094 DTK	4796 SST	1	2518 CIR
2	2671 HPA	2671 HPA	4796 SST	2518 CIR	4094 DTK	5164 XSU	2	2671 HPA
3	960 PKG	960 PKG	960 PKG	2518 CIR	4094 HGF	5174 NAT	3	3442 GZS
4	2518 CIR	2518 CIR	2518 CIR	2671 HPA	4094 HGF	6251 ASN	4	4051 LUA
5	5174 NAT	4119 ZYA	4119 ZYA	2671 HPA	4107 SXH	6251 ASN	5	4094 DTK
6	3442 GZS	4094 DTK	4094 DTK	3442 GZS	4119 ZYA	960 PKG	6	4094 HGF
7		4094 HGF	4094 HGF	4051 LUA	4119 ZYA	960 PKG	7	4094 HGF
8		5164 XSU				960 PKG	8	4107 SXH
9		4051 LUA					9	4119 ZYA
10							10	4796 SST
11							11	5164 XSU
12							12	5174 NAT
13							13	6251 ASN
14							14	960 PKG
Numero total de vehículos estacionados								14

Fuente: Elaboración propia

3.10. INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA ZONA

Se procedió a realizar un inventario de la señalización vertical en la zona, para tomando en cuenta su estado y observar si hay la necesidad de implementar nueva señalización dentro del área de estudio, tomando en cuenta la clasificación de señalización vertical.

Tabla 3.12. Inventario de señalización vertical

Señalización Vertical
Señales preventivas
SP - 14 Resalto (4)
SP-52 Peatones en la vía
SP-52 Zona escolar
SP - 68 Cruce de ciclistas
Señales reglamentarias
SR-01 pare (3)
SR-02 ceda el paso (1)
SR - 9 Prohibido girar en "U" (1)
SR - 27 Permitido estacionar (2)
SR - 28a Prohibido estacionar (7)
SR- 30 Velocidad máxima (2)
Señales informativas
Letrero informativo de calle (11)
Parada de micros (6)
Parada de taxis (1)
Parada de motos (2)

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un inventario de la señalización horizontal en la zona, tomando en cuenta su estado y observar si hay la necesidad de implementar nueva señalización dentro del área de estudio, tomando en cuenta la clasificación de señalización horizontal.

Tabla 3.13. Inventario de señalización horizontal

Señalización Horizontal
Líneas segmentadas especiales
Av. La Paz
Av. Belgrano
C.Oruro
C. Ingavi
Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra
Av. La Paz
Av. Potosí
Av.. Belgrano
C. España
C. Oruro
C. Bolívar
C. Ingavi
C. Lazcano
C. Federico Ávila
Flecha recta y de viraje
Av. La Paz
Av. Potosí
Av. Belgrano
C. Ingavi
C. Eulogio Ruiz
C. España
C. Lazcano
C. María Claret
C. Delfín Pino
Resaltos
Av.. Belgrano
Av. Julio Delio E.
Av. Gamoneda
Ciclovia
Av.. Belgrano
Permitido estacionar
Av.. Belgrano
Av. Potosí
C. Federico Ávila

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

**ANÁLISIS DE RESULTADOS Y
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

4.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS

4.1.1. Cuadros de resultados obtenidos

Tabla 4.1. Resultados de volumen vehicular

Nº	Nombre de la intersección	Volumen (Veh/hr)	Volumen total (Veh/h)
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	458	1727
		378	
		430	
		461	
2	Av./ La Paz - C./Oruro	221	1247
		469	
		557	
3	Pje./ Las Rosas -C./Oruro	238	325
		87	
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	493	1492
		436	
		563	
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila	400	400
6	C./España - C./Bolívar	176	786
		275	
		335	
7	Av./ La Paz - C./Ingavi	275	1081
		393	
		413	
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila	275	515
		240	
9	C./España-C./Ingavi	136	821
		328	
		357	
10	C./Ingavi - C./Lazcano	186	243
		57	
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	337	1965
		670	
		447	
		511	
12	Av./ Belgrano - C./Federico Ávila	500	1266
		280	
		486	
13	Av./ Belgrano - C./Lazcano	85	1293
		555	
		194	
		459	
14	C./Federico Ávila-C./Delfín Pino	287	546
		259	
15	C./España- C./Delfín Pino	263	798
		185	
		350	
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	761	1852
		801	
		290	
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.	859	2520
		557	
		726	
		378	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2. Resultados de Velocidades

N°	Nombre de la intersección	Velocidad (km/hr)	Velocidad total (km/h)
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	16,08	18,87
		16,76	
		21,03	
		21,59	
2	Av./ La Paz - C./Oruro	22,6	23,01
		22,1	
		24,32	
3	Pje./ Las Rosas - C./Oruro	16,45	16,63
		16,8	
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	21,89	19,41
		18,47	
		17,86	
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila	18,46	18,46
6	C./España - C./Bolívar	22,78	21,51
		17,04	
		24,72	
7	Av./ La Paz - C./Ingavi	18,07	18,33
		19,79	
		17,14	
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila	20,39	17,33
		14,27	
9	C./España-C./Ingavi	17,35	18,91
		21,98	
		17,39	
10	C./Ingavi - C./Lazcano	17,72	18,49
		19,25	
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	19,92	23,90
		22,19	
		26,79	
		26,7	
12	Av./ Belgrano - C./Federico Ávila	17,9	16,87
		14,45	
		18,27	
13	Av./ Belgrano - C./Lazcano	15,74	17,86
		18,87	
		18,19	
		18,65	
14	C./Federico Ávila-C./Delfín Pino	18,86	18,51
		18,16	
15	C./España- C./Delfín Pino	15,28	15,41
		13,71	
		17,23	
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	16,05	17,23
		14,22	
		21,43	
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.	15,85	18,75
		17,93	
		17,55	
		23,68	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3. Resultados de densidad

Densidad vehicular en relacion al volumen y velocidad				
N°	Nombre de la intersección	Acceso	Densidad (Veh/Km)	Densidad de intersección
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	1	28,48	28,48
		2	22,55	
		3	20,45	
		4	21,35	
2	Av./ La Paz - C./Oruro	1	9,78	22,90
		2	21,22	
		3	22,90	
3	Pje./ Las Rosas -C./Oruro	1	14,47	14,47
		2	5,18	
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	1	22,52	31,52
		2	23,61	
		3	31,52	
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila	1	21,67	21,67
6	C./España - C./Bolívar	1	7,73	16,14
		2	16,14	
		3	13,55	
7	Av./ La Paz - C./Ingavi	1	15,22	24,10
		2	19,86	
		3	24,10	
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila	1	13,49	16,82
		2	16,82	
9	C./España-C./Ingavi	1	7,84	20,53
		2	14,92	
		3	20,53	
10	C./Ingavi - C./Lazcano	1	10,50	10,50
		2	2,96	
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	1	16,92	16,69
		2	30,19	
		3	16,69	
		4	19,14	
12	Av./ Belgrano - C./Federico Ávila	1	27,93	27,93
		2	19,38	
		3	26,60	
13	Av./ Belgrano - C./Lazcano	1	5,40	29,41
		2	29,41	
		3	10,67	
		4	24,61	
14	C./Federico Ávila-C./Delfín Pino	1	15,22	15,22
		2	14,26	
15	C./España- C./Delfín Pino	1	17,21	20,31
		2	13,49	
		3	20,31	
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	1	47,42	56,33
		2	56,33	
		3	13,53	
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.	1	54,18	54,18
		2	31,07	
		3	41,36	
		4	15,96	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4. Resultados de capacidad teórica

INTERS. N°	INTERSECCION	CAPACIDAD TEORICA
1	Av./La Paz	1250
		1900
	Av. /Potosí	1250
		1250
2	C. /Oruro	700
	Av. /La Paz	2250
		1700
3	Pje. /Las Rosas	1550
	C./Oruro	700
4	C. /Bolívar	700
	Av. /La Paz	1200
		1250
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila	700
6	C./Bolívar	700
	C./España	2100
		1400
7	C./Ingavi	750
	Av./ La Paz	1250
		1250
8	C./Ingavi	750
	C./Federico Ávila	1000
9	C./Ingavi	750
	C./España	1400
		1400
10	C./Ingavi	1750
	C./Lazcano	1400
		1400
11	Av./La Paz	1900
		1250
	Av./ Belgrano	1250
		1250
12	C./Federico Ávila	1000
	Av./ Belgrano	1250
		1250
13	C./Lazcano	1400
		1400
	Av./ Belgrano	12500
		12500
14	C./Federico Ávila	1000
	C./Delfín Pino	500
15	C./Delfín Pino	500
	C./España	1400
		1400
16	Av./Potosí	2000
	Av./La Gamoneda	1400
	Av./Los Membrillos	1500
17	Av./La Gamoneda	1400
		1700
	Av./Julio Delio E.	2000
		2250

