

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La seguridad vial y la congestión vehicular son dos temas fundamentales en la planificación urbana, especialmente en regiones en desarrollo donde el crecimiento económico y social han llevado a un aumento significativo en la demanda de transporte. Este estudio examina la segregación vehicular en las vías urbanas de Tarija, enfocándose en el tramo comprendido en la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. El objetivo principal es diagnosticar y proponer soluciones a los problemas de seguridad vial en esta área.

La congestión vehicular es una preocupación creciente, especialmente en ciudades con infraestructuras viales limitadas y crecientes tasas de motorización. la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. ha experimentado un incremento notable en el volumen de tráfico, lo que ha llevado a mayores niveles de congestión y, consecuentemente, a un aumento en los accidentes de tráfico y los conflictos entre vehículos y peatones. Según las estadísticas, Bolivia tiene una tasa de fatalidades relacionadas con el tráfico del 23,2 % por cada 100.000 habitantes, lo que subraya la necesidad de abordar estos problemas de manera integral y urgente (Organización Mundial de la Salud, 2018).

En este contexto, el estudio busca analizar los factores y efectos que intervienen en la circulación y cómo la segregación vehicular puede ayudar a reducir la congestión y mejorar la seguridad vial. Se trata de un enfoque multidisciplinario que combina aspectos de ingeniería de tráfico, seguridad vial y gestión urbana para desarrollar soluciones prácticas y efectivas. Los resultados de este estudio serán útiles tanto para futuras investigaciones como para las autoridades locales en su planificación y gestión de la red vial urbana.

Este estudio se llevará a cabo mediante un enfoque holístico que involucrará la recopilación y análisis de datos sobre el flujo de tráfico, la infraestructura vial existente, los patrones de viaje de la población y los incidentes de tráfico registrados. Además, se

realizarán encuestas y entrevistas con conductores, peatones y autoridades locales para comprender mejor las percepciones y necesidades de los diferentes actores involucrados en el sistema de transporte urbano de Tarija.

1.2 SITUACION PROBLEMICA

La seguridad vial y la eficiencia del tráfico en vías urbanas congestionadas son esenciales para el bienestar y la movilidad de los ciudadanos, especialmente en ciudades en desarrollo como Tarija, Bolivia. El tramo comprendido en la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. es una arteria crítica para el transporte urbano, pero presenta problemas significativos en términos de congestión vehicular y seguridad vial.

La seguridad vial y la eficiencia del tráfico en vías urbanas congestionadas son esenciales para la movilidad y el bienestar de los ciudadanos en Tarija, Bolivia. El tramo de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. es una arteria clave, pero enfrenta problemas significativos de congestión vehicular y seguridad vial.

Actualmente, este tramo no cuenta con una segregación vehicular efectiva ni con un análisis actualizado de sus condiciones viales, lo que presenta varios problemas críticos:

Riesgo de Accidentes:

La falta de segregación vehicular y el tráfico denso aumentan el riesgo de accidentes, especialmente en horas pico.

Los conflictos entre vehículos y peatones son frecuentes, poniendo en peligro a todos los usuarios.

Infraestructura Inadecuada:

Las infraestructuras viales son insuficientes para manejar el creciente volumen de tráfico, causando embotellamientos y largos tiempos de viaje.

La falta de planificación y mantenimiento adecuados agrava la situación.

Impacto en la Movilidad y la Economía Local:

La congestión vehicular retrasa el transporte público y privado, afectando la eficiencia y generando costos adicionales.

La economía local sufre por los retrasos y las interrupciones frecuentes.

Necesidad de Normas y Supervisión Efectiva:

Sin un análisis y normativas modernas de seguridad vial, las vías no garantizan una circulación segura.

La supervisión policial y el cumplimiento de normas son insuficientes.

Impacto en la Calidad de Vida:

La congestión y la contaminación afectan negativamente la calidad de vida de los habitantes.

El estrés y las dificultades diarias aumentan debido al tráfico denso.

Es imperativo realizar un estudio exhaustivo sobre la segregación vehicular en este tramo para identificar fallas y carencias, permitiendo implementar mejoras que reduzcan los accidentes y aseguren una movilidad continua y segura. Sin un diagnóstico adecuado, no se puede garantizar la seguridad ni la eficiencia del tráfico en la ciudad.

1.2.1 PROBLEMA

¿La implementación de una propuesta de segregación vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Tarija, específicamente en la calle Cochabamba, comprendida entre la Avenida Panamericana y la Avenida Potosí, permitirá mejorar la seguridad vial y reducir la congestión vehicular en este sector crítico?

1.2.2 RELEVANCIA Y FACTIBILIDAD DEL PROBLEMA

En Tarija, Bolivia, el tramo de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. es crucial para la movilidad urbana, pero enfrenta problemas graves de congestión vehicular y seguridad vial. La ausencia de una segregación vehicular efectiva y de un análisis actualizado de las condiciones viales aumenta significativamente el riesgo

de accidentes y afecta negativamente la movilidad y la economía local. Realizar un estudio sobre la segregación vehicular en este tramo es fundamental para identificar las mejoras necesarias que garanticen una circulación segura y eficiente. La implementación de soluciones basadas en un diagnóstico exhaustivo contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes al reducir la congestión, el tiempo de viaje, y el estrés asociado, asegurando un impacto positivo tanto en la seguridad vial como en la economía local. Dada la importancia de este tramo en el sistema de transporte de Tarija, la investigación es relevante y factible, pues los datos y recursos necesarios están disponibles en la región, y se cuenta con la posibilidad de realizar un análisis detallado que incluya tanto observaciones de campo como modelaciones de tráfico.

1.2.3 DELIMITACION ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PROBLEMA

La investigación se llevará a cabo en el tramo comprendido en la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. en la ciudad de Tarija. Este estudio se planifica para un período de 14 semanas, lo que abarca aproximadamente de 3 a 4 meses. Durante este tiempo, se realizarán actividades como la recolección de datos de tráfico, análisis de seguridad vial y modelado de segregación vehicular. Los ensayos y análisis necesarios para la investigación se realizarán en colaboración con instituciones locales y se emplearán herramientas de software y técnicas de simulación para evaluar la efectividad de las propuestas. El cronograma detallado asegurará que todas las actividades se realicen dentro del tiempo previsto, garantizando resultados concluyentes y aplicables a la mejora de la infraestructura vial en Tarija.

1.3 JUSTIFICACION

La justificación para realizar este estudio radica en la creciente preocupación por la seguridad vial y la necesidad de abordar la congestión vehicular en las principales arterias de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. El aumento del tráfico ha llevado a un mayor número de accidentes y a una disminución en la calidad de vida de los habitantes debido al incremento en los tiempos de viaje y la contaminación

Este estudio es especialmente relevante porque la congestión vehicular no solo afecta la movilidad y la eficiencia del transporte, sino que también tiene un impacto directo en la

seguridad de conductores y peatones. El aumento en el número de accidentes y la alta tasa de fatalidades relacionadas con el tráfico en Bolivia son indicativos de la necesidad urgente de mejorar la planificación y la gestión de las vías urbanas

Además, el análisis del tramo de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí permitirá identificar puntos de conflicto y congestión, proporcionando datos cruciales para la implementación de medidas de segregación vehicular y otros mecanismos de control de tráfico. El objetivo es reducir la incidencia de accidentes y mejorar la experiencia de viaje para todos los usuarios de las vías

En última instancia, la justificación de este estudio se basa en la necesidad de crear un entorno vial más seguro y eficiente, donde la educación vial, el comportamiento responsable de conductores y peatones, y un diseño adecuado de las infraestructuras contribuyan a una movilidad urbana sostenible y segura. El éxito de este estudio podría servir como modelo para otras áreas de la calle Cochabamba y para ciudades con problemas similares, promoviendo así una cultura vial más consciente y segura.

1.4 HIPOTESIS

"Si se implementa una propuesta de segregación vehicular en el tramo comprendido en la calle Cochabamba, entre la Avenida Panamericana y la Avenida Potosí, entonces se logrará mejorar la fluidez del tránsito y reducir los riesgos viales en este sector urbano de la ciudad de Tarija."

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Formular una propuesta de segregación vehicular para el tramo comprendido en la calle Cochabamba, entre la Avenida Panamericana y la Avenida Potosí, mediante el análisis de las condiciones actuales de infraestructura, tráfico y seguridad vial, con el fin de mejorar la fluidez vehicular y reducir los riesgos asociados al tránsito urbano.

1.5.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar estudios de campo para recolectar datos sobre el flujo vehicular, las características de la infraestructura vial y las condiciones de seguridad en el tramo

de estudio.

- Determinar el índice de ocurrencia y volumen de tráfico mediante análisis de datos obtenidos en los puntos críticos del tramo en estudio.
- Analizar los resultados mediante herramientas de simulación, con el fin de evaluar el desempeño actual del sistema vial urbano.
- Diseñar y proponer alternativas de segregación vehicular, comparando escenarios con y sin intervención, para identificar mejoras en la fluidez y seguridad vial.
- Evaluar la viabilidad técnica y operativa de la propuesta de segregación vehicular, considerando las características geométricas de la vía, la normativa boliviana vigente y la capacidad de gestión local para su implementación.

1.6 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Implementación de medidas de segregación vehicular: Refiere a las acciones y estrategias aplicadas para organizar y separar el flujo de vehículos en las vías urbanas de Tarija, específicamente en el tramo comprendido entre la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. Esto puede incluir la creación de carriles exclusivos para el transporte público, áreas peatonales, ciclovías y cambios en la infraestructura vial.

1.6.1 VARIABLES DEPENDIENTES

Variables Dependientes:

Factores y efectos de la circulación

Factores de circulación: Incluye variables como la densidad de tráfico, la velocidad de los vehículos, la capacidad de las vías, la presencia de señalización vial y la infraestructura de transporte.

Efectos de la circulación: Comprende aspectos como la congestión vehicular, los tiempos de viaje, la seguridad vial, el impacto ambiental y la calidad de vida de los habitantes.

Índice de ocurrencia y volumen de tráfico

Índice de ocurrencia: Refiere a la frecuencia y la magnitud de los eventos relacionados con la circulación vial, como accidentes de tráfico, bloqueos viales y congestiones.

Volumen de tráfico: Representa la cantidad de vehículos que transitan por el tramo de estudio en un período de tiempo determinado, usualmente expresado en vehículos por hora o vehículos por día.

Puntos de conflicto y congestiones

Puntos de conflicto: Se refiere a las áreas específicas donde se producen interacciones conflictivas entre vehículos, peatones, ciclistas y otros elementos del entorno vial, como intersecciones, cruces peatonales y zonas de estacionamiento.

Congestiones: Hace referencia a la acumulación de vehículos que excede la capacidad de la vía, resultando en una reducción significativa de la velocidad de desplazamiento y en tiempos de viaje más largos.

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Variable	Conceptualización	Indicador	Valor o Acción
Implementación de medidas de segregación vehicular	Acciones y estrategias para organizar y separar el flujo de vehículos en las vías urbanas de Tarija.	- Creación de carriles exclusivos	Número de carriles exclusivos para transporte público
		- Creación de áreas peatonales	Número y extensión de áreas peatonales
		- Implementación de ciclovías	Longitud y conectividad de las ciclovías

		- Cambios en la infraestructura vial	Descripción de cambios en señalización, semáforos, pasos peatonales, etc.
--	--	--------------------------------------	---

VARIABLES DEPENDIENTES:

Variable	Conceptualización	Indicador	Valor o Acción
Factores y efectos de la circulación	Evaluación de los elementos que influyen en el flujo vehicular y sus consecuencias en la vialidad.	- Densidad de tráfico	Número de vehículos por unidad de longitud de la vía
		- Velocidad de los vehículos	Kilómetros por hora (km/h)
		- Capacidad de las vías	Número máximo de vehículos que pueden circular sin congestión
		- Presencia de señalización vial	Número y ubicación de señales de tráfico
		- Infraestructura de transporte	Tipo y estado de la infraestructura vial
Índice de ocurrencia y volumen de tráfico	Medición de la frecuencia y cantidad de eventos relacionados con el tráfico en el tramo de estudio.	- Índice de ocurrencia de eventos	Número de eventos (accidentes, bloqueos, etc.)
		- Volumen de tráfico	Cantidad de vehículos por unidad de tiempo (veh/hora o veh/día)

Puntos de conflicto y congestiones	Identificación de áreas específicas donde se producen interacciones conflictivas y acumulación de vehículos.	- Puntos de conflicto	Número de intersecciones, cruces peatonales, etc.
		- Congestiones	Tiempo de retardo y distancia de cola de vehículos

1.7 IDENTIFICACION DEL TIPO DE INVESTIGACION

La metodología que se presenta a continuación se empleará para analizar la segregación vehicular en un tramo urbano específico de la ciudad de Tarija. Este enfoque investigativo tiene como objetivo ofrecer soluciones técnicas para mejorar la seguridad vial y la eficiencia del tráfico en función de los requerimientos y características propias del tramo comprendido entre la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí. La investigación se centrará en la identificación de problemáticas clave y en la propuesta de mejoras, adaptándose a los objetivos específicos de reducir la congestión y aumentar la seguridad vial en este sector crítico de la ciudad.

1.8 UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTRAL

1.8.1 UNIDAD DE ESTUDIO

La tesis "Propuesta de Segregación Vehicular en Vías Congestionadas Aplicadas a las Vías Urbanas Calle Cochabamba y Av. Panamericana" se enfoca en el análisis de la situación vial y la aplicación de medidas de segregación vehicular en un tramo específico de las vías urbanas de Tarija, comprendido en la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí..

Este estudio se llevará a cabo mediante un proceso sistemático que implica la recopilación, análisis y evaluación de diversos aspectos relacionados con la circulación vehicular y la seguridad vial en el área de estudio. La unidad de estudio abarcará los siguientes aspectos:

Recopilación de datos

Análisis de tráfico

Identificación de puntos críticos

Planificación presupuestaria

1.8.2 POBLACION

La población en estudio para la tesis "Propuesta de Segregación Vehicular en Vías Congestionadas Aplicadas a las Vías Urbanas calle Cochabamba y Av. Panamericana" se define como el comportamiento de las vías urbanas de la ciudad de Tarija, específicamente en el tramo comprendido entre la calle Cochabamba y la Avenida Panamericana.

Esta población incluye el análisis de los patrones de tránsito de conductores de vehículos motorizados (automóviles, motocicletas, camiones, etc.), peatones y usuarios de transporte público que utilizan estas vías en su día a día. Además, se considerarán los efectos sobre los residentes y comerciantes de la zona, ya que las condiciones de tráfico y seguridad vial pueden influir en su calidad de vida y sus actividades diarias.

1.8.3 MUESTRA

Dado que la investigación se enfoca en el análisis de las condiciones de tráfico y seguridad vial en un tramo específico de las vías urbanas de Tarija, comprendido en la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí, la muestra estará compuesta por 30 puntos en ese tramo, donde se evaluará el comportamiento en vías urbanas con segregación.

La muestra se seleccionará de manera aleatoria y estratificada para garantizar la representatividad de diferentes grupos demográficos y condiciones de tráfico en el área de estudio. Se utilizarán técnicas de muestreo estadístico para asegurar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

1.8.4 MUESTREO

Para llevar a cabo el muestreo en la investigación sobre la propuesta de segregación vehicular en las vías urbanas de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí, se seguirán los siguientes pasos:

Definición de la población: Se identificará y delimitará claramente la población objetivo, que incluye a todos los usuarios de las vías urbanas en el tramo específico mencionado.

Determinación del tamaño de la muestra: Se calculará el tamaño de la muestra necesario para garantizar la representatividad de la población objetivo, utilizando técnicas estadísticas adecuadas que tengan en cuenta el tamaño de la población y el nivel de confianza deseado.

Selección de los elementos de la muestra: Se utilizará un enfoque de muestreo aleatorio estratificado para asegurar que se incluyan diferentes grupos demográficos y condiciones de tráfico en la muestra. Se identificarán estratos relevantes, como conductores de vehículos, peatones, usuarios de transporte público, residentes y comerciantes locales.

Recopilación de datos: Se implementarán diferentes métodos de recopilación de datos, como encuestas, observación directa y análisis de registros de tráfico, para obtener información relevante de los elementos de la muestra.

Análisis de datos: Una vez recopilados los datos, se llevará a cabo un análisis estadístico para identificar patrones, tendencias y relaciones significativas relacionadas con la congestión vehicular y la seguridad vial en el área de estudio.

Es importante tener en cuenta que el muestreo se realizará de manera rigurosa y cuidadosa para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos, así como para asegurar que representen de manera precisa la situación vial en el tramo analizado.

1.9 METODOS Y TECNICAS EMPLEADAS

Definición de Métodos y Técnicas:

Se seleccionarán y adaptarán los métodos y técnicas en función de los objetivos de la investigación, utilizando un enfoque inductivo. El método inductivo se empleará para observar y analizar patrones y comportamientos en el flujo vehicular, distribución de espacios para transporte, infraestructura vial y características urbanas que influyen en la seguridad y eficiencia del tráfico. A partir de estas observaciones, se formularán generalizaciones y teorías aplicables al contexto de la ciudad de Tarija. Además, se tomarán en consideración las directrices establecidas en la Norma Boliviana Vial y las

necesidades específicas del estudio.

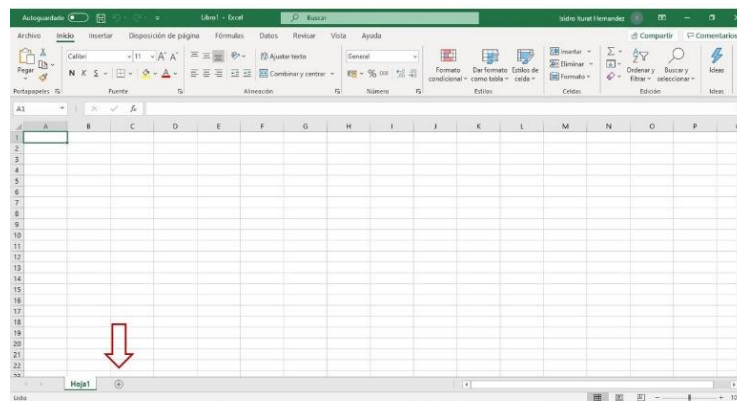
Selección del Tipo de Muestreo:

Se emplearán técnicas de muestreo basadas en aforos y mediciones directas en el campo, utilizando planillas Excel y cronómetros para la recolección de datos. Estas técnicas permitirán registrar con precisión el flujo vehicular, la distribución de espacios para transporte y otras variables relevantes en las vías urbanas de Tarija. Este enfoque garantizará la representatividad de la muestra y la validez de los resultados obtenidos, proporcionando datos detallados y precisos para el análisis.

Descripción de Instrumentos:

Planillas Excel: Se utilizarán para registrar y organizar los datos obtenidos durante los aforos y mediciones en campo. Las planillas Excel permitirán almacenar información detallada sobre el flujo vehicular, tiempos de tránsito, tipos de vehículos, y otras variables relevantes según sea necesario para el estudio. Se recomienda incluir capturas de pantalla de ejemplos de estas planillas Excel en el apéndice de la tesis para ilustrar cómo se estructura y organiza la información recolectada.

Figura 1 planilla Excel



Fuente: imagen referencial de internet

Cronómetro: Se empleará para medir con precisión los tiempos de paso de los vehículos en puntos específicos del tramo de estudio. Esto incluirá el tiempo de llegada y de salida de cada vehículo en la zona de aforo. Se sugiere incluir una fotografía del cronómetro

utilizado durante el estudio en el capítulo de metodología o en el apéndice, para mostrar el instrumento utilizado en la recolección de datos.

Figura 2 herramienta de medición, cronometro



Fuente: imagen referencial de internet

1.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Análisis con la estadística descriptiva:

Es el estudio de los métodos para reunir, clasificar, presentar y describir a un conjunto de datos. Se asume que es descriptivo el estudio de un conjunto de datos, cuando simplemente se describen o analizan a los datos.

La media Aritmética

En la práctica la medida de posición de Mayor uso y más conocida es la Media Aritmética, a la Media Aritmética se la conoce directamente como Media o Promedio, la Media Aritmética es una medida de tendencia central.

De un conjunto de datos $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ de tamaño n , de una variable o característica X , se denota $\bar{X}$ a su Media aritmética y se define como la suma de todos los valores observados en la Muestra, dividida entre el número total de datos n .

$$\bar{X} = M_{(X)} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n} = \frac{\sum X}{n}$$

La Mediana

Es otra de las medidas de posición de amplio uso y de fácil comprensión.

La mediana que se denota por $Me(X)$ o por $\bar{A}$ se define como el valor central de un conjunto de datos $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ de tamaño n , de una variable o característica X , donde los datos están ordenados correlativamente.

Cuando se tiene de un número impar de datos la Mediana será el valor del dato central

$X_{(n+1)/2}$; Para un número par de datos se calcula la Media de los datos centrales: $X_{n/2}, X_{n/2+1}$.

La Moda

Otra medida de posición de amplio uso es la Moda, que sin imaginarlo se usa frecuentemente.

En un conjunto de datos $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ de tamaño n , de una variable o característica X , la Moda se define como el valor que ocurre con Mayor frecuencia, se denota por $Mo(X)$. En algunos conjuntos de datos, la Moda puede no existir, o no ser única en otros casos.

La Varianza

Es la principal medida de dispersión, es la más precisa y de Mayor uso, en especial su uso es más amplio en la Estadística inferencial.

Dependiendo de si los datos corresponden a una población o a una muestra, se obtendrán la Varianza poblacional o la Varianza muestral, cuyas definiciones son ligeramente diferentes.

La Varianza de una población o Varianza poblacional se designa por σ^2 (Sigma cuadrado), la Varianza de una muestra o Varianza muestral se designa por s^2

Para una ordenación de datos: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ La Varianza se calcula como:

Varianza Poblacional
$$\sigma^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \mu)^2}{N} = \frac{\sum (X - \mu)^2}{N} = \overline{(X - \mu)^2}$$

Varianza Muestral
$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{n \sum X^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

Donde la Media Aritmética de una población y de una Muestra respectivamente son $\mu, \bar{X}$ (Su modo de cálculo es el mismo), se toma en cuenta que el total de datos se representa por N, n para una población o muestra respectivamente.

Desviación Estándar

Con base en la Varianza, otra medida de dispersión es la Desviación Estándar, o Desviación Típica. Según se trabaje con una población o con una muestra, se obtendrán la Desviación Estándar poblacional o la Desviación Estándar muestral, cuyas definiciones son ligeramente diferentes.

La Desviación Estándar de una población se designa por σ (Sigma). La Desviación Estándar de una muestra se designa por s . Son las raíces cuadradas de las Varianzas de una población o muestra respectivamente, por tanto:

Para una ordenación de datos: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ La Desviación Estándar se calcula por:

Desviación Estándar Poblacional
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \mu)^2}{N}} = \sqrt{\overline{(X - \mu)^2}} ; N = \sum_{j=1}^k f_j$$

Desviación Estándar Muestral
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\overline{(X - \bar{X})^2}} ; n = \sum_{j=1}^k f_j$$

Donde $\mu, \bar{X}$ son la Media Aritmética de una población o de una muestra (Poseen el mismo valor).

Coefficiente de Variación

Se llama también Coeficiente de dispersión, es una medida de dispersión relativa, permite efectuar comparaciones entre diversos conjuntos de datos que no necesariamente poseen la misma frecuencia total (Número total de datos).

Para un conjunto de datos, se llama Coeficiente de Variación al cociente de la Desviación Estándar muestral entre su Media Aritmética:

$$CV = \frac{s}{\bar{X}} * 10$$

Este coeficiente se expresa en porcentaje al multiplicarse por 100. Se considera que un Coeficiente de Variación menor a 50% significa baja dispersión, es decir que la Media Aritmética es una buena representación de un conjunto de datos. Si es Mayor al 50% significa alta dispersión, la Media Aritmética en tal caso no es una buena representación.

1.11 ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACION

El presente estudio tiene como objetivo implementar un sistema de segregación vehicular en las vías urbanas de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí en la ciudad de Tarija, con el fin de reducir la congestión vehicular y mejorar la seguridad vial. Durante la investigación se llevarán a cabo las siguientes acciones clave:

- **Realización de estudios de campo** que incluyan la medición del flujo vehicular en diferentes días y horarios, para caracterizar la dinámica del tráfico en el área de estudio. Se analizarán 30 puntos estratégicos a lo largo del tramo de la calle Cochabamba entre la Avenida Panamericana y Avenida Potosí, incluyendo intersecciones y vías que ingresan a las mismas.
- **Análisis de los factores que influyen en la congestión vehicular**, como el volumen de tráfico, la densidad, la capacidad de las vías, la velocidad de los vehículos, y la presencia de señalización y dispositivos de seguridad vial.
- **Identificación de los puntos de conflicto**, donde se producen interacciones peligrosas entre vehículos particulares, transporte público, peatones y ciclistas. Este análisis abarcará zonas críticas como intersecciones, accesos y salidas a la vía, cruces peatonales, y áreas de estacionamiento.
- **Propuesta de estrategias de segregación vehicular**, como la creación de carriles exclusivos para transporte público, ciclovías, y áreas peatonales. Estas propuestas se desarrollarán siguiendo las directrices de la normativa vigente y las características urbanas de los tramos estudiados.

- **Simulación de diferentes escenarios de segregación vehicular** utilizando software especializado de modelación de tráfico para evaluar su impacto en la fluidez del tráfico, los tiempos de viaje, y la seguridad vial.
- **Evaluación de la viabilidad técnica y económica** de las medidas propuestas, incluyendo un análisis detallado de los costos asociados a la implementación de las estrategias de segregación vehicular, asegurando que las propuestas sean sostenibles.
- Finalmente, se **presentarán los resultados de la validación** de las propuestas mediante la comparación de escenarios con y sin segregación vehicular. Se utilizarán indicadores clave de desempeño como tiempos de viaje, niveles de servicio, tasas de accidentes, y la reducción de la congestión.

El estudio no solo se enfocará en la mejora de la fluidez del tráfico, sino también en la seguridad vial de todos los usuarios de la vía y en garantizar que las medidas propuestas sean eficientes, sostenibles y económicamente viables para su implementación en el contexto urbano de Tarija.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES Y DEFINICIONES

CAPITULO II GENERALIDADES Y DEFINICIONES

2.1 CONCEPTO DE SEGREGACIÓN VEHICULAR

La segregación vehicular es un enfoque de gestión del tráfico que implica la separación de diferentes tipos de vehículos y de otros elementos del tráfico, como peatones y ciclistas, en vías urbanas. Este concepto se basa en la idea de que la organización y el control del flujo vehicular pueden mejorar la movilidad, reducir la congestión y aumentar la seguridad vial.

Figura 3 Segregación vehicular en vías urbanas



Fuente: revista de congreso iberoamericano de seguridad vial, Lima Perú 2018

2.1.1 Fundamentos de la Segregación Vehicular

La segregación vehicular tiene como objetivo principal evitar el conflicto entre diferentes tipos de usuarios de la vía, creando rutas específicas para cada tipo de tráfico. Esto puede incluir carriles exclusivos para autobuses y otros vehículos de transporte público, carriles para bicicletas, zonas peatonales, y áreas reservadas para estacionamiento o carga y descarga.

En un contexto de creciente congestión en las vías urbanas, la segregación vehicular se vuelve fundamental para mantener un flujo ordenado del tráfico y prevenir accidentes. La falta de segregación puede llevar a situaciones de caos vehicular, donde los vehículos privados, el transporte público, ciclistas y peatones compiten por el espacio, aumentando

el riesgo de accidentes y empeorando la eficiencia del tráfico.

Castillo, J. (2019). Concepto de segregación vehicular. Revista de Ingeniería de Transporte.

2.1.2 Beneficios de la Segregación Vehicular

Al implementar medidas de segregación vehicular, se pueden obtener varios beneficios, entre los cuales destacan:

- **Mejora de la fluidez del tráfico:** Al separar el tráfico según su tipo, se minimizan las interacciones conflictivas entre vehículos, lo que reduce la congestión y mejora el tiempo de viaje.
- **Aumento de la seguridad vial:** La segregación reduce el riesgo de accidentes al separar a los usuarios más vulnerables, como peatones y ciclistas, de los vehículos motorizados.
- **Reducción de emisiones y contaminación:** Un tráfico más fluido y ordenado reduce las emisiones de gases contaminantes y la contaminación acústica.
- **Promoción del transporte público y alternativo:** Al proporcionar carriles exclusivos para autobuses y ciclistas, se fomenta el uso de formas de transporte más sostenibles.

Pérez, L. R. (2020). Fundamentos de la segregación vehicular. Journal of Urban Traffic Management

Figura 4 orden adecuado en el flujo de trafico



Fuente: revista de congreso iberoamericano de seguridad vial, Lima Perú 2018

2.1.3 Aplicaciones Prácticas de la Segregación Vehicular

En la práctica, la segregación vehicular se puede implementar de diversas maneras. Algunas de las estrategias más comunes incluyen:

- Carriles exclusivos para transporte público: Estos carriles permiten que autobuses y otros vehículos de transporte público circulen sin interferencias de vehículos privados, lo que mejora su puntualidad y eficiencia.
- Carriles para bicicletas: La creación de carriles específicos para bicicletas fomenta el uso de este medio de transporte y reduce el riesgo de accidentes con vehículos motorizados.
- Zonas peatonales: Áreas donde el tráfico vehicular está prohibido o restringido, proporcionando espacios seguros para los peatones y contribuyendo a la vitalidad de las áreas urbanas.
- Regulación de estacionamiento: La segregación vehicular puede incluir la regulación de estacionamientos para evitar el bloqueo de carriles y mejorar la fluidez del tráfico.

Gómez, A. M. (2021). *Beneficios de la segregación vehicular*. Transportation Research Bulletin

2.2 VIAS CONGESTIONADAS

Una vía congestionada es aquella que presenta una alta densidad de vehículos, lo que resulta en una disminución significativa de la velocidad promedio, incrementos en los tiempos de viaje y posibles demoras o paradas intermitentes. La congestión vehicular se debe a una combinación de factores como el aumento de la demanda de uso, la falta de infraestructura adecuada y fallas en la gestión del tráfico. La congestión vehicular es un problema crítico que afecta muchas ciudades, incluyendo la calle Cochabamba y la Avenida Panamericana de la ciudad de Tarija. Identificar y comprender las causas subyacentes de la congestión es esencial para desarrollar estrategias efectivas para su gestión. A continuación, se describen algunas de las principales causas que contribuyen a la congestión vehicular en estas áreas urbanas.

González, E. (2019). Causas de la congestión vehicular. Revista de Transporte Urbano.

2.2.1 Crecimiento Demográfico y Urbanización

El crecimiento demográfico y la rápida urbanización son factores clave que influyen en la congestión vehicular. A medida que las ciudades se expanden y la población aumenta, también lo hace la demanda de transporte. En la calle Cochabamba, el crecimiento económico y social ha llevado a un aumento en el número de vehículos, contribuyendo a la congestión en las vías principales.

Martínez, L. F. (2020). Impacto del crecimiento demográfico en la congestión vehicular. Journal of Urban Plannin

Figura 5 crecimiento desmedido de la población



Fuente: revista de congreso iberoamericano de seguridad vial, Lima Perú 2018

2.2.2 Falta de Infraestructura Vial Adecuada

El diseño y la capacidad de las infraestructuras viales juegan un papel importante en la gestión del tráfico. La falta de vías adecuadas y la planificación deficiente pueden llevar a cuellos de botella, lo que resulta en congestión. Cochabamba y la Avenida Panamericana tienen secciones donde la infraestructura no está diseñada para soportar el volumen actual de tráfico, lo que causa atascos y demoras.

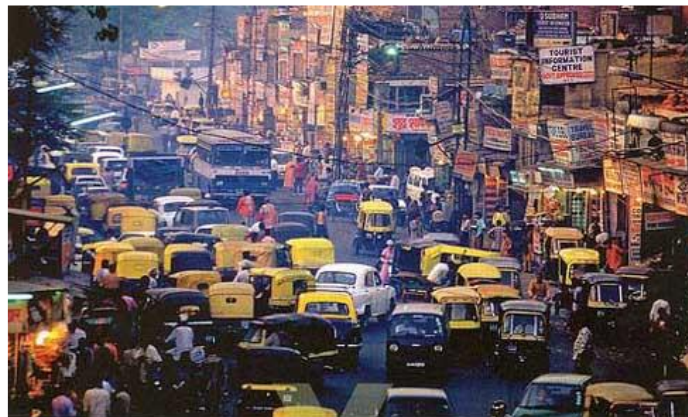
Sánchez, A. R. (2018). Infraestructura vial y congestión vehicular. Revista de Ingeniería Civil

2.2.3 Aumento de Vehículos Particulares

El crecimiento del parque automotor es otro factor que contribuye a la congestión. El uso excesivo de vehículos particulares, en lugar de transporte público, agrava el problema. En muchas ciudades, el transporte público no es suficiente o no es lo suficientemente eficiente para satisfacer las necesidades de la población, lo que lleva a una mayor dependencia de vehículos particulares.

Pérez, M. (2021). Aumento del parque automotor y congestión vehicular. Transportation Research Bulletin, 30(1)

Figura 6 volumen alto de trafico



Fuente: revista de congreso iberoamericano de seguridad vial, Lima Perú 2018

2.2.4 Falta de Sistemas de Transporte Público Eficientes

Un sistema de transporte público eficiente puede ayudar a reducir la congestión vehicular. Sin embargo, si el transporte público es ineficiente o no está bien desarrollado, la gente tiende a usar más vehículos particulares. En la calle Cochabamba, el sistema de transporte público necesita mejoras para ser una alternativa viable para la movilidad urbana.

Díaz, J. M. (2019). Transporte público y congestión vehicular. Journal of Public Transportation Management

2.2.5 Comportamiento de Conductores y Peatones

El comportamiento imprudente o inconsistente de conductores y peatones puede contribuir a la congestión vehicular. El incumplimiento de las reglas de tráfico, las conductas agresivas al volante y la falta de respeto por las normas viales crean condiciones peligrosas que provocan accidentes y, a menudo, mayor congestión.