Fuente: Elaboración propia

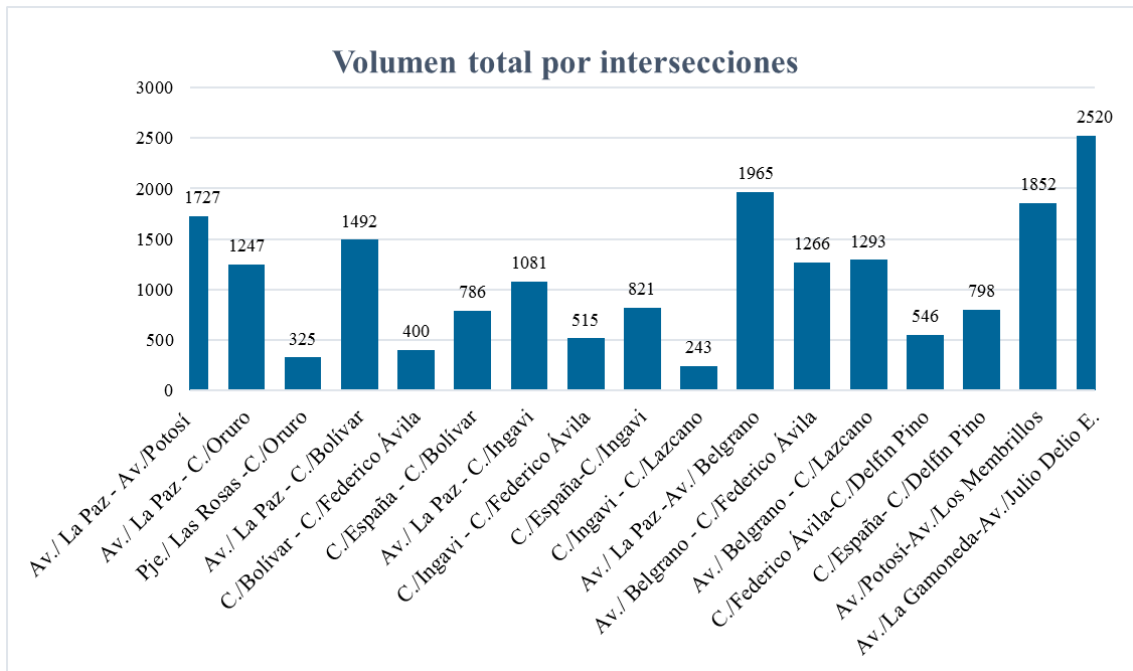
Tabla 4.5. Resultados de niveles de servicio

INTERS. N°	INTERSECCIÓN	ÍNDICE DE CONGESTIONAMIENTO	NIVEL DE SERVICIO
1	Av./La Paz	0,34	D
		0,33	D
	Av. /Potosí	0,51	D
		0,42	D
2	C. /Oruro	0,56	D
	Av. /La Paz	0,23	C
		0,38	D
3	Pje. /Las Rosas	0,08	B
	C./Oruro	0,41	D
4	C./Bolívar	1,04	F
	Av. /La Paz	0,47	D
		0,52	D
5	C./Bolívar - C./Federico Ávila	0,83	E
6	C./Bolívar	0,46	D
	C./España	0,12	C
		0,33	D
7	C./Ingavi	0,48	D
	Av./ La Paz	0,35	D
		0,37	D
8	C./Ingavi	0,51	D
	C./Federico Ávila	0,33	D
9	C./Ingavi	0,59	D
	C./España	0,11	C
		0,31	D
10	C./Ingavi	0,12	C
	C./Lazcano	0,06	B
11	Av./La Paz	0,48	D
		0,47	D
	Av./ Belgrano	0,52	D
		0,51	D
12	C./Federico Ávila	0,39	D
	Av./ Belgrano	0,56	D
		0,18	C
13	C./Lazcano	0,09	B
		0,22	C
	Av./ Belgrano	0,05	B
		0,05	B
14	C./Federico Ávila	0,40	D
	C./Delfín Pino	0,61	D
15	C./Delfín Pino	0,68	D
	C./España	0,18	C
		0,29	C
16	Av./Potosí	0,49	D
	Av./La Gamoneda	0,72	E
	Av./Los Membrillos	0,30	C
17	Av./La Gamoneda	0,80	E
		0,44	D
	Av./Julio Delio E.	0,55	D
		0,23	C