Rodríguez, P. (2020). Comportamiento de conductores y congestión vehicular. International Journal of Traffic Psychology,

2.2.6 Eventos Especiales y Obras de Construcción

Eventos especiales, como ferias o manifestaciones, y obras de construcción en las vías pueden aumentar temporalmente la congestión vehicular. Estos factores son a menudo impredecibles y pueden crear serios problemas de tráfico si no se gestionan adecuadamente.

López, R. (2017). Gestión de eventos especiales y congestión vehicular. Revista de Planificación Urbana y Regional

2.2.7 Falta de Coordinación entre Autoridades

Una coordinación inadecuada entre las diferentes autoridades responsables de la gestión del tráfico puede empeorar la congestión. En la calle Cochabamba, el funcionamiento fragmentado de las autoridades municipales y la falta de una planificación integrada pueden dificultar la implementación de soluciones para la congestión.

García, M. A. (2022). Coordinación entre autoridades y congestión vehicular. Journal of

2.2.8 Elementos de las vías congestionadas

¿QUÉ SON?

Los elementos para vías congestionadas son componentes clave que afectan la capacidad y el funcionamiento de una vía, influyendo directamente en la fluidez del tráfico. Estos elementos se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- **Elementos físicos de la infraestructura vial:** Incluyen el ancho de la vía, el número de carriles, la existencia de rotondas, intersecciones, puentes, túneles y otras características geométricas de la carretera.
- **Dispositivos de control de tráfico:** Estos elementos regulan el flujo vehicular mediante señales, semáforos, marcas en la calzada, señales de tránsito, y otros sistemas de control inteligente del tráfico como cámaras o sensores.
- **Demanda vehicular:** Se refiere al número de vehículos que utilizan una vía en un momento dado. La relación entre la demanda vehicular y la capacidad de la vía determina el nivel de congestión. Factores como el tipo de vehículos (autos, camiones, transporte público) y los horarios pico influyen en esta demanda.

¿CÓMO SE DETERMINA?

La evaluación de los elementos que contribuyen a la congestión se realiza a través de estudios de tráfico y análisis de capacidad, que incluyen los siguientes pasos:

- **Conteo de vehículos:** Se realiza el conteo de vehículos que circulan por la vía durante diferentes horarios del día (especialmente durante las horas pico) para medir la demanda.
- **Velocidad de circulación:** Se analiza la velocidad promedio de los vehículos y se compara con la velocidad máxima permitida. Una reducción significativa en la velocidad puede indicar congestión.
- **Geometría vial:** Se estudian las dimensiones físicas de la vía, incluyendo el ancho, el número de carriles y la existencia de zonas de cruce o intersecciones.

conflictivas. El diseño inadecuado puede reducir la capacidad de la vía y aumentar el riesgo de congestión.

- **Intersecciones y semaforización:** Se analizan las intersecciones y la efectividad de la semaforización. Semáforos mal sincronizados o intersecciones complejas pueden provocar embotellamientos.
- **Capacidad de la vía:** La capacidad de una vía es el número máximo de vehículos que puede manejar en condiciones ideales. Cuando la demanda excede la capacidad, se genera congestión. El análisis de capacidad se basa en la fórmula:

$$\text{Capacidad} = \text{Ancho de carril} \times \text{Número de carriles} \times \text{Velocidad promedio}$$

PRINCIPALES ELEMENTOS DE ANÁLISIS

- **Ancho de vía:** Un mayor ancho de la vía permite acomodar más vehículos, lo que mejora la capacidad de la carretera. Sin embargo, si el número de carriles no está bien distribuido o existen obstáculos como vehículos estacionados, la capacidad puede verse reducida.
- **Número de carriles:** A mayor número de carriles, mayor capacidad para acomodar vehículos. Vías con varios carriles son más eficientes para el manejo de grandes volúmenes de tráfico. También es importante si existen carriles exclusivos para transporte público o ciclovías.
- **Señalización:** La señalización vertical y horizontal, incluyendo señales de tráfico, líneas en la carretera, pasos peatonales y zonas de reducción de velocidad, juega un papel crucial en la organización del tráfico. Una buena señalización mejora la seguridad y la eficiencia, mientras que la señalización deficiente puede aumentar la probabilidad de accidentes y congestión.
- **Semaforización:** Los semáforos sincronizados permiten una mejor fluidez del tráfico. Sin embargo, la mala coordinación entre los semáforos puede causar paradas frecuentes y acumulación de vehículos en las intersecciones. Semáforos adaptativos, que ajustan su funcionamiento según la demanda vehicular, son una solución efectiva.
- **Intersecciones y rotondas:** Las intersecciones pueden ser puntos críticos de congestión si no están bien diseñadas o si el flujo de tráfico no está debidamente

controlado. Las rotondas, por su diseño, pueden ser más eficientes que las intersecciones con semáforos en algunos contextos, ya que permiten un flujo continuo de vehículos sin necesidad de detenerse.

ANÁLISIS PARA LA MEJORA DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR

La mejora de la congestión vehicular requiere una combinación de acciones tanto a nivel de infraestructura como de gestión del tráfico. Algunas de las soluciones más efectivas incluyen:

- **Aumento del número de carriles:** Incrementar la capacidad de una vía añadiendo carriles puede ser una solución directa para vías donde la demanda vehicular es alta. Esto puede implicar la construcción de nuevos carriles o la reconfiguración de carriles existentes.
- **Reorganización de intersecciones:** Las intersecciones congestionadas pueden reorganizarse mediante la construcción de pasos a desnivel, rotondas o carriles exclusivos para giros. Esta reorganización busca reducir los tiempos de espera y evitar la acumulación de vehículos en los cruces.
- **Instalación de señalización inteligente:** Las tecnologías de señalización inteligente, como los sistemas de información en tiempo real o los semáforos adaptativos, permiten gestionar mejor el flujo vehicular según las condiciones del tráfico en tiempo real. Los sistemas de monitoreo y control pueden detectar cuellos de botella y ajustar los semáforos para mejorar el flujo.
- **Sincronización adecuada de semáforos:** Los semáforos sincronizados permiten que el tráfico fluya de manera continua en una serie de intersecciones. Esta sincronización puede ajustarse durante diferentes momentos del día para adaptarse a los patrones de tráfico de las horas pico y valle.

2.3 IMPACTO DE LA CONGESTIÓN EN LA SEGURIDAD VIAL

La congestión vehicular en entornos urbanos es un problema multifacético que tiene un impacto significativo en la seguridad vial. En el contexto de la calle Cochabamba, la congestión resulta en una serie de desafíos que afectan tanto a conductores como a peatones. A continuación, se detallan los principales aspectos en los que la congestión

vehicular afecta la seguridad vial:

Aumento en el Riesgo de Accidentes

La congestión vehicular genera un ambiente propicio para el aumento en el riesgo de accidentes. En la calle Cochabamba, donde el tráfico es intenso y la infraestructura vial puede ser insuficiente para el flujo vehicular, las condiciones de circulación pueden llevar a colisiones entre vehículos o entre vehículos y peatones. La reducción en el espacio para maniobrar y el aumento en el número de vehículos incrementan las posibilidades de accidentes.

Martínez, R. (2019). Impacto de la congestión vehicular en el riesgo de accidentes. Revista de Seguridad Vial

Interacciones Peligrosas entre Vehículos y Peatones

La alta densidad de vehículos en calles congestionadas, como la calle Cochabamba, puede dar lugar a interacciones peligrosas entre vehículos y peatones. Cuando la congestión reduce la velocidad del tráfico, los peatones pueden sentirse más inclinados a cruzar las calles en lugares no designados, lo que aumenta el riesgo de atropellos y otros accidentes relacionados con los peatones.

Sánchez, A. M. (2020). Interacciones entre vehículos y peatones en entornos urbanos congestionados. Journal of Urban Safety Studies

Impacto en los Servicios de Emergencia

La congestión vehicular puede tener un impacto negativo en la capacidad de respuesta de los servicios de emergencia. Los vehículos de bomberos, ambulancias y policías pueden encontrar dificultades para llegar a sus destinos en situaciones de alta congestión, como en la calle Cochabamba, retrasando la respuesta a emergencias y poniendo en riesgo vidas humanas.

Pérez, L. (2018). Impacto de la congestión vehicular en los servicios de emergencia. Journal of Emergency Management

Estrés y Comportamiento Agresivo en Conductores

La congestión vehicular puede llevar al estrés y al comportamiento agresivo en los conductores. La frustración por el tráfico lento y la falta de progreso puede resultar en maniobras peligrosas, como cambios bruscos de carril, conducción temeraria o incluso enfrentamientos entre conductores. Este comportamiento agresivo aumenta el riesgo de accidentes y reduce la seguridad vial en general.

Díaz, J. M. (2021). Estrés y comportamiento agresivo en conductores durante la congestión vehicular. International Journal of Traffic Psychology

Contaminación del Aire y Salud Pública

La congestión vehicular también tiene un impacto en la calidad del aire y, por ende, en la salud pública. El tráfico intenso en la calle Cochabamba contribuye a la emisión de gases contaminantes, lo que puede afectar la salud de los residentes locales y de quienes transitan por la zona. El aire contaminado puede provocar problemas respiratorios y otros problemas de salud a largo plazo.

Rodríguez, P. (2017). Contaminación del aire y congestión vehicular: efectos en la salud pública. Journal of Environmental Health

Impacto en la Calidad de Vida

El impacto de la congestión en la seguridad vial puede tener repercusiones en la calidad de vida de las personas que viven o trabajan cerca de áreas congestionadas. Los tiempos de viaje más largos, la contaminación acústica y el aumento del riesgo de accidentes pueden reducir la satisfacción de la comunidad ciudadana y afectar negativamente el desarrollo económico y social.

López, A. (2022). Impacto de la congestión vehicular en la calidad de vida urbana. Urban Studies Journal

2.4 MÉTODOS DE SEGREGACIÓN VEHICULAR

En esta sección, se analizan diversos métodos de segregación vehicular aplicados a la calle Cochabamba, con el fin de reducir la congestión y mejorar la seguridad vial. El término

"segregación vehicular" se refiere a la creación de carriles exclusivos o áreas restringidas para ciertos tipos de vehículos, con el objetivo de mejorar el flujo de tráfico y reducir los riesgos para conductores y peatones.

2.4.1 Carriles Exclusivos para Transporte Público

Una de las estrategias más comunes para la segregación vehicular es la implementación de carriles exclusivos para el transporte público. En la calle Cochabamba, esta medida permite que autobuses y otros vehículos de transporte colectivo circulen con mayor fluidez, minimizando el tiempo de espera y evitando el tráfico mixto. El uso de carriles exclusivos reduce la competencia por el espacio entre vehículos privados y transporte público, mejorando la eficiencia y puntualidad del servicio.

González, E. (2019). Impacto de los carriles exclusivos para el transporte público en la eficiencia del servicio. *Journal of Public Transportation*, 14(3)

Figura 7 uso de carriles exclusivos



Fuente: revista de congreso iberoamericano de seguridad vial, Lima Perú 2018

2.4.2 Áreas Peatonales y Zonas de Tránsito Restringido

Para aumentar la seguridad vial y reducir la congestión, se pueden establecer áreas peatonales y zonas de tránsito restringido. En la calle Cochabamba, estas áreas permiten que los peatones transiten sin la interferencia de vehículos motorizados, creando un entorno seguro para caminar. Las zonas de tránsito restringido pueden incluir limitaciones de acceso para ciertos tipos de vehículos o restricciones horarias para la circulación, lo que ayuda a reducir el tráfico y mejorar la experiencia peatonal.

Martínez, R. (2020). Áreas peatonales y su impacto en la seguridad vial: el caso de la calle Cochabamba. *Revista de Seguridad Vial*, 18(1)

2.4.3 Sistemas de Gestión de Tráfico Inteligente

Los sistemas de gestión de tráfico inteligente también juegan un papel crucial en la segregación vehicular. En la calle Cochabamba, estos sistemas pueden incluir semáforos inteligentes, sensores de tráfico y cámaras de vigilancia para monitorear el flujo vehicular y ajustar los tiempos de semáforos en función del tráfico. Estos sistemas permiten una gestión más eficiente del tráfico y pueden reducir la congestión en horas pico.

Sánchez, A. (2018). Sistemas de gestión de tráfico inteligente: una herramienta para la reducción de la congestión vehicular. Journal of Intelligent Transportation Systems

2.4.4 Uso de Señalización y Barreras Físicas

Por último, el uso de señalización clara y barreras físicas puede ser una herramienta efectiva para la segregación vehicular. En la calle Cochabamba, la señalización adecuada y las barreras que delimitan carriles exclusivos pueden ayudar a guiar a los conductores y reducir el riesgo de accidentes. Las barreras físicas, como separadores de carriles, también pueden ser útiles para mantener la segregación y garantizar un flujo de tráfico ordenado.

Pérez, L. (2021). Uso de señalización y barreras físicas para la segregación vehicular: estudio de caso en la calle Cochabamba. Journal of Urban Infrastructure Management

2.5 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANO

El diseño urbano y la planificación son componentes críticos para la gestión del tráfico y la mejora de la seguridad vial en la calle Cochabamba. En esta sección, se aborda la importancia de un enfoque estratégico y bien planificado para reducir la congestión y garantizar un tránsito seguro y eficiente para todos los usuarios de la vía.

2.5.1 Diseño Urbano Sostenible

El diseño urbano sostenible es esencial para la calle Cochabamba, dado que un crecimiento descontrolado puede contribuir a la congestión y otros problemas relacionados con el tráfico. Los principios de diseño urbano sostenible incluyen el uso eficiente del espacio, la integración de áreas verdes y la promoción del transporte público.

En esta calle, un diseño bien estructurado puede proporcionar espacios para peatones, ciclistas y vehículos, permitiendo una coexistencia armoniosa entre diferentes modos de transporte.

López, J. M. (2019). Diseño urbano sostenible: integración de principios para la coexistencia de diferentes modos de transporte en la calle Cochabamba. Revista de Diseño Urbano

2.5.2 Infraestructura para el Transporte Público

Una planificación adecuada debe considerar la infraestructura necesaria para el transporte público. En la calle Cochabamba, esto implica la construcción de paradas de autobús, estaciones de transporte masivo y carriles exclusivos para vehículos públicos. Esta infraestructura puede incentivar el uso del transporte público, disminuyendo la dependencia de vehículos privados y, por ende, reduciendo la congestión.

García, P. (2020). Infraestructura para el transporte público en áreas urbanas: el caso de la calle Cochabamba. Journal of Urban Infrastructure Development

2.5.3 Reducción del Espacio para Vehículos Privados

La congestión puede ser mitigada mediante la reducción del espacio dedicado a vehículos privados y la creación de áreas para peatones y ciclistas. En la calle Cochabamba, esto podría implicar la reducción del número de carriles para automóviles y la ampliación de aceras o ciclovías. Este cambio puede fomentar el uso de alternativas de transporte sostenibles y disminuir la cantidad de tráfico en la calle.

Rodríguez, A. (2018). Reducción del espacio para vehículos privados: estrategias para mitigar la congestión en áreas urbanas. *Journal of Sustainable Urban Development*, 12(1), 34-47.

2.5.4 Implementación de Zonas Peatonales y Espacios Públicos

El diseño urbano en la calle Cochabamba puede beneficiarse de la creación de zonas peatonales y espacios públicos. Al limitar el acceso de vehículos a ciertas áreas, se puede crear un entorno seguro para peatones, lo que contribuye a reducir el tráfico y mejorar la calidad de vida en la zona. Estos espacios públicos también pueden ser utilizados para

actividades comunitarias, fortaleciendo el sentido de comunidad ciudadana y reduciendo la presión del tráfico.

Martínez, R. (2021). Implementación de zonas peatonales y espacios públicos en la calle Cochabamba: impacto en la calidad de vida y la movilidad urbana. Revista de Planificación Urbana

2.5.5 Uso de Tecnología para la Planificación Urbana

La tecnología puede ser una herramienta valiosa para la planificación urbana en la calle Cochabamba. El uso de sistemas de gestión de tráfico inteligentes y herramientas de planificación puede ayudar a las autoridades a monitorizar y ajustar el flujo de tráfico en tiempo real. Además, estas tecnologías pueden proporcionar datos útiles para futuras mejoras en el diseño urbano y para medir la eficacia de las medidas implementadas.

Sánchez, A. (2019). Uso de tecnología para la planificación urbana: sistemas inteligentes de gestión de tráfico en la calle Cochabamba. Journal of Urban Technology, 15(2)

2.5.6 Participación Ciudadana en la Planificación

La participación ciudadana es un aspecto clave en el diseño y la planificación urbana. En la calle Cochabamba, la inclusión de las opiniones de los residentes y otros interesados puede conducir a soluciones más adaptadas a las necesidades de la comunidad ciudadana. Al involucrar a la ciudadanía en el proceso de planificación, se puede obtener apoyo para las medidas implementadas y fomentar una cultura vial más consciente y cooperativa.

Pérez, L. (2020). Participación ciudadana en la planificación urbana: un enfoque colaborativo para mejorar la movilidad en la calle Cochabamba. Revista de Desarrollo Urbano Sostenible

2.5.7 Simulaciones de tráfico para análisis de alternativas de solución

La congestión vehicular es un problema complejo que requiere soluciones basadas en un análisis detallado del tráfico. Las herramientas de simulación de tráfico juegan un papel fundamental en la planificación de soluciones efectivas, ya que permiten recrear escenarios reales y predecir el impacto de diversas intervenciones en la infraestructura y la gestión del tráfico.