Fuente: Elaboración propia

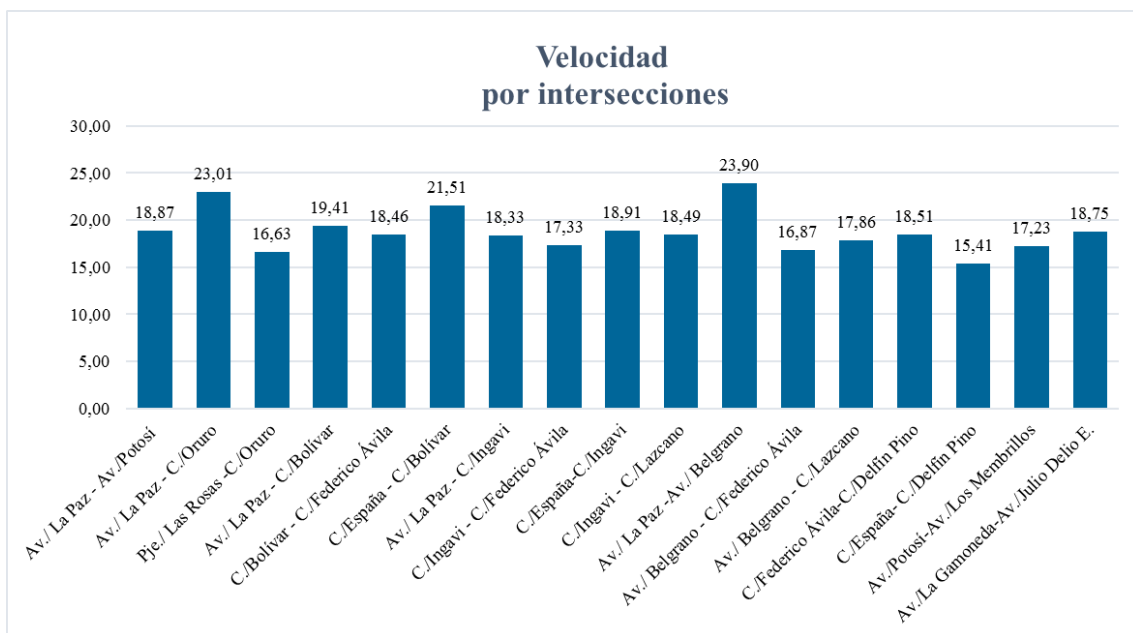
4.1.2. Gráficos de resultados obtenidos

Figura. 4.1. Volumen total por intersecciones



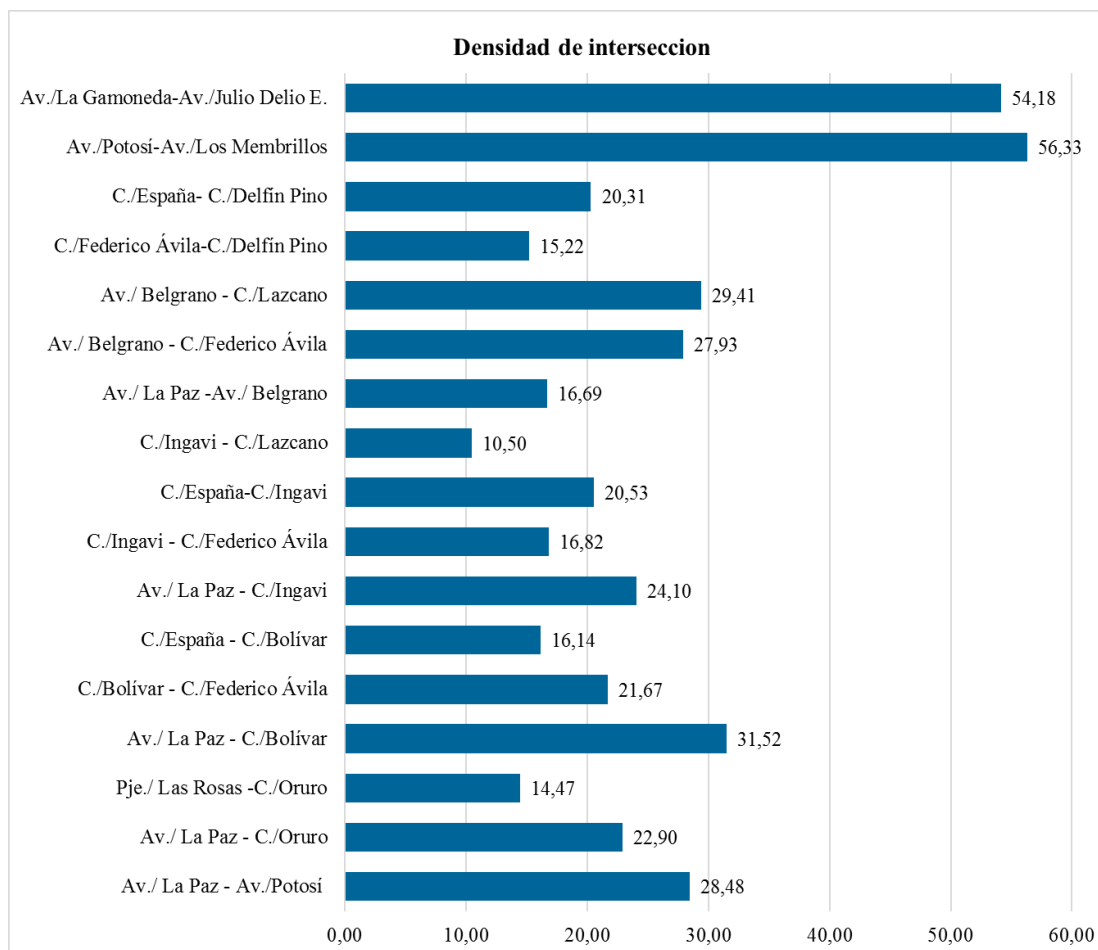
Fuente: Elaboración propia

Figura. 4.2. Velocidad por intersecciones



Fuente: Elaboración propia

Figura. 4.3. Densidad por intersecciones



Fuente: Elaboración propia

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Observando los resultados obtenidos se pudo evidenciar que, en el parámetro de **volumen**, las intersecciones con mayor volumen son:

- ✓ Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E. (2520 Veh/ Hr.)
- ✓ Av./ La Paz -Av./ Belgrano (1965 Veh/ Hr.)
- ✓ Av./Potosí-Av./Los Membrillos (1852 Veh/ Hr.)
- ✓ Av./ La Paz - Av./Potosí (1727 Veh/ Hr.)
- ✓ Av./ La Paz - C./Bolívar (1492 Veh/ Hr.)

Siendo los puntos de mayor congestión en horas pico, dando como resultado niveles de servicio D, E y F los cuales provocan tiempos de viaje prolongados, acumulación de vehículos en las vías, donde se ve conveniente implementar alternativas de soluciones necesarias para solucionar dicha problemática, estas intersecciones presentan una reducción en la **velocidad** vehicular debido al congestionamiento. En cuanto a los resultados obtenidos en el parámetro de la **densidad** se puede observar que presenta una densidad mayor en las intersecciones mencionadas, las cuales tienen un volumen vehicular elevado.

En cuanto al **nivel de servicio** obtenido mediante la capacidad vial que presentan estas intersecciones, se evidencia que en mayoría hay intersecciones con accesos con un nivel de servicio de tipo D, algunos accesos con un nivel de servicio E y un acceso de tipo de nivel de servicio F.

Para la **señalización** se realizó un análisis visual, se pudo observar el comportamiento vehicular viendo que hay zonas en donde los accesos, no son usados correctamente por los conductores, por ejemplo, el acceso de la Calle Federico Ávila, el cual es usado en doble dirección, cuando está diseñado para un solo sentido, viendo que existe un colegio en el lugar, es un riesgo para los estudiantes, además de que se pudo ver giros en U en la intersección once los cuales provocan un congestionamiento vehicular. Se pudo ver que existen zonas en donde hay vehículos estacionados en zonas no permitidas como ser la Av. La Paz, Av. Belgrano, etc. evitando que exista un flujo libre y provocando menos visibilidad para los conductores.

En cuanto a los **semáforos** existentes, se puede observar que los ciclos de semáforo se puede realizar un ajuste para su mejor funcionamiento, de igual forma se pudo observar la necesidad de implementar semáforos en puntos donde hay un volumen alto, o congestión vehicular y la parte de ingreso al mercado Bolívar.

En cuanto a **estacionamientos** se considera que las zonas con estacionamiento permitidos no afectan en el flujo vehicular, se puede analizar que en la zona comercial del mercado Bolívar no está permitido estacionar (Anexo H), pero los usuarios, dejan los vehículos estacionados en el lugar, impidiendo así el flujo libre de los vehículos, lo cual se podría mejorar con un mayor control en la zona.

Análisis peatonal

En la zona donde se realizó el estudio se pudo observar que existe gran cantidad de peatones que transitan por el lugar debido a las distintas actividades comerciales, fuentes laborales y lugares de estudio que existe. Llevando a la necesidad de contar con medidas de seguridad peatonal y facilidades de desplazamiento para las personas.

La zona cuenta con ciertas medidas de seguridad como, por ejemplo, cruces peatonales y líneas de detención en la Av. La Paz y Av. Belgrano, tomando en cuenta que son zonas donde existen bancos, restaurantes, ferreterías, tiendas de abarrotes, carnicerías, farmacia, colegio Belgrano, entre otras actividades. Además de señalización vertical alrededor del colegio Belgrano, como ser la reducción de velocidad, resaltos, señalización vertical para la zona escolar.

Realizando un análisis visual se pudo observar que existe la necesidad de implementar más medidas para la seguridad de los peatones o realizar el mantenimiento de las ya existentes, en cuanto a la señalización horizontal (cruce peatonal) para peatones en ciertos puntos necesita de mantenimiento, de igual forma en intersecciones como ser la intersección 1 Av. La Paz/Av. Potosí no hay un cruce peatonal ni línea de detención, al igual que en la intersección 5 Calle Bolívar/ Calle Federico Ávila, 6 Calle Bolívar/Calle España los cuales son puntos de ingreso y salida del mercado Bolívar, además se pudo

observar la falta mantenimiento en la señalización horizontal en la Intersección 7 Av. La Paz/ Calle Ingavi.

En la zona se puede observar que aún no se han implementado semáforos peatonales lo cuales facilitan el cruce a las personas, lo cual podría ser muy favorable en la zona ya que serían de gran ayuda al momento de cruzar las calles para los estudiantes, y también para los usuarios que transitan por la zona.

Análisis para la ciclovía (Av. Belgrano)

Al realizar un análisis visual se pudo observar que la ciclovía que se encuentra a lo largo de la Av. Belgrano, es usada por ciclistas, la cual es de gran ayuda en la zona debido a las diversas actividades que existen.

Observando la señalización se pudo notar que la ciclovía no cuenta con señalización vertical correspondiente a lo largo del trayecto que pasa por la zona, como ser prohibiciones de estacionamiento, señalización de ciclovía, o señalización para cruce de ciclistas, además de señalización horizontal como ser delineadores. De igual forma se puede realizar un mantenimiento de la pintura que delimita la ciclovía.

Análisis de zona comercial

En la zona se puede evidenciar, que es una zona comercial, con lugares como ser: ferreterías, tiendas de abarrotes, carnicerías, las cuales contribuyen al flujo peatonal como vehicular, para **reducir el congestionamiento y volumen vehicular** en horas pico en estas zonas, se propone tener horarios de descarga, los cuales sean fuera de las horas pico y a su vez realizar un mayor control en cuanto a los horarios, ya que al establecer horarios se evita que los vehículos se aglomeren, dando mayor seguridad vial, ya que se evitaban los espacios reducidos.

También hay puestos fijos en las aceras (ventas de pan, ventas de verduras, etc.), a los cuales se puede asignar un lugar más seguro para los vendedores, como para los usuarios que compran en dichos puestos, evitando así que los vehículos paren en estas zonas, reduciendo el congestionamiento vehicular.

4.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE TRÁFICO VEHICULAR

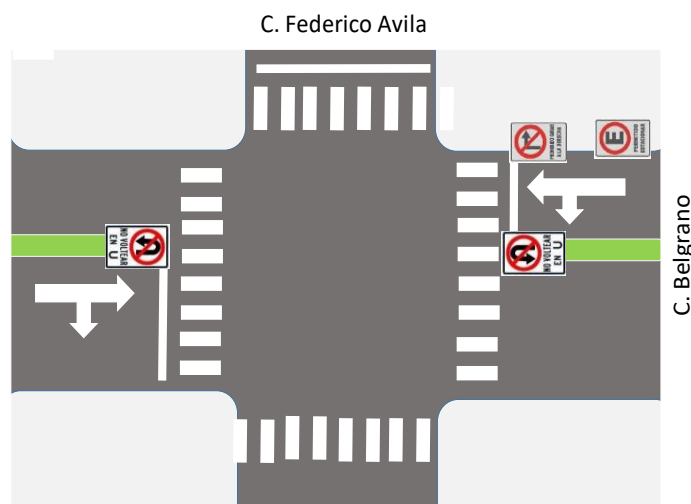
A partir de los resultados se pudo desarrollar 6 alternativas de solución:

- ✓ Diseño y mantenimiento de señalización vertical y horizontal
- ✓ Diseño y actualización de semáforos
- ✓ Diseño de estacionamientos
- ✓ Diseño de semáforos peatonales y facilidades para peatones
- ✓ Diseño de señalización y mantenimiento para la ciclovía (Av. Belgrano)
- ✓ Realizar todas las alternativas en conjunto

4.3.1. Diseño y mantenimiento de señalización vertical y horizontal

El diseño de la señalización vial debe considerar las características específicas de cada calle, como el tipo de tráfico, la velocidad permitida y la presencia de elementos como cruces, intersecciones o zonas escolares, es por esto que se vio conveniente implementar las siguientes señalizaciones las intersecciones, en la Figura 3.5. se puede observar los giros en U presentados en la zona, además del uso de doble dirección en el acceso de la calle Federico Ávila donde solo está permitido transitar en un solo sentido, para esto se realizó la propuesta de implementar las señalizaciones que se muestran para mejor el tránsito vehicular. Implementando señalización vertical como ser, prohibición de giros en U, prohibición de giro a la derecha.

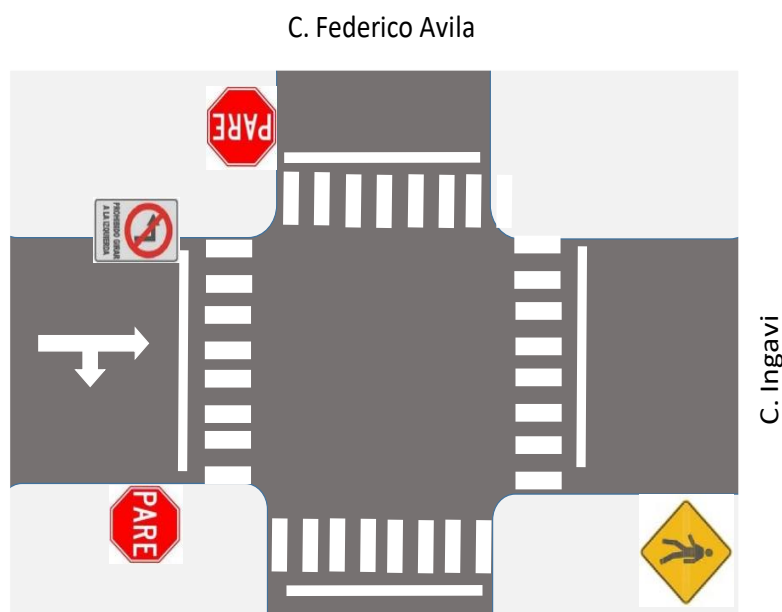
Figura 4.4. Señalización 1



Fuente: Elaboración propia

Además de esto para la Figura 3.6. se implementa la señalización de pare y señalización para tener cuidado con los peatones en la zona, teniendo en cuenta el cuidado de los estudiantes que transitan en la zona, además de una señalización para prohibir el giro a la izquierda para evitar esta acción que se repite.

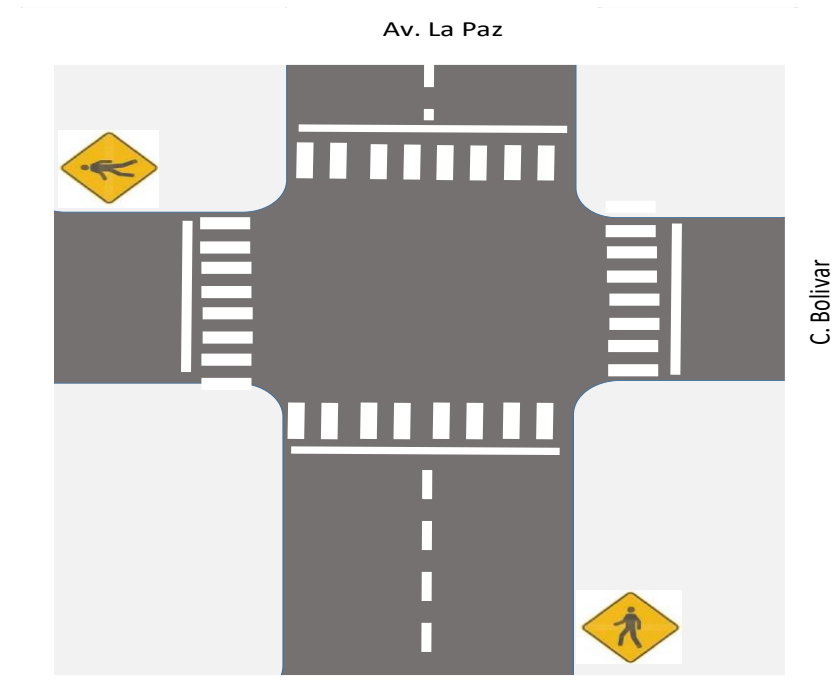
Figura 4.5. Señalización 2



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.7. Se realizó la propuesta de implementar señalización de peatones en la vía, ya que en la zona está ubicada la facultad de odontología ubicada en la Av. La Paz, donde los estudiantes, transitan el lugar constantemente, además se puede tomar en cuenta el Parque Bolívar ubicado en la Av. La Paz, siendo una zona de recreación donde existe el riesgo de que puedan cruzar niños o haber niños en la vía, se vio necesario dicha señalización para dar mayor seguridad a los peatones.

Figura 4.6. Señalización 3



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Diseño y actualización de semáforos

Se realizó la actualización del ciclo de semaforización para la semaforización en la Avenida La Paz y Avenida Potosí según el volumen vehicular calculado, debido a que es una de las intersecciones con mayor flujo vehicular y presenta un nivel de servicio D. Con la finalidad de mejorar el flujo en la intersección, de la misma manera se realizó la actualización de ciclos de semáforos, para los semáforos de la Av. La Paz y Av. Belgrano, como en la intersección de la Av. La Paz y Calle Bolívar. Además de implementar 2 semáforos con giro a la izquierda permitido ubicándolos en la Av. La Paz/Av. Belgrano y en la Av. Belgrano/C. España.

Para la semaforización de la calle España y calle Bolívar se tomó en cuenta que en la zona no se presenta la existencia de un semáforo, por lo cual se ve necesario la implementación de uno, realizando así el diseño de semaforización para la intersección, tomando en cuenta el tipo de intersección que se encuentra y el volumen en horas pico, tomando en cuenta la

actividad comercial en la zona y el congestionamiento que se produce, siendo una medida óptima para un flujo continuo.

En la intersección de Calle Belgrano y Calle Federico Ávila se tomó en cuenta que es una zona escolar, se vio la necesidad de semaforización para reducir el congestionamiento vehicular, reduciendo de esta manera el índice de congestionamiento y mejorando el nivel de servicio, para esto se realizó el diseño del sistema de semaforización en la intersección.