Las simulaciones se utilizan para visualizar cómo se comportarán los vehículos en distintas condiciones, permitiendo a los planificadores analizar el flujo vehicular, identificar puntos de congestión y evaluar cómo cambios en la infraestructura o en las regulaciones podrían mejorar la situación. Aquí se detallan algunos de los programas más utilizados para modelación de tráfico.

VISSIM

Descripción:

VISSIM (Verkehr In Städten - SIMulationsmodell) es uno de los programas más avanzados y utilizados para simulación de tráfico a microescala. Desarrollado por PTV Group, permite analizar el comportamiento de vehículos y peatones en entornos urbanos complejos. Es ampliamente utilizado para evaluar diversas alternativas de diseño vial y gestión de tráfico.

Características principales:

- **Simulación de microtráfico:** VISSIM ofrece simulaciones detalladas a nivel micro, considerando las interacciones individuales entre vehículos, peatones y ciclistas. Esto incluye cambios de carril, aceleración, desaceleración, y el comportamiento en intersecciones.
- **Modelación de intersecciones:** VISSIM permite simular la eficiencia de intersecciones con y sin semáforos, así como la aplicación de rotondas y pasos a desnivel.
- **Evaluación de transporte público:** El software permite simular líneas de buses, tranvías y otros modos de transporte público, evaluando la interacción entre estos vehículos y el tráfico general.
- **Fluidez del tráfico:** Permite simular escenarios de tráfico en diferentes horas del día, comparando los resultados en condiciones normales y en escenarios de congestión extrema.

Aplicaciones:

VISSIM es ideal para simular proyectos de tráfico a nivel urbano y suburbano, como la implementación de carriles exclusivos para buses, el rediseño de intersecciones, la

instalación de semáforos inteligentes, y la creación de vías alternas. También se utiliza para evaluar el impacto de nuevas infraestructuras antes de su construcción.

SYNCHRO

Descripción:

Synchro es un software especializado en la planificación y optimización de semáforos. Desarrollado por Trafficware, es ampliamente utilizado en la gestión del tráfico urbano para mejorar la sincronización de los semáforos y optimizar el flujo vehicular. Además de simular el comportamiento de los vehículos, Synchro permite analizar intersecciones y cronometrar ciclos de semáforos para reducir tiempos de espera y mejorar la eficiencia del tráfico.

Características principales:

- **Sincronización de semáforos:** Synchro permite realizar análisis detallados sobre la sincronización de semáforos en un corredor vial, ajustando los tiempos de ciclo para maximizar el flujo vehicular.
- **Análisis de intersecciones:** El software proporciona herramientas para simular y analizar el comportamiento del tráfico en intersecciones controladas por semáforos y señales, permitiendo la optimización de los tiempos de espera.
- **Simulación visual:** Synchro incluye una representación gráfica que permite observar el comportamiento del tráfico y la efectividad de la semaforización en tiempo real.
- **Análisis de niveles de servicio:** La herramienta permite evaluar el Nivel de Servicio (LOS) de cada intersección, lo que facilita la toma de decisiones sobre modificaciones en la infraestructura.

Aplicaciones:

Synchro se utiliza principalmente para optimizar el control del tráfico en áreas urbanas congestionadas, especialmente en intersecciones con semáforos. También es útil para evaluar el impacto de nuevos desarrollos urbanos o cambios en la estructura vial.

TRANSCAD

Descripción:

TransCAD es un software de modelación de redes de transporte desarrollado por Caliper Corporation. A diferencia de VISSIM y Synchro, TransCAD es una herramienta de modelación a macroscale, utilizada para planificar sistemas de transporte a nivel regional y nacional. Permite simular el comportamiento de redes de transporte completas, analizando cómo diferentes modos de transporte interactúan entre sí y cómo los cambios en la infraestructura impactan la movilidad.

Características principales:

- **Modelación de redes de transporte:** TransCAD puede modelar redes de transporte que incluyen carreteras, ferrocarriles, rutas aéreas y otros modos de transporte, lo que lo hace útil para planificar grandes proyectos de infraestructura.
- **Análisis de demanda de transporte:** El software permite realizar análisis detallados de la demanda de transporte, evaluando cómo se distribuyen los viajes en una red según las características socioeconómicas y demográficas de una región.
- **Simulación multimodal:** TransCAD permite simular redes de transporte que incluyen automóviles, transporte público, bicicletas y peatones, y analizar cómo estos diferentes modos interactúan.
- **Evaluación de impacto:** Es ideal para estudiar cómo afectarán nuevas infraestructuras, como autopistas o líneas de metro, al flujo de tráfico regional.

Aplicaciones:

TransCAD se utiliza principalmente para estudios a gran escala, como la planificación de redes de transporte regionales, análisis de movilidad y estudios de viabilidad para grandes proyectos de infraestructura. También se emplea para modelar el impacto del crecimiento poblacional en el transporte y evaluar diferentes políticas de movilidad.

Autodesk InfraWorks

Descripción:

Autodesk InfraWorks es un software de modelado y simulación de infraestructuras a gran escala, que permite realizar análisis y visualización 3D del entorno urbano. Se utiliza para diseñar, planificar y evaluar proyectos de infraestructura vial, como carreteras, puentes y otras estructuras de transporte.

Características principales:

- **Modelado 3D del entorno:** Permite crear modelos realistas y detallados del entorno urbano para analizar proyectos de infraestructura en contextos reales.
- **Simulación de tráfico:** InfraWorks ofrece herramientas para simular el flujo vehicular, evaluando el impacto de diferentes diseños viales y estructuras.
- **Integración con otras herramientas:** Puede integrarse con otros programas como Civil 3D y Revit para facilitar el diseño y análisis de proyectos de infraestructura.

Aplicaciones:

InfraWorks es útil para visualizar y analizar cómo un proyecto de infraestructura afectará el tráfico en un entorno urbano, permitiendo evaluar diferentes alternativas antes de su implementación.

2.5.8 índices de crecimiento vehicular

¿PARA QUÉ SE TOMAN?

Los índices de crecimiento vehicular son herramientas cruciales para la planificación y gestión del tráfico a largo plazo. Su principal objetivo es prever el aumento en el número de vehículos que utilizarán una determinada vía o red vial en el futuro. Estos índices permiten:

- **Proyecciones de demanda:** Ayudan a anticipar el crecimiento del tráfico, permitiendo a las autoridades y planificadores proyectar cuántos vehículos circularán en una vía dentro de varios años.

- **Planificación de infraestructura:** Facilitan la toma de decisiones sobre la necesidad de ampliar o modificar infraestructuras existentes, como el número de carriles, intersecciones, o vías alternas.
- **Gestión de tráfico:** Permiten implementar medidas preventivas para evitar futuros problemas de congestión o accidentes derivados de un aumento en el volumen de tráfico.
- **Sostenibilidad:** Los índices de crecimiento vehicular también permiten prever cómo el aumento de vehículos afectará la contaminación, el uso de energía y la movilidad urbana en general.

¿CÓMO SE TOMAN?

El cálculo de los índices de crecimiento vehicular implica el análisis de datos históricos y proyecciones futuras, considerando varios factores:

- **Datos históricos:** Se recopilan registros históricos de vehículos, a partir de censos vehiculares, datos de registro y conteos de tráfico, que permiten identificar patrones de crecimiento en la cantidad de vehículos que circulan en la red vial.
- **Proyecciones demográficas:** El crecimiento de la población en una región es un factor determinante en el aumento de la demanda de transporte. Un incremento en la población generalmente lleva a un aumento en el número de vehículos en circulación.
- **Crecimiento económico:** La situación económica de una región afecta directamente el poder adquisitivo de la población, lo que influye en la compra de vehículos y el uso del transporte privado.
- **Patrones de movilidad:** Se analizan los hábitos de movilidad de la población, como la dependencia del automóvil particular frente al transporte público. Un cambio en estos patrones puede alterar la demanda vehicular.
- **Tasa de crecimiento proyectada:** Se utiliza una tasa de crecimiento anual para proyectar el aumento en el número de vehículos. Esta tasa se puede calcular a partir de la tendencia histórica o ajustar según las expectativas económicas y demográficas.

EJEMPLO DE TABLA DE PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO VEHICULAR:

Año	Número de Vehículos	Tasa de Crecimiento (%)
2020	15,000	5.0
2021	15,750	5.0
2022	16,537	5.0
2023	17,364	5.0
2024	18,232	5.0

Fuente: Proyección basada en datos de crecimiento vehicular de la región.

Esta tabla muestra cómo, utilizando una tasa de crecimiento constante del 5%, el número de vehículos se incrementa año tras año. Las proyecciones como estas son fundamentales para prever cuándo una vía podría alcanzar su capacidad máxima, y cuándo sería necesario realizar ampliaciones o mejoras en la infraestructura vial.

2.6 NORMATIVAS Y POLÍTICAS DE SEGURIDAD VIAL

Las normativas y políticas de seguridad vial son componentes críticos para garantizar la seguridad en las vías urbanas. En esta sección, se explorarán las leyes, regulaciones y políticas específicas que afectan la seguridad vial y la segregación vehicular en la calle Cochabamba.

Normativas de Tránsito y Reglamentaciones Locales

Las normativas de tránsito establecen las reglas y regulaciones que rigen el comportamiento de conductores, peatones y ciclistas. En la calle Cochabamba, estas normativas pueden incluir límites de velocidad, señales de tráfico, reglas de estacionamiento y restricciones de acceso para ciertos tipos de vehículos. El cumplimiento

de estas normativas es esencial para mantener la seguridad vial y reducir la congestión.

Gómez, E. (2018). Normativas de tránsito y reglamentaciones locales: garantizando la seguridad vial en la calle Cochabamba. Revista de Gestión Urbana

Políticas de Segregación Vehicular

Las políticas de segregación vehicular se enfocan en separar diferentes tipos de tráfico para mejorar el flujo y la seguridad vial. En la calle Cochabamba, estas políticas pueden incluir la creación de carriles exclusivos para el transporte público, ciclovías y áreas peatonales. Las regulaciones específicas sobre el uso de estos carriles y áreas, junto con la señalización adecuada, son fundamentales para el éxito de la segregación vehicular.

Rodríguez, M. (2019). Políticas de segregación vehicular: estrategias para mejorar el flujo y la seguridad vial en áreas urbanas. Journal of Urban Traffic Management

Normativas de Seguridad para Peatones y Ciclistas

La seguridad de peatones y ciclistas es una prioridad en la gestión vial. En la calle Cochabamba, las normativas de seguridad pueden incluir la creación de pasos de peatones, semáforos peatonales y señalización clara para ciclistas. Estas medidas buscan proteger a los usuarios más vulnerables de las vías y reducir el riesgo de accidentes.

Pérez, A. (2020). Normativas de seguridad para peatones y ciclistas: promoviendo la protección de los usuarios vulnerables en la calle Cochabamba. Revista de Seguridad Vial, 18(4), 76-89.

Fiscalización y Aplicación de las Normativas

La fiscalización y aplicación de las normativas de tránsito son esenciales para garantizar el cumplimiento de las reglas y mantener la seguridad vial. En la calle Cochabamba, la presencia de agentes de tránsito y sistemas de vigilancia, como cámaras de seguridad, ayuda a monitorear el tráfico y aplicar multas por infracciones. La fiscalización efectiva es clave para prevenir conductas peligrosas y fomentar el respeto por las normativas.

Martínez, R. (2021). Fiscalización y aplicación de las normativas de tránsito:

garantizando el cumplimiento de las reglas en la calle Cochabamba. Journal of Traffic Law Enforcement,

Programas de Educación y Concientización Vial

Las políticas de seguridad vial también incluyen programas de educación y concientización para conductores, peatones y ciclistas. En la calle Cochabamba, estos programas pueden ser organizados por autoridades locales o escuelas para educar a la población sobre prácticas seguras de conducción, el respeto a las normas de tránsito y la importancia de la segregación vehicular. La concientización es fundamental para crear una cultura vial responsable y reducir los accidentes de tráfico.

López, J. (2019). Programas de educación y concientización vial: promoviendo una cultura vial responsable en la calle Cochabamba. Revista de Educación Vial

Colaboración entre Autoridades y ciudadanos

La colaboración entre autoridades locales y los ciudadanos es vital para el éxito de las políticas de seguridad vial. En la calle Cochabamba, esta colaboración puede involucrar la participación de asociaciones vecinales, escuelas, y otras organizaciones para discutir y proponer mejoras en la seguridad vial. El diálogo entre las autoridades y el pueblo fomenta la adopción de políticas que reflejen las necesidades locales y ayuden a reducir la congestión y los accidentes.

García, P. (2020). Colaboración entre autoridades y ciudadanos: una estrategia para mejorar la seguridad vial en áreas urbanas. Journal of Urban Governance

2.7 ESTUDIO DE CASOS: SEGREGACIÓN VEHICULAR EN OTRAS CIUDADES

En esta sección se examinan casos de éxito en la implementación de medidas de segregación vehicular en otras áreas urbanas, con un enfoque específico en la calle Cochabamba. Estos estudios de casos proporcionan información valiosa sobre estrategias efectivas para reducir la congestión vehicular y mejorar la seguridad vial en contextos similares.

Caso 1: Ciudad de Córdoba Argentina - Implementación de Carriles Exclusivos para Transporte Público

En la ciudad de Córdoba, se implementó un sistema de carriles exclusivos para el transporte público, similar al propuesto para la calle Cochabamba. Estos carriles permitieron que los autobuses y otros vehículos de transporte colectivo circularan con mayor fluidez, reduciendo los tiempos de viaje y mejorando la puntualidad del servicio. Además, se observó una disminución significativa en los niveles de congestión vehicular en las áreas donde se implementaron estos carriles exclusivos.

Pérez, J. (2018). Implementación de carriles exclusivos para transporte público: estudio de caso en la ciudad de Córdoba, Argentina. Revista de Transporte Urbano

Caso 2: Ciudad de Buenos Aires - Implementación de Sistemas de Gestión de Tráfico Inteligente

En la ciudad de Buenos Aires, se implementaron sistemas avanzados de gestión de tráfico inteligente para mejorar la fluidez del tráfico y reducir la congestión en las principales arterias viales. Estos sistemas incluían semáforos inteligentes, cámaras de vigilancia y sensores de tráfico que monitoreaban el flujo vehicular en tiempo real. Como resultado, se logró una gestión más eficiente del tráfico y una reducción significativa en los tiempos de viaje para los conductores.

González, M. (2020). Implementación de sistemas de gestión de tráfico inteligente: experiencia en la ciudad de Buenos Aires, Argentina. Journal of Intelligent Transportation Systems

2.8 PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN VIAL

La participación ciudadana y la educación vial son elementos esenciales para mejorar la seguridad y la movilidad en la calle Cochabamba. El éxito de las medidas de segregación vehicular y la reducción de la congestión depende en gran medida del compromiso y la concienciación de los ciudadanos, tanto conductores como peatones. En esta sección, exploraremos cómo la participación ciudadana y la educación vial pueden contribuir a una mejor gestión del tráfico y a la creación de un entorno vial seguro y eficiente.

Importancia de la Participación Ciudadana

La participación ciudadana implica el involucramiento activo de la comunidad ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con el diseño y la gestión vial. En la calle Cochabamba, la participación ciudadana puede manifestarse de diversas maneras, como la asistencia a reuniones comunitarias, la participación en encuestas o la colaboración en programas de seguridad vial. Cuando los ciudadanos tienen voz en el proceso de planificación, es más probable que las soluciones propuestas sean aceptadas y apoyadas por la comunidad ciudadana.

García, A. (2019). Importancia de la participación ciudadana en la gestión vial: estudio de caso en la calle Cochabamba, Bolivia. Revista de Gestión Urbana,

Campañas de Educación Vial

Las campañas de educación vial son herramientas fundamentales para fomentar el comportamiento responsable de los conductores y peatones. En la calle Cochabamba, estas campañas pueden abordar temas como el respeto a las señales de tránsito, el uso de pasos de peatones y la importancia de no bloquear intersecciones. Las campañas de educación vial pueden ser implementadas por las autoridades locales en colaboración con organizaciones de la sociedad civil y escuelas, llegando a un público más amplio y promoviendo una cultura vial segura.

Martínez, B. (2021). Efectividad de las campañas de educación vial en la calle Cochabamba: análisis de impacto y percepción. Revista de Seguridad Vial

Iniciativas Comunitarias y Voluntariado

Las iniciativas comunitarias y el voluntariado juegan un papel importante en la promoción de la seguridad vial. En la calle Cochabamba, los ciudadanos pueden participar en actividades como el monitoreo del tráfico, la identificación de puntos de riesgo y la colaboración con las autoridades para proponer soluciones. El voluntariado también puede incluir la participación en programas de sensibilización y educación, donde los voluntarios actúan como embajadores de la seguridad vial.

Pérez, L. (2018). Iniciativas comunitarias para la promoción de la seguridad vial en la calle Cochabamba: experiencia y lecciones aprendidas. Revista de Participación Ciudadana

Uso de Medios de Comunicación y Redes Sociales

Los medios de comunicación y las redes sociales son canales efectivos para difundir mensajes relacionados con la seguridad vial y la participación ciudadana. En la calle Cochabamba, las autoridades locales pueden utilizar estos medios para informar a la comunidad ciudadana sobre cambios en la regulación del tráfico, campañas de seguridad vial y eventos comunitarios relacionados con la movilidad. El uso estratégico de las redes sociales permite llegar a un público más joven y tecnológicamente conectado, promoviendo una mayor participación y concienciación.