Tabla 4.6. Diseño de semaforización Avenida La Paz- Avenida Potosí

Datos					
Principal		Secundario		En común	
Vol (veh/hr)	461	Vol (veh/hr)	458	L. Veh (m)	6,1
Vel (m/s)	6	Vel (m/s)	4,47	t(s)	1
w(m)	12	w(m)	14	a(m/s2)	3,05
Long. Intersección	65,5	Long. Intersección	58		

Fuente: Elaboración propia

1) Análisis de ciclo óptimo de semáforos

Según longitud de intersección:

Acceso 4

L. int.	Vel (m/s)	C (s)
65,5	6	10,92

Acceso 1

L. int.	Vel (m/s)	C (s)
58	4,47	12,98

Los ciclos no se encuentran en el rango admitido

Metodología HCM:

Calculo de intervalo de fase:

$$Y_i = \left(t + \frac{V}{2 * A} \right) + \left(\frac{W + L_{veh}}{v} \right)$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

L_{veh} = Longitud de vehículo tipo (m)

a = Aceleración (m/s²)

W = Longitud de paso por intersección (m)

Vel (m/s)	a(m/s ²)	L. Veh (m)	w(m)	Y1	
6	3,05	6,1	12	1,98	3,02

$$A1 = 2$$

$$TR2 = 3$$

Vel (m/s)	a(m/s ²)	L. Veh (m)	w(m)	Y2	
4,47	3,05	6,1	14	1,73	4,50

$$A2 = 2$$

$$TR1 = 4$$

Tiempos de perdida (L):

A_1	TR_1	I_1	A_2	TR_2	I_2
2	4	6	2	3	5

I_1	I_2	L
6	5	11

Máxima relación de flujo (Yi):

Dónde: S = 1800 Veh/Hr para la semaforización según la norma HCM

$$Y_i = \frac{q_i}{s} = \frac{\text{Flujo maximo}}{\text{Flujo de saturacion}}$$

Y1	Y2
0,256	0,254

Ciclo óptimo para el sistema de semaforización:

$$\text{Ciclo optimo} = \frac{1,5 * L + 5}{1 - \Sigma Y_i}$$

L	ΣY_i	Ciclo optimo (s)
11	1	45

2) Asignación de tiempos de fase amarillo

Se asumirá el valor mínimo para acceso principal y secundario

Tam=	3	s
------	---	---

3) Determinación de fase rojo y verde

$$VA * tam * TVB - VB * tam * TVA = 0$$

$$1383 TVB - 1374 TVA = 0 \text{ (I)}$$

$$\text{Ciclo} = TVA + TVB + tam + tam$$

$$= TVA + TVB + 3 + 3 = 45$$

$$= TVA + TVB = 39 \text{ (II)}$$

Sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} -1374 TVA + 1383 TVB = 0 \\ TVA + TVB = 39 \end{cases}$$

$$TVA = 20 \text{ (Verde)}$$

$$TVB = 19 \text{ (Rojo)}$$

4) Sistema de semaforización

Semáforo principal



Rojo = 19 segundos
Amarillo = 3 segundos
Verde = 20 segundos
Ciclo = 42 segundos

Semáforo secundario



Rojo = 23 segundos
Amarillo = 3 segundos
Verde = 16 segundos
Ciclo = 42 segundos

Sistema ya existente:

Ciclo 40 Segundos			
19 segundos		3 segundos	18 segundos
22 segundos			3 segundos

Sistema nuevo:

Ciclo 42 Segundos			
20 segundos		3 segundos	19 segundos
23 segundos			3 segundos

Se realizó el mismo procedimiento de cálculo para todos los semáforos, teniendo como resultados los ciclos actualizados para semáforos ya existentes y el diseño de nuevos sistemas de semaforización para semáforos nuevos propuestos.

Tabla 4.7. Resumen de ciclos para semáforos

Intersección	Principal				Secundario			
	Ciclo	R	A	V	Ciclo	R	A	V
Avenida La Paz- Avenida Potosí	42	19	3	20	42	23	3	16
Calle España - Calle Bolívar	40	17	3	20	40	23	3	14
Calle Belgrano - Calle Federico Avila	40	14	3	23	44	26	3	11
Avenida La Paz - Calle Bolivar	42	17	3	22	42	25	3	14
Avenida La Paz -Avenida Belgrano	48	18	3	27	48	30	3	15
Números de semáforos por intersección								
Intersección	Principal				Secundario			
Avenida La Paz- Avenida Potosí	2				2			
Calle España - Calle Bolívar	2				1			
Calle Belgrano - Calle Federico Avila	2				1			
Avenida La Paz - Calle Bolivar	2				1			
Avenida La Paz -Avenida Belgrano	2				2			
Total	10				7			

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Diseño de estacionamientos

El diseño de estacionamientos es fundamental en el área de estudio ya que es una zona comercial, educativa y laboral, permitiendo que los usuarios puedan acceder de manera fácil y segura a los establecimientos. Al diseñar los estacionamientos para el proyecto se tomó en cuenta la capacidad, para atender la demanda de los vehículos en horas pico, tomando en cuenta la señalización horizontal para delimitar los estacionamientos, cumpliendo las normativas en cuanto a dimensiones, espacios, señalización y accesibilidad.

Los estacionamientos están ubicados en lugares que se vio la necesidad de implementar debido a su actividad.

Para el presente proyecto se propone estacionamientos, ubicados cerca del mercado Bolívar para comodidad de los usuarios, con esto se estaría evitando que los usuarios y comerciantes estacionen afuera del mercado Bolívar, de esta manera se reduce el

congestionamiento, permitiendo tener un flujo libre, con esto se puede reducir el índice de congestionamiento, y aumentar la capacidad

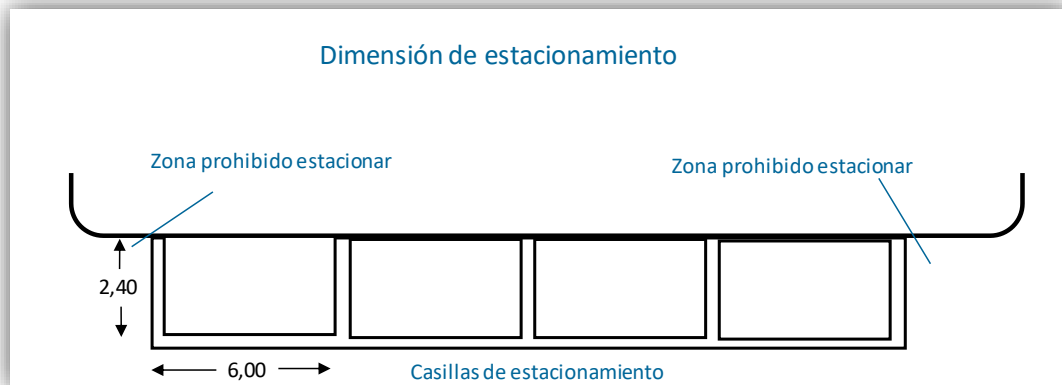
Cerca del Colegio Belgrano se diseñó estacionamientos para dar mayor comodidad y seguridad para los escolares, padres y administrativos que asisten al establecimiento. De la misma forma se tomó en cuenta el estacionamiento existente en la Facultad de Odontología, el cual requiere mantenimiento en su señalización horizontal, se realizó el mismo procedimiento para los estacionamientos existentes que se encuentran en la Av. Belgrano, paralelo a la ciclovía.

Tabla 4.8. Diseño de oferta de estacionamientos

Análisis de estacionamientos diseñados							
Longitud de intersección (m)			Dimensión de casilla (m)		Demanda máxima	Oferta	Índice de ocupación
Inicio	Av. Belgrano	125	Lc	6	14	18,75	0,75
Fin	Calle Ingavi		Ancho	2,4			
Inicio	Calle España	159	Lc	6	20	24,53	0,82
Fin	Calle Federico Ávila		Ancho	2,4			
Inicio	Calle Ingavi	44	Lc	5,53	7	13,75	0,51
Fin	Calle Bolívar		Ancho	2,77			
Inicio	Av. La Paz	53	Lc	6	7	6,91	1,01
Fin	Calle Raquel D' Arlach		Ancho	2,4			
Inicio	Calle Delfín Pino	109	Lc	6	11	16,17	0,68
Fin	Av. Belgrano		Ancho	2,4			
Inicio	Calle Ingavi	52	Lc	6	7	6,63	1,06
Fin	Calle Bolívar		Ancho	2,4			
Inicio	Pasaje Las Rosas	109	Lc	6	11	16,12	0,68
Fin	Calle España		Ancho	2,4			
Total					77	102,86	0,79

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7. Dimensiones de estacionamiento



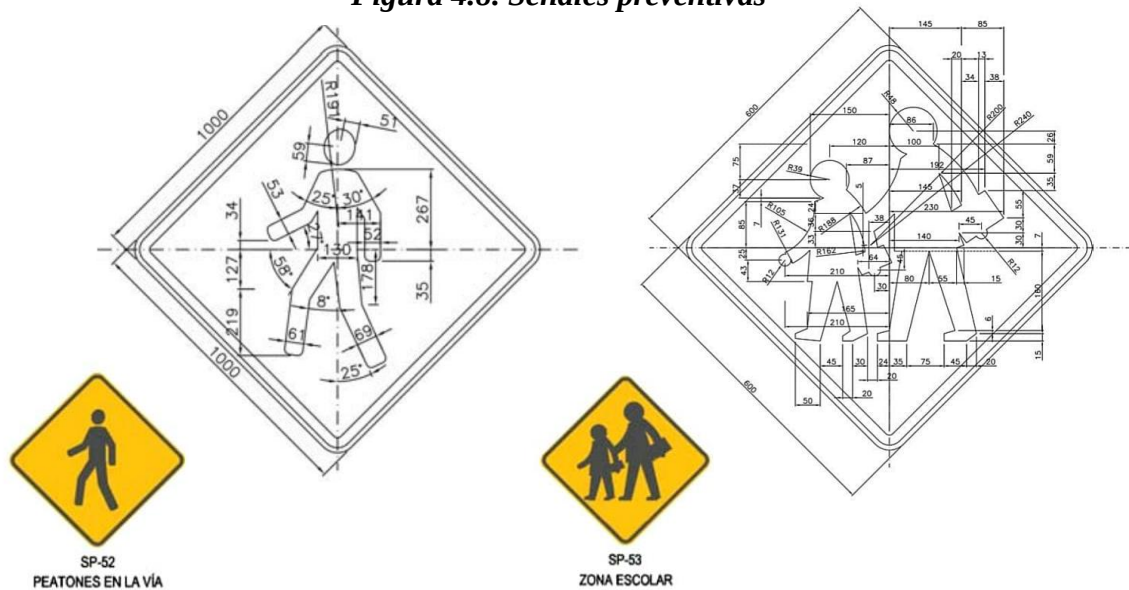
Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Diseño de semáforos peatonales y facilidades para peatones

Optimización del diseño urbano

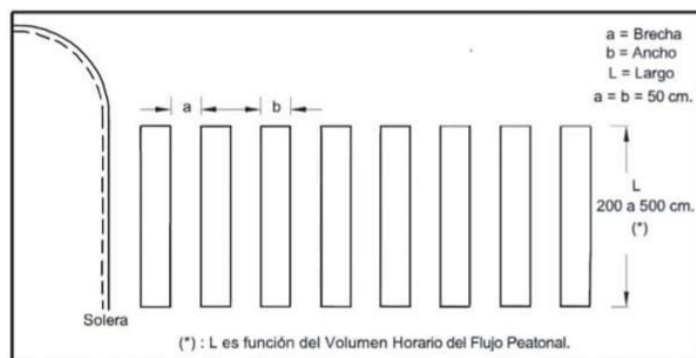
Se pueden implementar las siguientes medias según su necesidad en cada punto, en cuanto a la señalización vertical, la tomar en cuenta la señalización de peatones en la vía, esto cerca de la Facultad de Odontología, Parque Bolívar y de zona escolar, cerca del Colegio Belgrano. En señalización horizontal realizar el mantenimiento del cruce para peatones y la línea de detención, y la implementación de esta señalización en zonas donde se vio necesario, como ser el mercado Bolívar o cerca el Colegio Belgrano.

Figura 4.8. Señales preventivas



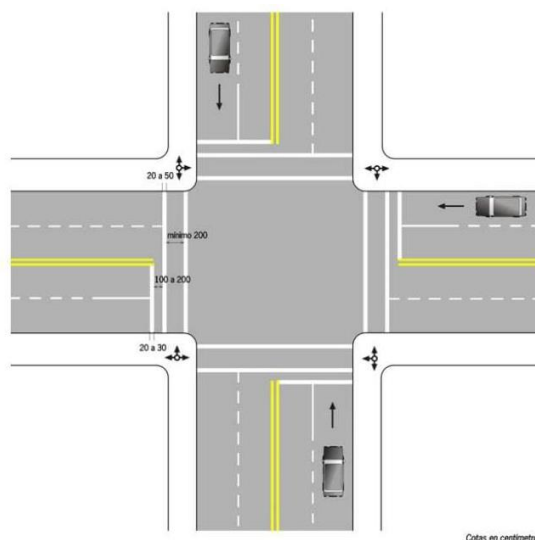
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 4.9. Largo paso peatonal



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

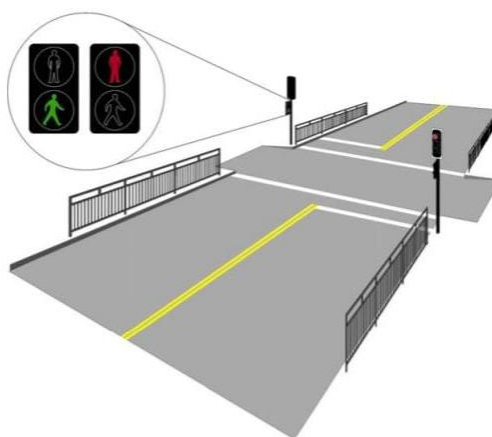
Figura 4.10. Demarcación paso peatonal regulado por semáforo



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

En la zona se puede observar que no cuenta con semáforo para peatones, lo cual sería de gran ayuda para los usuarios ya que dan mayor facilidad y seguridad, un factor que afecta a la visibilidad de los peatones es la condición climática en días soleados, es por esto que de gran importancia la implementación de semáforos peatonales. En cuanto a la identificación de intersecciones para su colocación, se tomó en cuenta todas las intersecciones que cuentan con semáforos para vehículos, ya que son puntos con volumen vehicular alto, y en zonas como ser Parques, mercados y zonas de estudio.

Figura 4.11. Paso peatonal regulado por semáforo



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Las mejoras que se pueden realizar son las siguientes para dar mayor seguridad vial a los peatones, tomando en cuenta la señalización vertical, señalización horizontal y semáforos peatonales propuestos dentro del área de estudio.

Tabla 4.9. Propuestas para facilidades peatonales

Intersecciones		Mejoras
Nº	Nombre de la interseccion	
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	Pintado del cruce peatonal y línea de detencion para autos en cada acceso. Colocacion de semaforo para peatones.
2	Av./ La Paz - C./Oruro	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso.
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso. Colocacion de semaforo para peatones.
5	C./Bolívar - C./Federico Avila	Pintado del cruce peatonal y línea de detencion para autos en cada acceso.
6	C./España - C./Bolívar	Pintado del cruce peatonal y línea de detencion para autos en cada acceso. Colocacion de semaforo para peatones.
7	Av./ La Paz - C./Ingavi	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso.
8	C./Ingavi - C./Federico Ávila	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso.
9	C./España-C./Ingavi	Pintado del cruce peatonal y línea de detencion para autos en cada acceso.
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso. Colocacion de semaforo para peatones.
12	Av./ Belgrano - C./Federico Ávila	Mantenimiento de cruces peatonales y línea de detencion en cada acceso. Colocacion de semaforo para peatones.
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	Pintado del cruce peatonal y línea de detencion para autos en cada acceso.

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Diseño de señalización y mantenimiento para la ciclovía (Av. Belgrano)

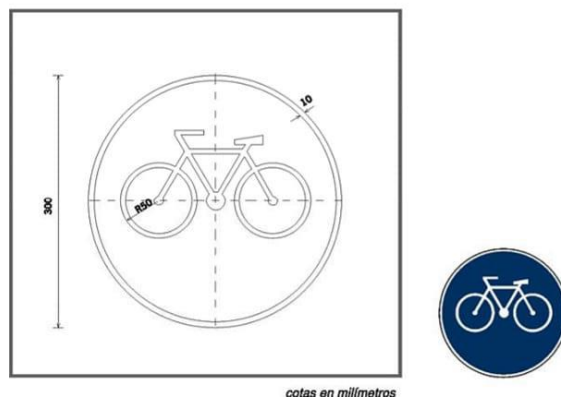
La zona cuenta con una ciclovía la cual ya tiene un diseño geométrico que se extiende a lo largo de la Av. Belgrano, pasando por puntos clave dentro el área de estudio, como ser el Colegio Belgrano, Bancos, tiendas de abarrotes y carnicerías entre otros lugares comerciales y fuentes de trabajo, es muy importante para los usuarios contar con una ciclovía ya que contribuyen a que la zona sea una zona más saludable y sostenible, además de fomentar la salud y bienestar en las personas.