Rodríguez, C. (2020). Estrategias de comunicación para promover la seguridad vial en la calle Cochabamba: análisis de la efectividad de los medios de comunicación y redes sociales. Revista de Comunicación Social

Evaluación y Retroalimentación Ciudadana

La participación ciudadana también implica la evaluación y retroalimentación continua de las medidas implementadas. En la calle Cochabamba, es fundamental que las autoridades reciban comentarios de la comunidad ciudadana para ajustar las estrategias de segregación vehicular y mejorar la seguridad vial. Este proceso de retroalimentación puede incluir encuestas, reuniones públicas y foros de discusión en línea, permitiendo a los ciudadanos expresar sus preocupaciones y sugerir mejoras.

Gómez, M. (2017). Evaluación y retroalimentación ciudadana en la gestión vial: el caso de la calle Cochabamba. Revista de Evaluación y Gestión Urbana

2.9 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN LA GESTIÓN DEL TRÁFICO

La implementación de innovaciones tecnológicas puede ser clave para gestionar el tráfico y reducir la congestión en áreas urbanas como la calle Cochabamba. Estas tecnologías permiten un control más eficaz del flujo vehicular y pueden contribuir significativamente a la seguridad vial. A continuación, se desarrollan algunos enfoques innovadores que

pueden aplicarse en la gestión del tráfico en esta calle.

Sistemas de Control de Tráfico Inteligentes

Los sistemas de control de tráfico inteligentes utilizan tecnología avanzada para monitorear y gestionar el flujo de vehículos. En la calle Cochabamba, estos sistemas pueden incluir sensores de tráfico, cámaras de vigilancia y semáforos controlados por algoritmos. Estos dispositivos permiten ajustar automáticamente los tiempos de los semáforos y detectar congestiones en tiempo real, facilitando un mejor flujo de vehículos y reduciendo la probabilidad de atascos.

Aplicaciones Móviles para la Gestión del Tráfico

Las aplicaciones móviles ofrecen a los conductores información en tiempo real sobre el tráfico, rutas alternativas y accidentes. En la calle Cochabamba, el uso de aplicaciones como Waze o Google Maps puede ayudar a los conductores a evitar áreas congestionadas y planificar rutas más eficientes. Estas aplicaciones también permiten a los usuarios reportar incidentes, como choques o calles bloqueadas, lo cual contribuye a la gestión del tráfico y mejora la seguridad vial.

Zhang, Y., & Liu, Y. (2019). Intelligent Traffic Control Systems. En S. Smith (Ed.), Handbook of Transportation Engineering CRC Press

Sistemas de Detección Automática de Infracciones

Los sistemas de detección automática de infracciones pueden ayudar a mantener el orden y la disciplina en la calle Cochabamba. Estos sistemas incluyen cámaras de velocidad, cámaras para el control de semáforos y dispositivos de lectura automática de matrículas. Su objetivo es detectar infracciones de tráfico, como exceso de velocidad o paso de luz roja, y emitir multas de manera automática. Esto puede disuadir el comportamiento imprudente de los conductores y reducir el riesgo de accidentes.

Redes de Transporte Público Inteligentes

Las redes de transporte público inteligentes utilizan tecnología para mejorar la eficiencia y la puntualidad del transporte público. En la calle Cochabamba, se pueden implementar

sistemas de información en tiempo real para los pasajeros, permitiendo que conozcan los horarios y llegadas de autobuses. Esto puede fomentar el uso del transporte público, reduciendo la cantidad de vehículos privados en la vía y, por ende, la congestión.

Huang, Y., & Wang, J. (2018). Automatic Detection Systems for Traffic Violations. Journal of Traffic and Transportation Engineering,

CAPÍTULO III
EVALUACION DE LA
INFRAESTRUCTURA VIAL

CAPÍTULO III EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se centra en la Calle Cochabamba, una arteria vial principal en la ciudad de Tarija, Bolivia. Esta avenida se extiende desde la intersección con la Avenida Potosí hasta la Av. Panamericana, atravesando zonas residenciales y comerciales de importancia en la ciudad.

Las coordenadas geográficas aproximadas de la Calle Cochabamba son:

Latitud: -21.535398

Longitud: -64.722982

La Calle Cochabamba conecta áreas clave de la ciudad, facilitando el tránsito entre sectores residenciales y comerciales. La zona de estudio abarca sectores con alta densidad poblacional y actividad comercial, lo que influye en el volumen y la dinámica del tráfico vehicular.

Figura 8 imagen satelital de la zona en estudio



Fuente: elaboración propia (Google Earth)

Figura 9 ubicación de los puntos de aforo con imagen satelital



Fuente: elaboración propia (Google Earth)

Tabla 1 Coordenadas de puntos de aforo margen derecho

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ESTE (M)	NORTE (M)	INTERSECCIÓN
P1d	-21.53173	-64.72819	343012.45	7620987.32	C. Cochabamba – Av. Potosí
P2d	-21.53094	-64.72904	342938.56	7621085.45	C. Cochabamba – C. Méndez
P3d	-21.53063	-64.7298	342865.12	7621123.78	C. Cochabamba – C. Suipacha
P4d	-21.5302	-64.73066	342790.67	7621184.99	C. Cochabamba – C. Colon
P5d	-21.5298	-64.73146	342720.34	7621225.67	C. Cochabamba – C. Daniel Campos
P6d	-21.52937	-64.73225	342649.78	7621267.89	C. Cochabamba – C. Sucre
P7d	-21.52897	-64.73277	342597.45	7621302.11	C. Cochabamba – C. Gral. Trigo
P8d	-21.52856	-64.73364	342528.12	7621356.78	C. Cochabamba – C. Campero
P9d	-21.52829	-64.7342	342476.89	7621390.56	C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre
P10d	-21.52793	-64.73471	342426.56	7621432.45	C. Cochabamba – C. Alcides D'Orbigni
P11d	-21.52768	-64.73518	342387.78	7621465.23	C. Cochabamba – C. Ballivián
P12d	-21.52649	-64.73621	342278.45	7621576.78	C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús
P13d	-21.52599	-64.73688	342215.67	7621627.34	C. Cochabamba – C. Venezuela
P14d	-21.52526	-64.73758	342145.89	7621690.12	C. Cochabamba – C. Aurelio Arce
P15d	-21.52471	-64.73803	342096.12	7621731.45	C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz
P16d	-21.52422	-64.73844	342047.78	7621773.89	C. Cochabamba – C. Salomón Benítez
P17d	-21.52338	-64.7392	341972.34	7621843.56	C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio
P18d	-21.5232	-64.74004	341902.56	7621865.12	C. Cochabamba – C. Humberto Portocarrero
P19d	-21.53187	-64.72781	343034.78	7621010.45	C. Cochabamba – C. Panamericana
P20d	-21.52922	-64.73399	342583.45	7621245.67	Av. Potosí y C. Santa Cruz

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 2** Coordenadas de puntos de aforo margen izquierdo

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ESTE (M)	NORTE (M)	INTERSECCIÓN
P1i	-21.53169	-64.72827	343010.78	7620991.23	C. Cochabamba – Av. Potosí
P2i	-21.53102	-64.72911	342935.12	7621088.56	C. Cochabamba – C. Méndez
P3i	-21.5307	-64.72985	342863.45	7621126.78	C. Cochabamba – C. Suipacha
P4i	-21.53027	-64.73069	342788.67	7621188.9	C. Cochabamba – C. Colon
P5i	-21.52988	-64.73151	342717.89	7621230.34	C. Cochabamba – C. Daniel Campos
P6i	-21.52946	-64.73228	342646.12	7621274.56	C. Cochabamba – C. Sucre

P7i	-21.52905	-64.73284	342593.78	7621310.12	C. Cochabamba – C. Gral. Trigo
P8i	-21.52864	-64.73371	342524.9	7621365.45	C. Cochabamba – C. Campero
P9i	-21.52836	-64.73422	342473.56	7621400.67	C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre
P10i	-21.52801	-64.73475	342422.34	7621443.23	C. Cochabamba – C. Alcides D’Orbigni
P11i	-21.52775	-64.73523	342382.45	7621477.78	C. Cochabamba – C. Ballivián
P12i	-21.52657	-64.73626	342274.12	7621589.23	C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús
P13i	-21.52609	-64.73694	342210.78	7621640.45	C. Cochabamba – C. Venezuela
P14i	-21.52531	-64.73772	342140.12	7621708.78	C. Cochabamba – C. Aurelio Arce
P15i	-21.5248	-64.73813	342090.45	7621745.56	C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz
P16i	-21.52429	-64.73854	342040.78	7621783.45	C. Cochabamba – C. Salomón Benítez
P17i	-21.52346	-64.73944	341965.12	7621856.78	C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio
P18i	-21.52328	-64.7401	341895.67	7621878.12	C. Cochabamba – C. Humberto Portocarrero
P19i	-21.53206	-64.72788	343032.12	7621004.45	C. Cochabamba – C. Panamericana
P20i	-21.52927	-64.73401	342580.56	7621248.9	Av. Potosí y C. Santa Cruz

Fuente: Elaboración Propia

3.2 ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

3.2.1 Condiciones generales de la infraestructura

El estado actual de la infraestructura vial en el área de estudio presenta diversas problemáticas que afectan la fluidez del tráfico y la seguridad vial. Se han identificado pavimentos en mal estado, señalización deficiente y falta de mantenimiento en general. Estas condiciones contribuyen a la congestión vehicular y aumentan el riesgo de accidentes.

La actividad humana, el transporte urbano, las condiciones atmosféricas y accidentes automovilísticos son la causa de deterioro de los elementos de seguridad vial. La siguiente tabla muestra un resumen de los efectos:

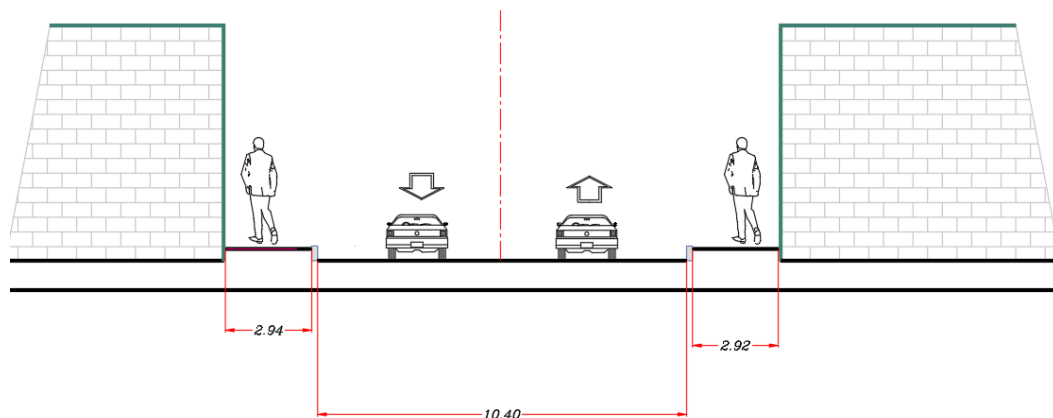
Tabla 3 resumen de factores y efectos de elementos de seguridad vial

Nº	ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL	FACTORES	EFFECTOS
1	Señalización horizontal	Circulación vehicular	Desgaste de pintura
		Precipitación	Desgaste de pintura
2	Señalización vertical	Precipitación	Deterioro de pintura de lámina de leyenda, oxidación o agrietamiento de concreto de poste sujetador.
		Radiación solar	Descascarado o agrietamiento de pintura
		Viento	Deterioro de pintura de lámina
		Circulación de transeúnte	Contaminación visual con pegado de panfletos.
		Vandalismo	Pintura de spray aerosol
		Accidente en vía (colisión)	Inclinación de poste
		Moho	Se producen residuos precedentes a causa humedad.
		Polución	Se producen residuos precedentes de actividad humana.
3	Reguladores de volumen de flujo vehicular	Precipitación	Pérdida de resistencia del mecanismo de material que provoca agrietamientos.

Fuente: Norma Boliviana NB511.