La ciclovía cuenta con un diseño optimo al cual se le pueden realizar ciertas mejoras como ser:

- ✓ Mantenimiento de la ruta
- ✓ Instalación de señalización
- ✓ Control continuo para su correcto uso

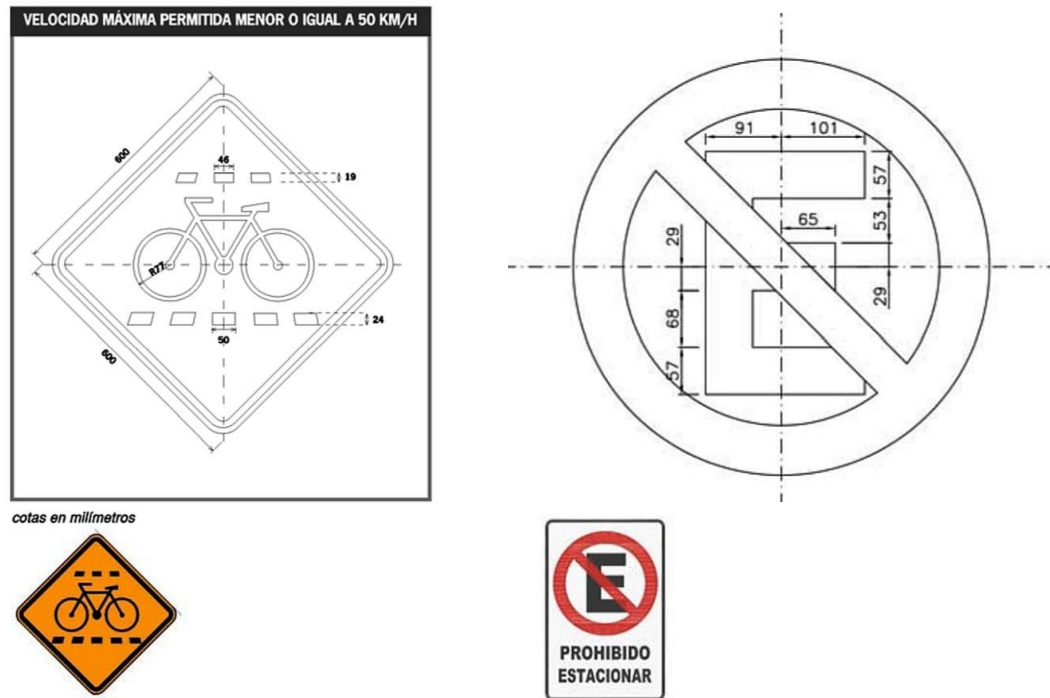
Para el mantenimiento de la ruta, se propone el mantenimiento de la señalización horizontal existente, en cuanto a la instalación de señalización vertical, se puede implementar las señalizaciones de las figuras 4.12, 4.13 y 4.14 y de igual forma implementar cilindros de transito solo en la zona donde la ciclovía es paralela a estacionamientos. Un control continuo puede evitar que los vehículos estacionen en el impidiendo el paso de las bicicletas, dando mayor seguridad a los usuarios. Las señalizaciones que se pueden implementar a lo largo de la ciclovía dentro del área de estudio son:

Figura 4.12. Solo bicicleta SC-4



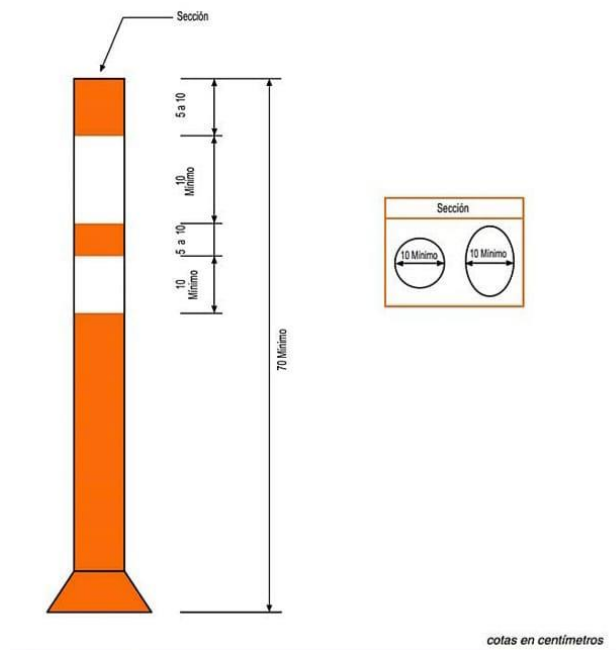
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 4.13. Dimensiones señal preventiva



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 4.14. Cilindro de tránsito



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

4.4. COSTOS Y PRESUPUESTOS DE ALTERNATIVAS PROPUESTAS

En la lista de ítems se consideró las alternativas propuestas anteriormente, tomando en cuenta cuatro módulos: Señalización horizontal, señalización vertical, dispositivos de control y cilindros de tránsito.

El presupuesto para cada alternativa es el siguiente:

- ✓ **Alternativa 1:** Diseño y mantenimiento de señalización vertical y horizontal.

Tomando en cuenta el modulo I y módulo II, el costo para la alternativa 1 es de 141873,42 Bs

- ✓ **Alternativa 2:** Diseño y actualización de semáforos

El costo para la alternativa 2 es de 58339,84 Bs

- ✓ **Alternativa 3:** Diseño de estacionamientos

El costo para la alternativa 3 es de 47907,36 Bs.

- ✓ **Alternativa 4:** Diseño de semáforos peatonales y facilidades para peatones

El costo para la alternativa 4 es de 205801,10 Bs

- ✓ **Alternativa 5:** Diseño de señalización y mantenimiento para la ciclovía (Av. Belgrano)

El costo para la alternativa 5 es de 31213,25 Bs

- ✓ **Alternativa 6:** Realizar todas las alternativas en conjunto

El costo para la alternativa 6 es de 377504,72 Bs el cual es el costo total de las alternativas propuestas para el proyecto, el cual toma en cuenta los cuatro módulos mencionados.

Análisis de costos y presupuestos

El costo de la Alternativa Integral: La alternativa 6, incluye todas las alternativas, tiene un costo más elevado, sin embargo, esta alternativa ofrece soluciones a las problemáticas identificadas, brindando comodidad, seguridad y beneficios a los usuarios.

Los beneficios al implementar las alternativas son amplios, considerando los siguientes factores:

Mejora la fluidez vehicular: mediante la actualización de semáforos y la implementación de un diseño eficiente de estacionamientos pueden contribuir a reducir la congestión vehicular.

Reducción de accidentes: la implementación de semáforos peatonales y señalización puede disminuir los accidentes, dando mayor seguridad a los usuarios.

Fomento de la movilidad sostenible: Mediante la mejora y mantenimiento de la ciclovía, se puede promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, reduciendo la contaminación y mejorando la calidad del aire.

Si se desea priorizar alternativas, se considera que las alternativas de mayor impacto en la seguridad vial y movilidad de los usuarios, es la implementación de semáforos peatonales y la actualización de señalización.

Los beneficios de cada alternativa propuesta son las siguientes:

Alternativa 1: Diseño y mantenimiento de señalización vertical y horizontal.

Mejor orientación: Facilita la circulación vehicular y peatonal, disminuyendo la posibilidad de maniobras peligrosas.

Mayor seguridad vial: La señalización puede reducir la probabilidad de accidentes al indicar correctamente las normas de tránsito.

Alternativa 2: Diseño y actualización de semáforos

Mayor seguridad para peatones: Permite a los peatones dar mayor seguridad y que puedan cruzar las calles de manera ordenada.

Mayor fluidez vehicular: Se puede reducir los tiempos de espera y optimiza el flujo vehicular.

Reducción de emisiones contaminantes: La disminución de congestión vehicular contribuye a reducir la contaminación

Alternativa 3: Diseño de estacionamientos

Mejora de la imagen urbana y fomento al comercio: Mediante el diseño de estacionamientos se puede contribuir al orden en la zona comercial, al tener espacios de estacionamiento se facilita el acceso de los clientes a las zonas comerciales ubicadas en la zona.

Reducción de la congestión vehicular: Se puede ayudar a que no se obstruya la vía pública, permitiendo un flujo libre.

Alternativa 4: Diseño de semáforos peatonales y facilidades para peatones

Mayor seguridad vial: Se puede reducir accidentes al regular el flujo vehicular en intersecciones, además de brindar mayor protección a los usuarios y ciclistas, se controla la velocidad. Se puede minimizar los riesgos de accidentes.

Alternativa 5: Diseño de señalización y mantenimiento para la ciclovía (Av. Belgrano)

Movilidad sostenible: Al tener una ciclovía en buen estado, fomenta el uso de bicicleta como medio alternativo, reduciendo la congestión vehicular y contaminación.

Mejorar la calidad del aire: Al reducir la cantidad de vehículos se contribuye a mejorar la calidad del aire, mejorando la calidad de vida de los usuarios y personas que viven en la zona.