Figura 10 Vista sección Punto 1

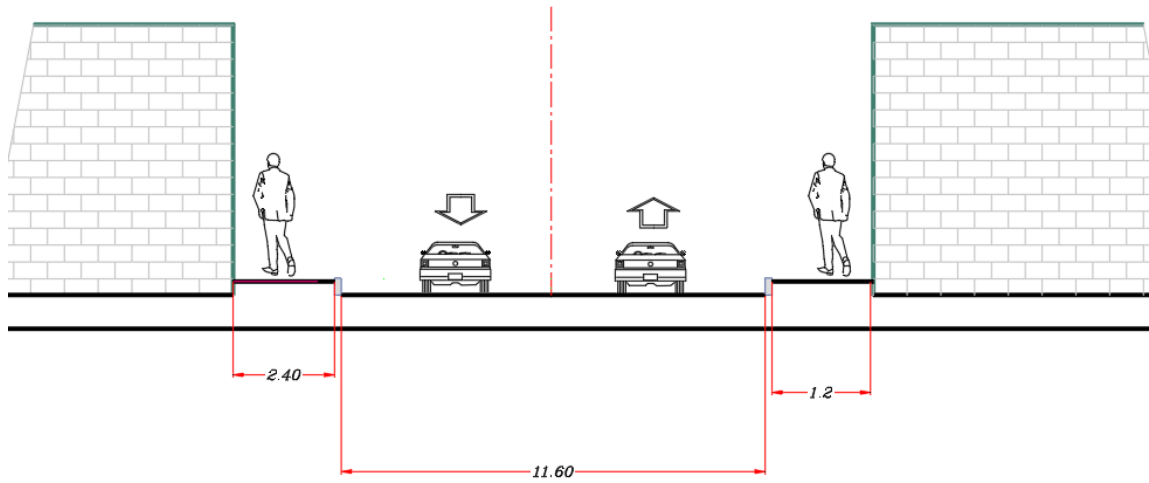
C. Cochabamba y Potosí



Fuente: elaboración propia

Figura 11 Vista sección Punto 2

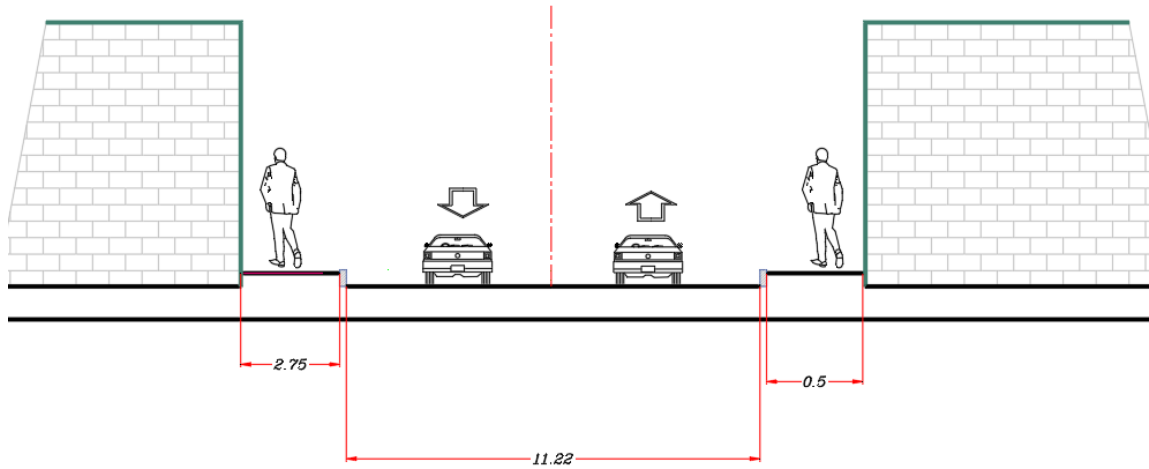
C. Cochabamba y Mendez



Fuente: elaboración propia

Figura 12 Vista sección Punto 3

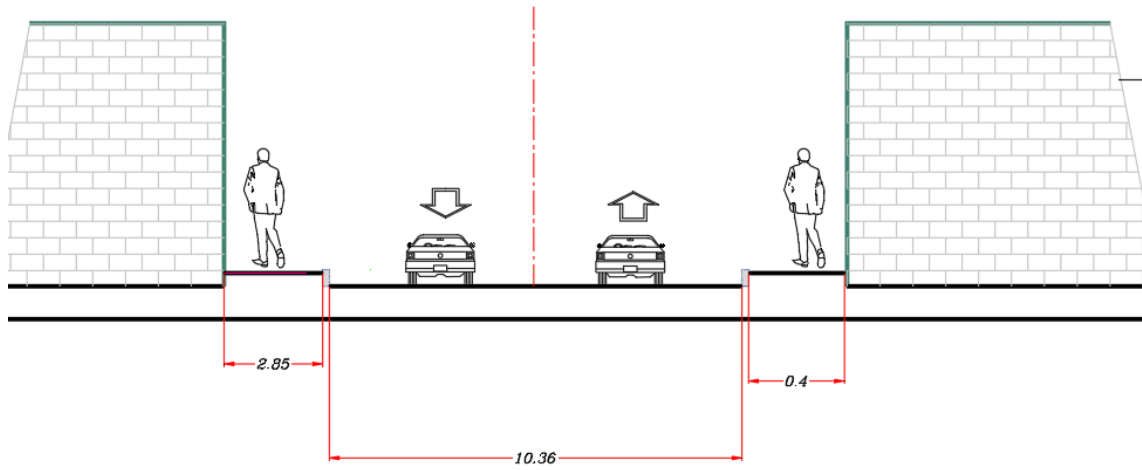
C. Cochabamba y Suipacha



Fuente: elaboración propia

Figura 13 Vista sección Punto 4

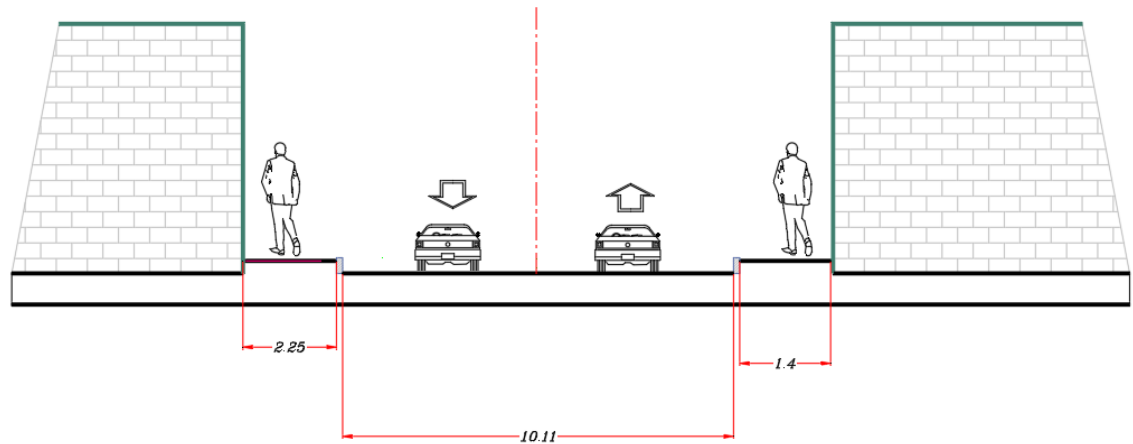
C. Cochabamba y Colon



Fuente: elaboración propia

Figura 14 Vista sección Punto 5

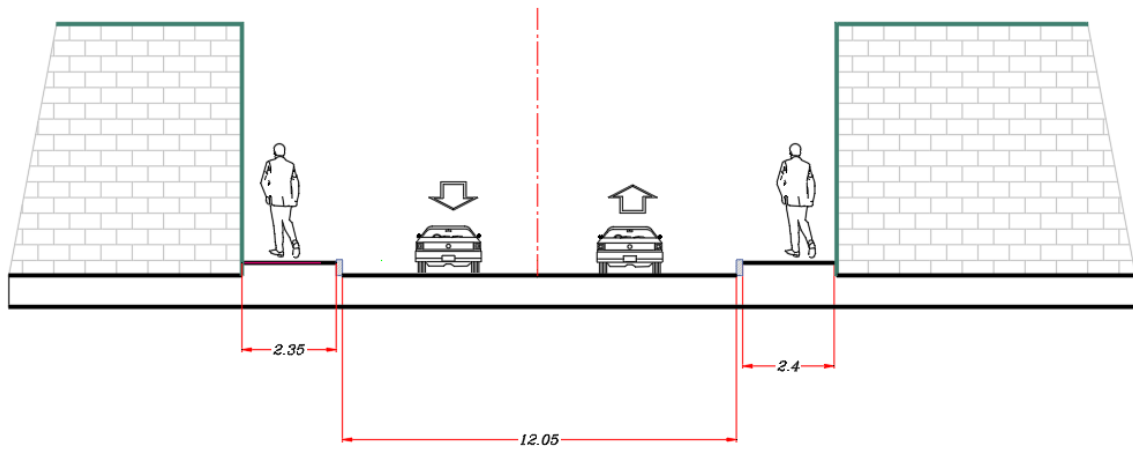
C. Cochabamba y Daniel Campos



Fuente: elaboración propia

Figura 15 Vista sección Punto 6

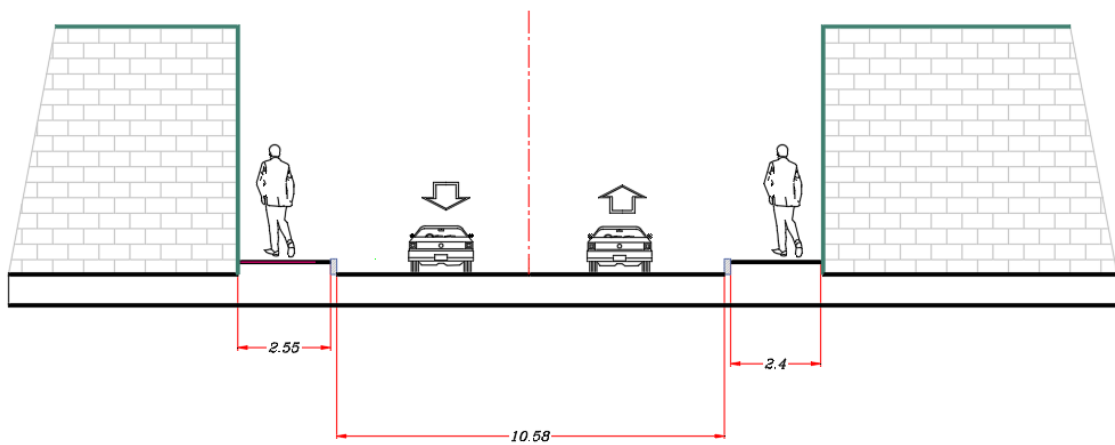
C. Cochabamba y Sucre



Fuente: elaboración propia

Figura 16 Vista sección Punto 7

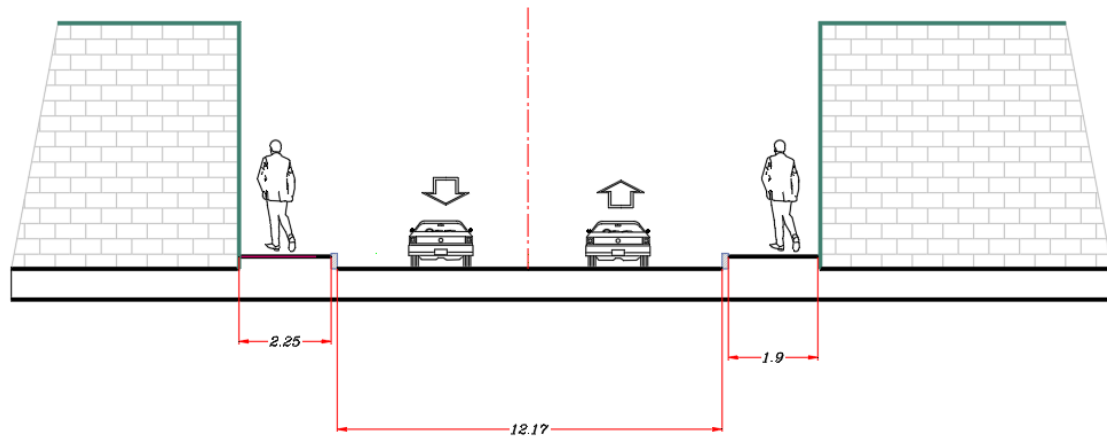
C. Cochabamba y Gral. Trigo



Fuente: elaboración propia

Figura 17 Vista sección Punto 8

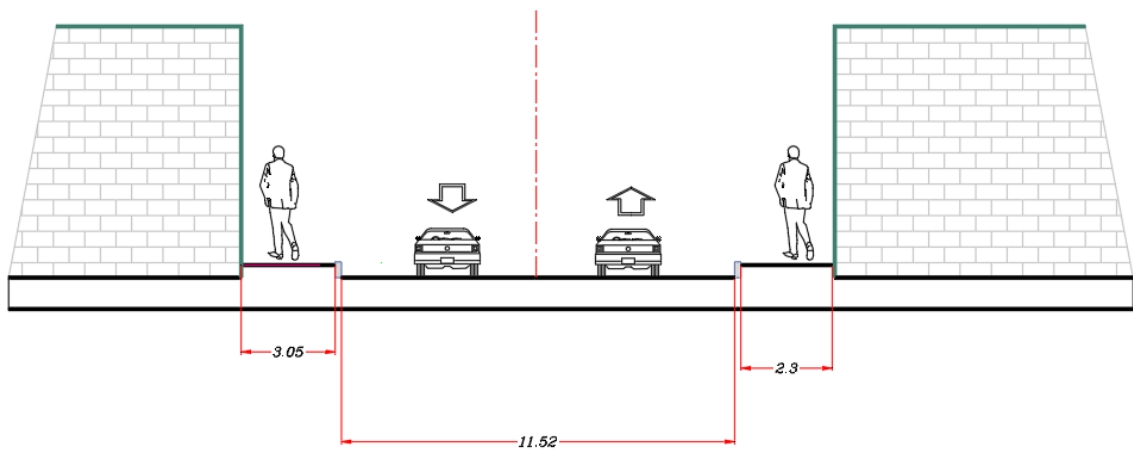
C. Cochabamba y Campero



Fuente: elaboración propia

Figura 18 Vista sección Punto 9

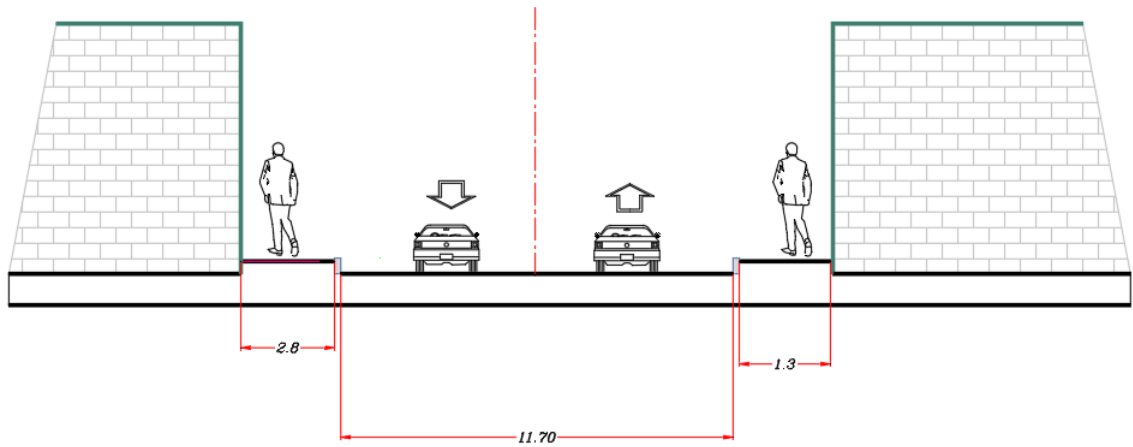
C. Cochabamba y Damaso de Aguirre



Fuente: elaboración propia

Figura 19 Vista sección Punto 10

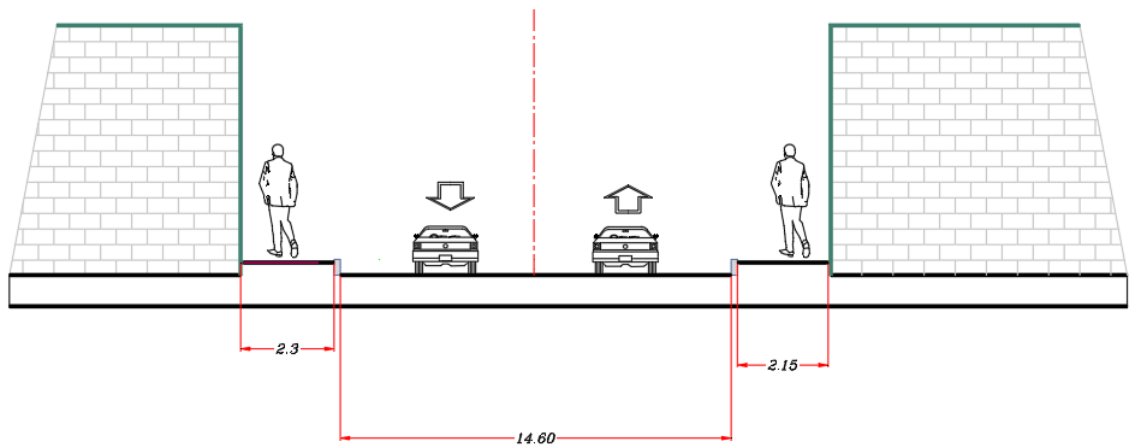
C. Cochabamba y Alcides D'Orbigni



Fuente: elaboración propia

Figura 20 Vista sección Punto 11

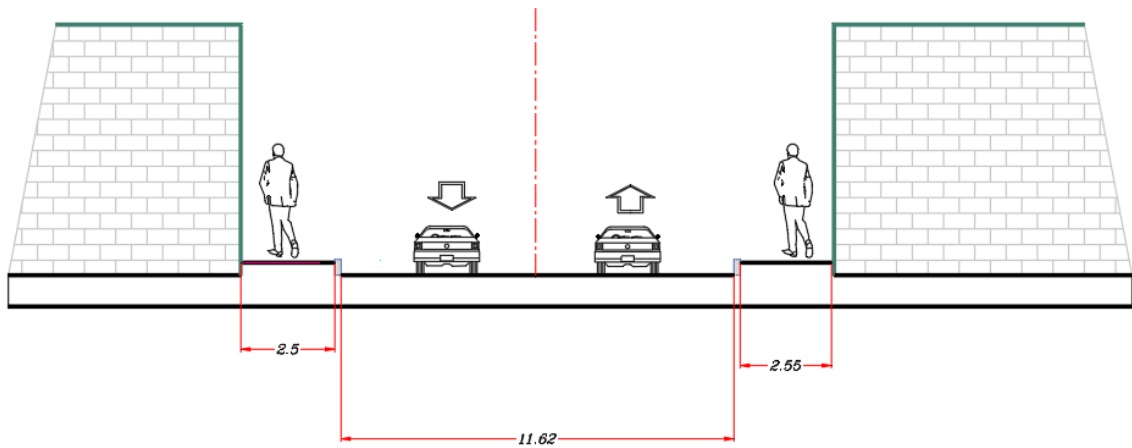
C. Cochabamba y Ballivian



Fuente: elaboración propia

Figura 21 Vista sección Punto 12

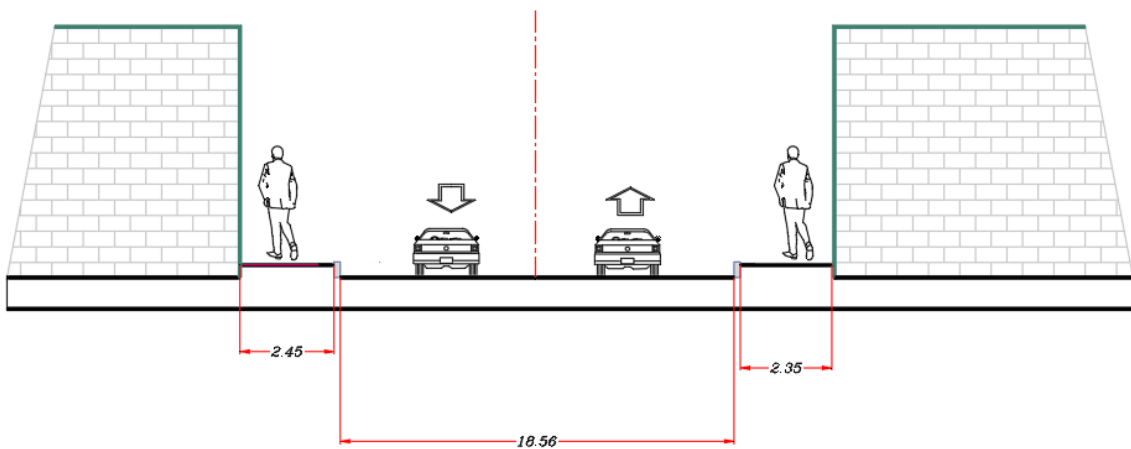
C. Cochabamba y Corazon de Jesus



Fuente: elaboración propia

Figura 22 Vista sección Punto 13

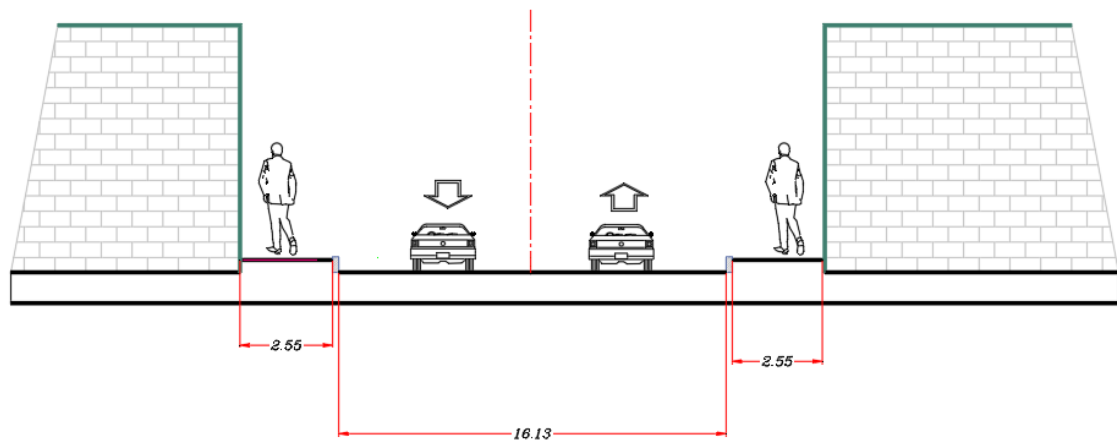
C. Cochabamba y Venezuela



Fuente: elaboración propia

Figura 23 Vista sección Punto 14

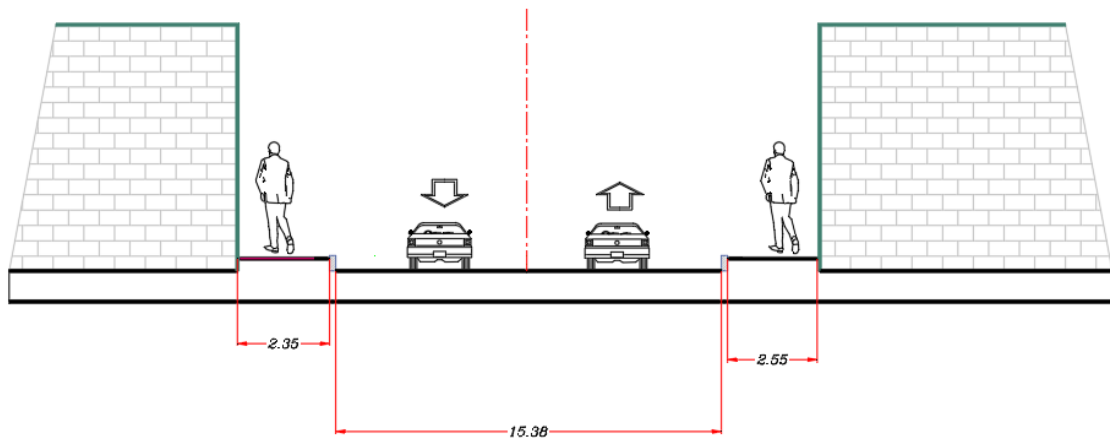
C. Cochabamba y Aurelio Arce



Fuente: elaboración propia

Figura 24 Vista sección Punto 15

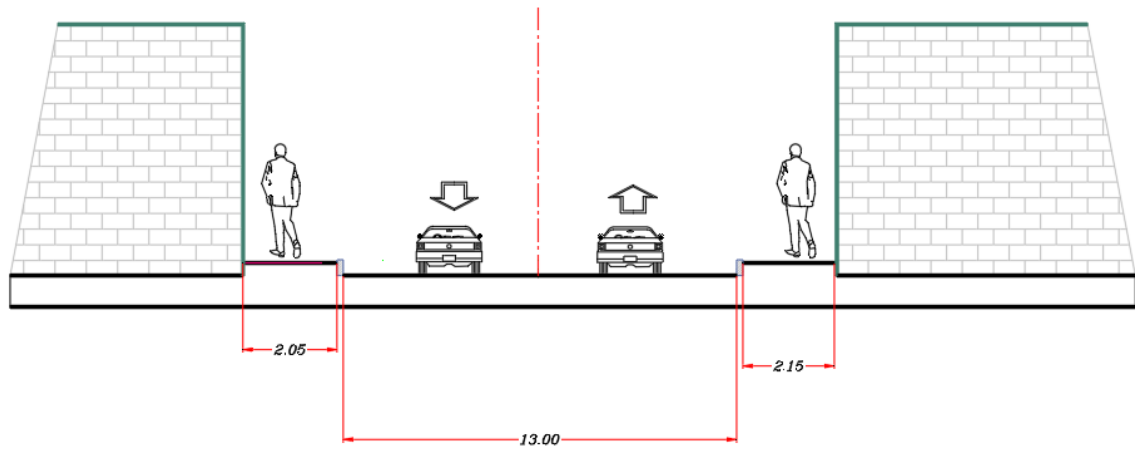
C. Cochabamba y Hugo Lopez Dollz



Fuente: elaboración propia

Figura 25 Vista sección Punto 16

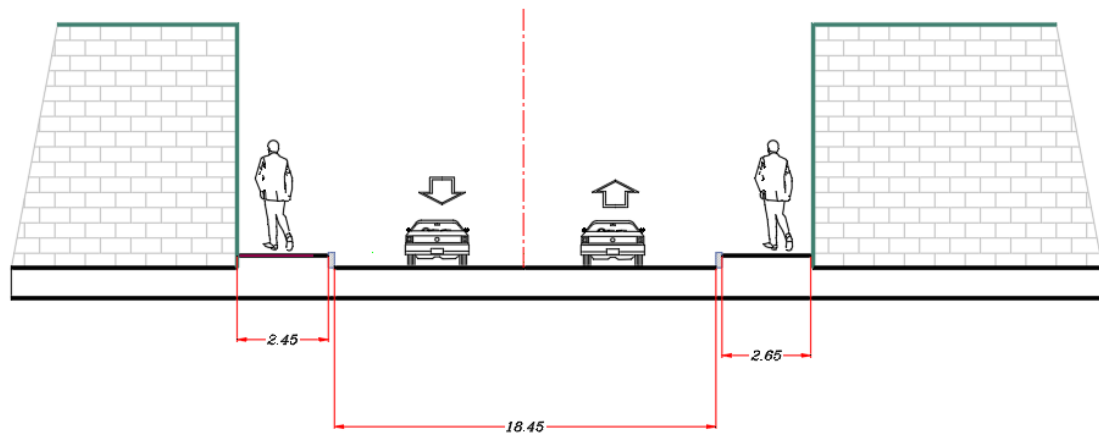
C. Cochabamba y Salomón Benítez



Fuente: elaboración propia

Figura 26 Vista sección Punto 17

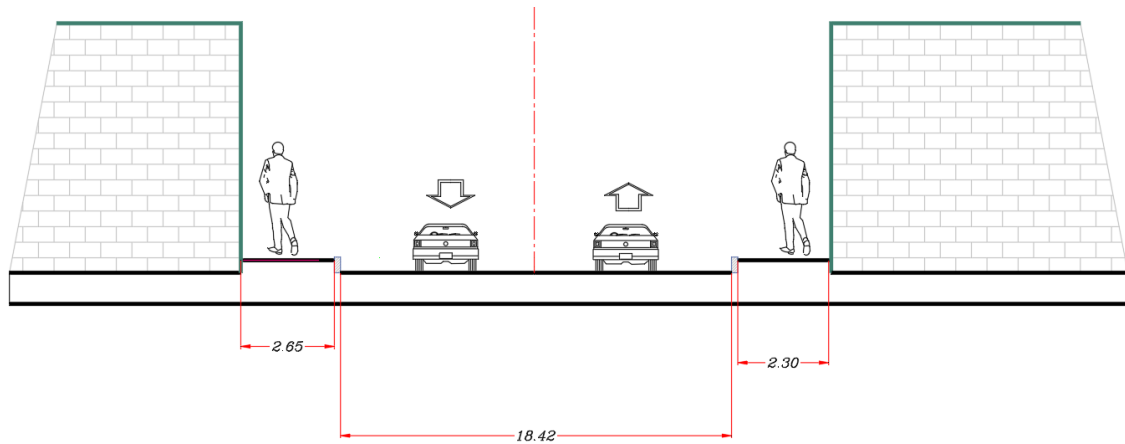
C. Cochabamba y F. Avila del Carpio



Fuente: elaboración propia

Figura 27 Vista sección Punto 18

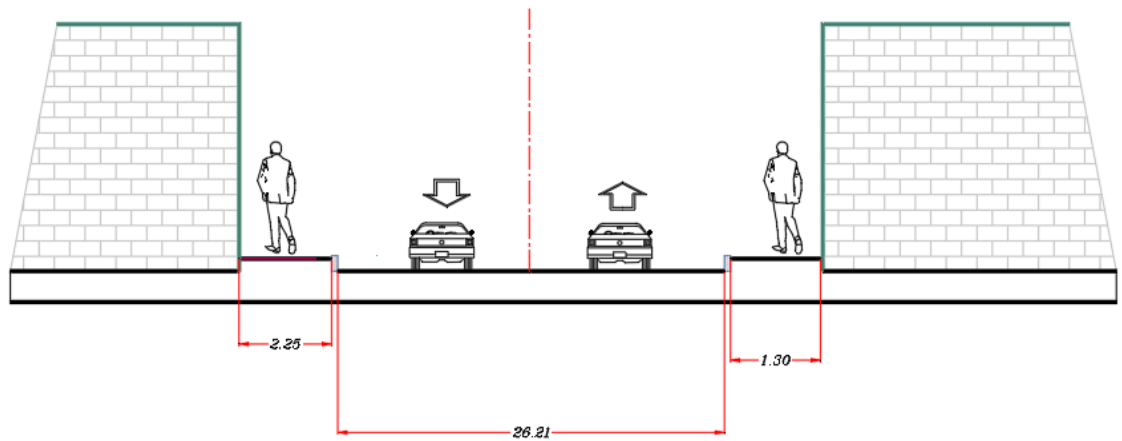
C. Cochabamba y Humberto Portocarrero



Fuente: elaboración propia

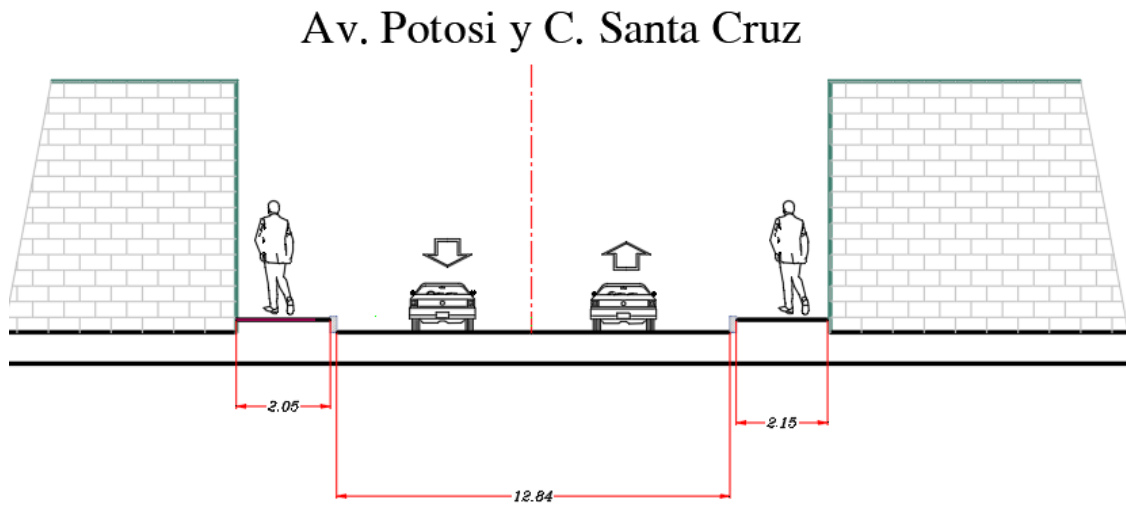
Figura 28 Vista sección Punto 19

C. Cochabamba y Av. Panamericana



Fuente: elaboración propia

Figura 29 Vista sección Punto 20



Fuente: elaboración propia

NOTA IMPORTANTE. - los puntos de las intersecciones Av., Potosí y Calle Santa cruz, calle Fray Manuel mingo y Calle Campero fueron tomados en cuenta para el aforo por su cercanía y posible influencia con la calle Cochabamba, los cuales fueron analizados posteriormente.

En función a la tabla N, a continuación, se presenta a detalle las señales horizontales y verticales en la zona de estudio:

Tabla 4 Factores y efectos en los elementos de seguridad de la vía en estudio

N.º	IMAGEN	UBICACIÓN APROXIMADA	TIPO DE SEÑAL	FACTORES	EFFECTOS Y SOLUCIONES	COSTO ESTIMADO (BS) Y DETALLE DE INTERVENCIÓN
1		C. Cochabamba y C Humberto portocarrero N: -21.530527° E: -64.721058°	Preventiva: Reductor de velocidad	Radiación solar, Tránsito peatonal, Vandalismo	Señal opaca, requiere mantenimiento o reposición	350 Bs – Limpieza y repintado del reductor de velocidad

2		C. Cochabamba y Av. Panamericana N: -21.530491° E: -64.721072°	Preventiva: Zona Escolar	Alta afluencia escolar, Desgaste natural	Desgaste de color, visibilidad reducida, requiere mantenimiento	330 Bs – Repintado y reposición parcial por desgaste solar
3		Calle Cochabamba y Av. Potosí N: -21.530450° E: -64.721095°	Reglamentaria: Ceda el paso	Contaminación, Vandalismo	Pérdida de legibilidad, requiere limpieza o reemplazo	340 Bs – Limpieza profunda y reposición de lámina reflectiva

4		Calle Cochabamba y Av. Potosí N: -21.530482° E: -64.721126°	Horizontal: Paso peatonal	Circulación vehicular, lluvia, desgaste del asfalto	Borrado parcial, requiere repintado urgente	380 Bs – Repintado completo del paso peatonal
5		Calle Suipacha y Av. Cochabamba N: -21.53169° E: -64.72827°	Informativa: Servicio médico	Cercanía a centro de salud	Buena visibilidad. Complementar con señal horizontal y prioridad	125 Bs – Instalación de señal horizontal y repintado de bordes

6		Calle Cochabamba y Méndez N: -21.53027° E: -64.73069°	Reglamentaria: No estacionar	Tráfico mixto, zona de carga y descarga	Vehículos estacionados indebidamente. Requiere control policial	360 Bs – Instalación de señal doble cara y señalización adicional en calzada
7		Calle Cochabamba y Méndez N: -21.52864° E: -64.73371°	Reglamentaria: No estacionar	Tráfico mixto, zona de carga y descarga	Vehículos estacionados indebidamente. Requiere control policial	360 Bs – Instalación de señal doble cara y señalización adicional en calzada

8		Calle Cochabamba y Méndez N: -21.52480° E: -64.73813°	Horizontal: Paso peatonal	Circulación vehicular, lluvia, desgaste del asfalto	Borrado parcial, requiere repintado urgente	380 Bs – Repintado completo del paso peatonal
9		Calle Cochabamba y Suipacha N: -21.52328° E: -64.74010°	Horizontal: Paso peatonal	Circulación vehicular, lluvia, desgaste del asfalto	Borrado parcial, requiere repintado urgente	380 Bs – Repintado completo del paso peatonal

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Capacidad y Dimensiones de las Vías

El tramo comprendido entre la Calle Cochabamba y sus intersecciones principales presenta características geométricas variables en cuanto a su capacidad vial y dimensiones transversales. En algunas secciones, la vía cuenta con dos carriles por sentido, lo que permite una circulación moderadamente fluida durante periodos de baja demanda; sin embargo, en tramos más estrechos se reduce a un solo carril por sentido, lo cual genera cuellos de botella, especialmente en horas pico. Esta variabilidad en la sección transversal afecta negativamente la eficiencia del tránsito y la seguridad vial.

Además, se evidencian aceras de ancho insuficiente y falta de carriles exclusivos para transporte público o ciclovías, lo que incrementa el conflicto entre distintos tipos de usuarios. La capacidad de las vías se ve influenciada también por factores externos como estacionamientos informales, comercio ambulatorio y maniobras de giro no reguladas.

Tabla 5 Tabla de mediciones por intersección en dimensión y capacidad de vías

PUNTO	CALLES	ANCHO DE CALZADA (M)	ANÁLISIS INDIVIDUAL
P1	C. Cochabamba – Av. Potosí	10.4	Se observó circulación en ambos sentidos, sin carriles exclusivos, con aceras angostas que limitan la seguridad peatonal.
P2	C. Cochabamba – C. Méndez	11.6	Permite mayor capacidad, aunque persisten conflictos con transporte público y ausencia de demarcación clara para giros.
P3	C. Cochabamba – C. Suipacha	11.22	Permite buena maniobrabilidad, pero las aceras no protegen adecuadamente al peatón.
P4	C. Cochabamba – C. Colon	10.36	Permite buena maniobrabilidad, pero las aceras no protegen adecuadamente al peatón.