Alternativa 6: Realizar todas las alternativas en conjunto

Solución integral: reúne todas las alternativas propuestas, brinda una mayor eficiencia mejorando la calidad de vida de las personas, brindando mayor seguridad.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Al realizar el estudio de tráfico en la zona, y analizar los resultados obtenidos en los distintos parámetros se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se realizó el aforo vehicular de volumen por el método manual, para determinar horas pico, y tomar datos para el cálculo de los parámetros de estudio. Dando como resultado las horas pico que se presentan en la zona son **07: 00 a 08:00** por la mañana, de **12:00 a 13:00** al medio día y de **18:00 a 19:00** por la noche, se concluye que las horas mencionadas son las mismas horas de ingreso a las fuentes laborales, el colegio Belgrano que se encuentra dentro del área de estudio lo cual origina un aumento de volumen en las horas mencionadas.
- ✓ Se recopiló la información necesaria para el cálculo de parámetros como ser volumen vehicular, velocidad, densidad, capacidad y nivel de servicio.

Se analizó el parámetro de volumen vehicular dando como resultado que existen zonas con mayor flujo vehicular, como se menciona en el análisis de resultados, donde se vio convenientes que en dichas intersecciones se apliquen medidas, desarrollando alternativas de solución, las intersecciones de mayor volumen las cuales son:

Intersecciones con mayor volumen		
Nº	Intersección	Volumen (Veh/ Hr.)
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	1727
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	1492
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	1965
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	1852
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.	2520

- ✓ Las intersecciones que tienen un aumento de velocidad vehicular son las siguientes:

Intersecciones con mayor Velocidad		
Nº	Intersección	Velocidad (Km/Hr)
2	Av./ La Paz - C./Oruro	23,01
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	19,41
6	C/ España – C./ Bolívar	21,51
9	C/ España – C./ Ingavi	18,91
11	Av./ La Paz -Av./ Belgrano	23,90

- ✓ El parámetro de densidad se obtuvo en relación de los parámetros de volumen y velocidad, donde se puede observar que existe una densidad mayor en intersecciones que presentan mayor volumen vehicular, las mencionadas anteriormente.

Intersecciones con mayor Densidad		
Nº	Intersección	Densidad (Veh/ Km.)
1	Av./ La Paz - Av./Potosí	28,48
4	Av./ La Paz - C./Bolívar	31,52
13	Av./ Belgrano – C./ Lazcano	29,41
16	Av./Potosí-Av./Los Membrillos	56,33
17	Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E.	54,18

- ✓ Se realizó el cálculo de la capacidad vial y niveles de servicio en los accesos pertenecientes a las intersecciones estudiadas, dando como resultado la intersección más crítica siendo la intersección 4 Av./La Paz-C./Bolívar con un nivel de servicio F (Forzado) y la intersección con mejores resultados son las intersecciones 13 C./Lazcano-Av./Belgrano que cuenta con nivel de servicio B, intersección 10 C/Ingavi-C/Lazcano, intersección 14 C./Federico Ávila-C/Delfín Pino con niveles de servicio C.
- ✓ Se llevó a cabo un diseño integral de señalización horizontal y vertical en áreas estratégicas como los alrededores del Colegio Belgrano, la Facultad de Odontología y el parque Bolívar. A través de un análisis detallado del estado actual, se identificó la necesidad de un mantenimiento preventivo en las señalizaciones horizontales de avenidas principales como La Paz y Potosí, debido

al alto flujo vehicular. Las propuestas de señalización presentadas en este proyecto buscan optimizar la seguridad vial y la fluidez del tránsito en las zonas estudiadas, con señalización horizontal propuesta de 429,33 m² de marcas transversales, 943,50 ml de marcas longitudinales. Para la señalización vertical un total de 39 señalizaciones.

- ✓ Se realizó el diseño y actualización de los sistemas de semaforización (vehicular y peatonal) en intersecciones donde cuentan con volumen vehicular elevado y los que pertenecen a zonas de mayor aglomeración de vehículos y peatones en horas pico, como ser la salida del colegio Belgrano y la entrada al mercado Bolívar, los ciclos actualizados varían entre 40 y 48 segundos, con fase roja entre 14 y 19 segundos, fase amarilla de 3 segundos, y fase verde entre 20 y 27 segundos.
- ✓ Se propone implementar 6 semáforos vehiculares en las intersecciones Calle España-Calle Bolívar, Calle Belgrano-Calle Federico Ávila y 17 semáforos peatonales en las intersecciones que cuentan con semaforización.

✓

Semaforización vehicular y peatonal			
Cód..	Ítem	Unid.	Cantidad
Dispositivos de control			
DC 01	Inst. Prov. semáforo 1C/3F	gbl	6,00
DC 02	Inst. Prov. semáforo 1C/2F	gbl	17,00

- ✓ Se plantea como conclusión las siguientes 6 alternativas de solución como ser:
 1. Diseño y mantenimiento de señalización vertical y horizontal
 2. Diseño y actualización de semáforos
 3. Diseño de estacionamientos
 4. Diseño de semáforos peatonales y facilidades para peatones
 5. Diseño de señalización y mantenimiento para la ciclovía (Av. Belgrano)
 6. Realizar todas las alternativas en conjunto
- ✓ Se estudió los estacionamientos en zonas de mayor flujo vehicular, tomando en cuenta la demanda que existe, se observa la necesidad de un diseño de estacionamientos en la zona. Se tomó en cuenta zonas despejadas para realizar se diseño estacionamientos, con una capacidad total para 103 vehículos. Con lugares críticos de estacionamiento, con demanda mayor de 20 Veh/Hr. y 7 Veh/Hr.

- ✓ Se propone en cuanto a los peatones que transitan en la zona se puede evidenciar que hay mayor flujo en las horas pico determinadas, esto debido a las actividades comerciales, laborales y escolares en la zona, siendo la Av. La Paz, Av. Belgrano, Calle Bolívar y Calle Oruro, y lugares como el Mercado Bolívar, parque Bolívar, Colegio Belgrano las zonas más transitadas por los peatones, al observar que las necesidades de los peatones son facilidades para cruzar las vías, es por esto que se propone semáforos peatonales en todas las intersecciones que se propone semáforos (Avenida La Paz- Avenida Potosí, Calle España-Calle Bolívar, Calle Belgrano-Calle Federico Ávila, Avenida La Paz-Calle Bolívar y Avenida La Paz-Avenida Belgrano).
- ✓ Se propone que en la ciclovía que se encuentra en la Av. Belgrano se realice un mantenimiento de su señalización horizontal, en cuanto a la señalización vertical implementar señalización de ciclovía, cruce de ciclistas y no estacionar, para que la ciclovía tenga un mayor uso, ya que se puede aprovechar que la ciclovía se encuentra en una zona con distintas actividades, comerciales, laborales, de estudio.
- ✓ Se realizó la simulación en el punto más crítico, siendo la intersección 17 Av./La Gamoneda-Av./Julio Delio E., que cuenta con el volumen **vehicular más alto (2520 Veh/ Hr.)**

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la implementación de dos semáforos en la zona, uno en la intersección 12 Av. Belgrano / Calle Federico Ávila, debido a que en esta zona se encuentra un colegio, el cual origina mayor flujo vehicular, otro semáforo en la intersección 6 Calle España/ Calle Bolívar ya que es próxima a uno de los accesos al mercado Bolívar donde se genera congestionamiento vehicular.
- ✓ Se recomienda la implementación de las señalizaciones propuestas, para evitar riesgos a peatones, giros en U, giros a la izquierda, giros en accesos de dirección contraria y zonas de juegos como ser parques.
- ✓ Se observó las señalizaciones horizontales, las cuales no cuentan con el mantenimiento respectivo, dificultando que los conductores puedan hacer uso de ellas y provocando así riesgos de tránsito, como ser el uso en dirección contrario de algunos accesos.
- ✓ En la zona del mercado Bolívar se pudo evidenciar la falta de espacio de estacionamientos para usuarios del mercado y comerciantes provocando congestionamientos al realizar las descargas de mercadería en medio del acceso, para lo cual se recomienda que los comerciantes hagan uso del estacionamiento del Mercado Bolívar, y además la implementación de estacionamientos en zonas cercanas.
- ✓ La señalización para peatones y semaforización es necesaria ya que se observan distintas actividades en el área, además de zonas de estudios y recreación, para las cuales es necesario resguardar la seguridad peatonal.
- ✓ Aplicando la propuesta para la ciclovía, se pueden realizar mejoras, las cuales aumentarían el uso de la ciclovía y daría mayor seguridad y comodidad a los ciclistas que manejan por la zona. Además, se debería ampliar la ciclovía dando mayor continuidad, para cubrir las necesidades en la zona.
- ✓ Establecer horarios de descarga de productos para los comerciantes y reducir el congestionamiento vehicular y reducir el volumen vehicular en horas pico.