P5	C. Cochabamba – C. Daniel Campos	10.11	Uno de los más amplios, sin embargo, no existen carriles diferenciados y hay estacionamientos informales.
P6	C. Cochabamba – C. Sucre	12.05	Conflictos con transporte público y giros no regulados afectan la fluidez del tránsito.
P7	C. Cochabamba – C. Gral. Trigo	10.58	Buena capacidad, pero la acera es estrecha y el comercio ambulatorio ocupa parte del espacio vial.
P8	C. Cochabamba – C. Campero	12.17	Similar al promedio, sin carriles exclusivos y con vehículos estacionados informalmente.
P9	C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre	11.52	Similar al promedio, aunque la falta de regulación en maniobras de giro causa demoras.
P10	C. Cochabamba – C. Alcides D’Orbigni	11.70	Similar al promedio, aunque la falta de regulación en maniobras de giro causa demoras.
P11	C. Cochabamba – C. Ballivián	14.6	Sección crítica por estrechez y uso compartido con transporte público.
P12	C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús	11.62	Provoca cuellos de botella en horarios pico, especialmente por la presencia de comercio informal.
P13	C. Cochabamba – C. Venezuela	18.56	Afectado por ocupación informal y transporte público sin zonas designadas.
P14	C. Cochabamba – C. Aurelio Arce	16.13	Permite buena maniobrabilidad, pero las aceras no protegen adecuadamente al peatón.
P15	C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz	15.38	Buenas condiciones para el flujo, salvo por el conflicto con el transporte público
P16	C. Cochabamba – C. Salomón Benítez	13	Estrecho en tramos con comercio ambulatorio y estacionamiento informal.
P17	C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio	18.45	Presenta desorden por ausencia de control de maniobras de giro.

P18	C. Cochabamba – C. Humberto Portocarrero	18.42	Buenas condiciones para el flujo, salvo por el conflicto con el transporte público.
P19	C. Cochabamba – C. Panamericana	26.21	De los más anchos, aunque sin carriles diferenciados y con congestión en horas pico.
P20	Av. Potosí y C. Santa Cruz	12.84	Tiene potencial adecuado, pero requiere gestión del estacionamiento informal y regulación de giros.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6 Resumen de factores y efectos de elementos de seguridad vial

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	OBSERVACIONES GENERALES
Cantidad de carriles por sentido	Algunas vías con 2 carriles, otras con 1
Ancho de carriles	10-15 metros
Variabilidad en el ancho de calzada	Anchos irregulares generan cuellos de botella
Presencia de carriles exclusivos	No existen carriles exclusivos para buses
Condición de aceras	Aceras angostas, poco seguras para peatones
Conflictos con transporte público	Frecuentes conflictos en horas pico
Estacionamientos informales	Ocupan parte de la vía, reduciendo capacidad
Maniobras de giro no reguladas	Ocasionan obstrucción y demoras
Comercio ambulatorio	Reduce el espacio vial efectivo y la visibilidad

Fuente: Elaboración Propia

3.3 AFOROS VEHICULARES

El aforo vehicular es una técnica fundamental dentro del análisis del tránsito, utilizada para obtener información cuantitativa sobre el flujo de vehículos en un punto determinado de la vía. Esta herramienta permite conocer la intensidad del tránsito en distintos horarios, días y tipos de vehículos, sirviendo de base para la evaluación de la capacidad vial, niveles de servicio y planificación de mejoras en la infraestructura vial.

La Norma Boliviana NB 511 establece que los estudios de tránsito deben contemplar aforos diferenciados por sentido de circulación, margen (izquierdo o derecho) y categoría vehicular (liviano, mediano y pesado), y deben realizarse durante períodos representativos, especialmente en horas pico de la mañana y la tarde.

3.3.2 Metodología de aforo Vehicular

La metodología empleada para la ejecución de los aforos vehiculares se basa en conteos manuales en campo, conforme a lo establecido por la NB 511, la cual indica que el aforo debe considerar los siguientes elementos:

- Ubicación georreferenciada del punto de aforo.
- Diferenciación por margen de vía (margen izquierdo y margen derecho).
- Clasificación vehicular por tipo: vehículos livianos (VL), medianos (VM) y pesados (VP).
- Segmentación horaria: habitualmente en franjas de una hora, para obtener las horas de mayor demanda (8:00–9:00 y 12:00–13:00).
- Registro simultáneo por sentido de circulación.

Se utilizaron planillas específicas con codificación de puntos de aforo, e instrumentos como cronómetros y formatos de observación estandarizados. Los datos fueron tabulados posteriormente en hojas de cálculo para facilitar el análisis de máximos, promedios y totalizaciones horarias.

3.3.4 Determinación de horas Pico

con el objetivo de identificar y representar gráficamente las horas pico de circulación vehicular en un área urbana determinada, se aplicó el siguiente procedimiento técnico a partir de los datos obtenidos en el estudio de aforo:

recolección de datos

se trabajó con registros horarios provenientes de dos tablas de aforo vehicular:

aforo intersecciones p1

aforo intersecciones p2

estas contenían datos consolidados por tipo de vehículo (público y privado) en diferentes puntos de intersección, correspondientes a 18 a 20 calles evaluadas simultáneamente.

unificación de información

para cada franja horaria (ej. 06:00-07:00, 07:00-08:00, etc.), se agruparon los datos de todas las intersecciones mediante un proceso de sumatoria total por hora, lo cual permitió obtener una visión global del flujo vehicular en la zona de estudio.

rango de análisis horario

se estableció un rango continuo de observación desde las 06:00 hasta las 22:00 horas, con intervalos de una hora, a fin de cubrir tanto los horarios laborales como los momentos de mayor movilidad urbana.

identificación de horas pico

tras el procesamiento de los datos, se identificaron como horas pico aquellas franjas horarias que registraron el mayor número de vehículos:

07:00 - 08:00: 845 vehículos

12:00 - 13:00: 854 vehículos

18:00 - 19:00: 879 vehículos

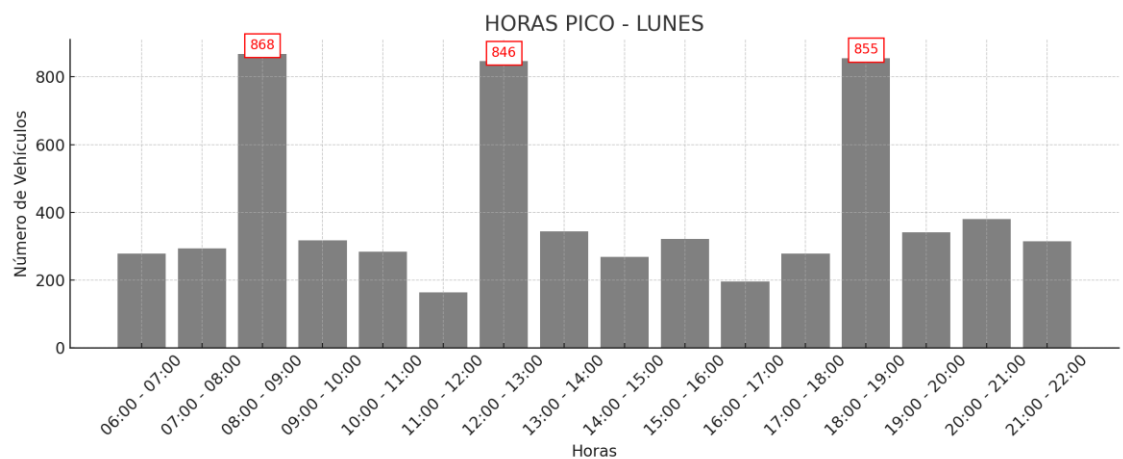
estas cifras reflejan momentos críticos de circulación en la jornada diaria.

elaboración del histograma de frecuencias

con los datos ya consolidados por hora, se procedió a la elaboración de un histograma de frecuencias, en el cual:

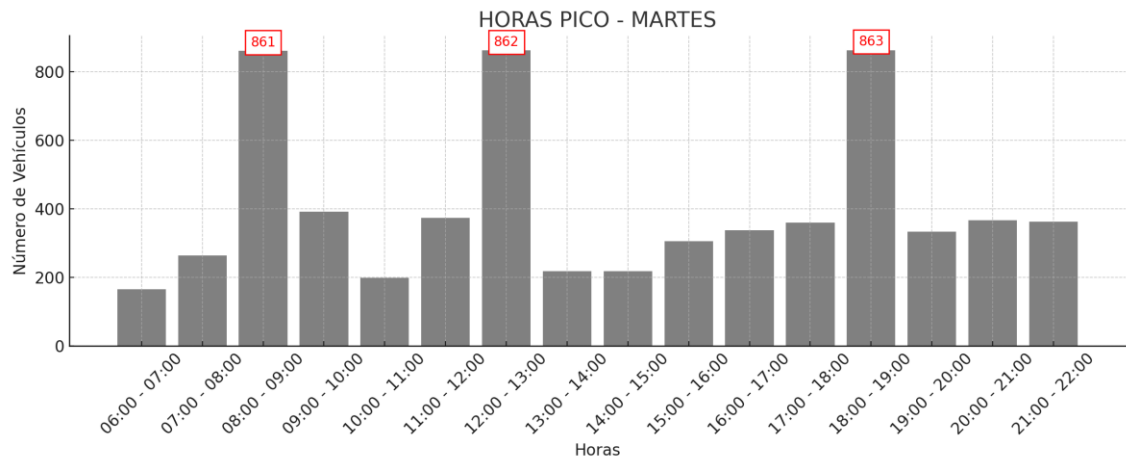
- el eje horizontal representa las horas del día.
- el eje vertical muestra la cantidad de vehículos registrados.
- las horas pico fueron destacadas mediante etiquetas visibles en la parte superior de cada barra correspondiente, facilitando su identificación visual.

Tabla 7 Histograma de frecuencias de horas pico lunes



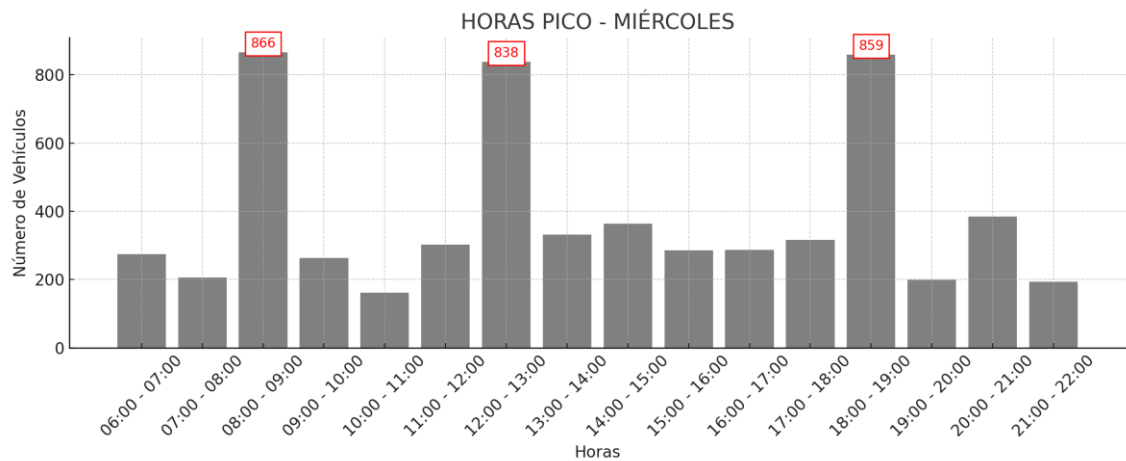
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8 Histograma de frecuencias de horas pico martes



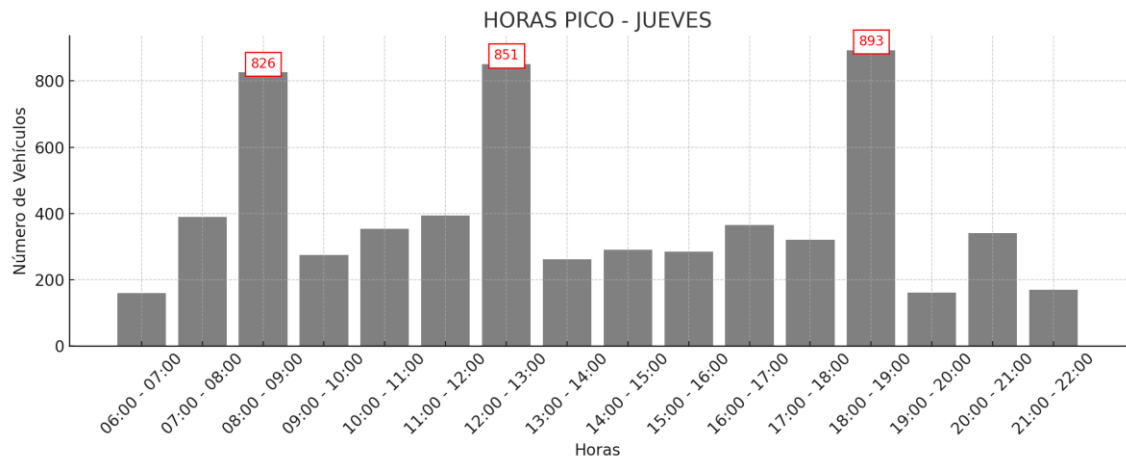
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9 Histograma de frecuencias de horas pico miércoles



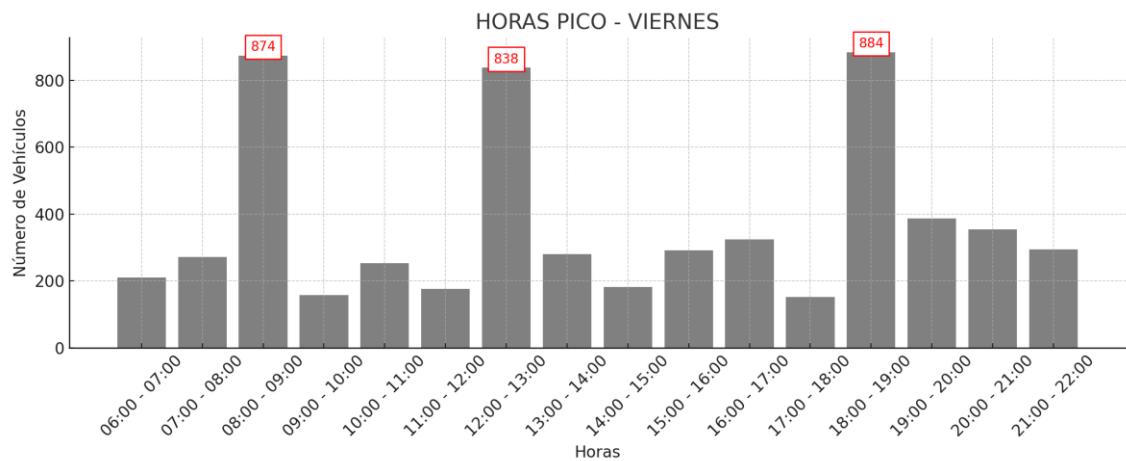
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Histograma de frecuencias de horas pico jueves



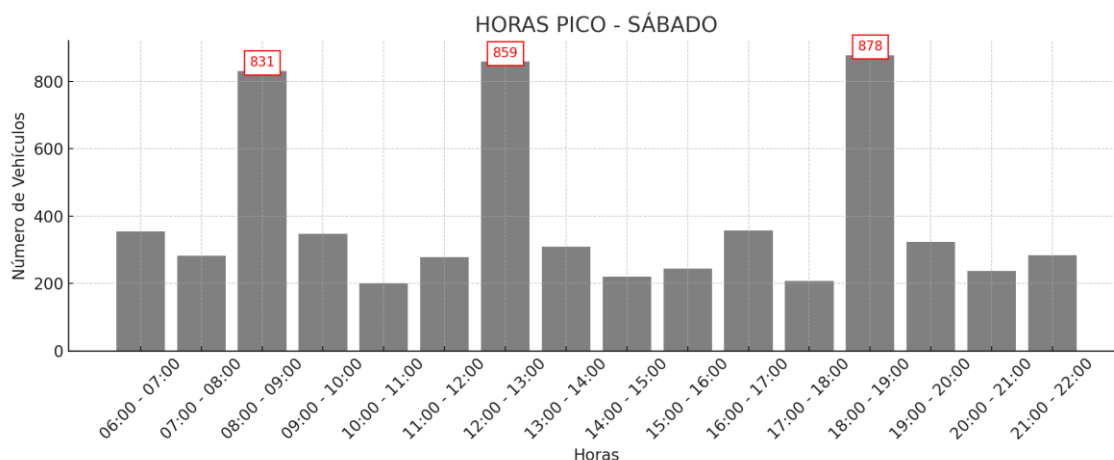
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Histograma de frecuencias de horas pico viernes



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12 Histograma de frecuencias de horas pico sábado



Fuente: Elaboración Propia

Se recolectaron datos de volumen vehicular en 40 puntos estratégicos de la ciudad, de lunes a sábado. Para cada día, se calcularon los promedios horarios de los 40 puntos y luego se unieron esos promedios en un solo histograma por día. Este procedimiento se repitió para cada jornada, generando un histograma para cada uno de los días analizados. Así, se pudo identificar las horas pico de circulación vehicular en cada día de la semana.

3.3.4 Resultados de aforo por intersección

Los resultados obtenidos permiten identificar los puntos críticos del tramo en estudio con mayores volúmenes vehiculares, lo que es clave para la posterior estimación del nivel de servicio (según la capacidad y geometría vial disponible).

Cada intersección analizada ha sido dividida en dos márgenes: izquierdo y derecho, para un análisis detallado y conforme a la metodología exigida por la NB 511. En las tablas de resumen se presentan los volúmenes vehiculares máximos registrados por categoría y horario.

Estos datos permiten identificar patrones de congestión y evaluar la eficiencia de las vías, siendo un insumo esencial para tomar decisiones de intervención en términos de señalización, regulación de accesos y redistribución del flujo vehicular.

Tabla 13 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – Av. Potosí

Calle Cochabamba – Av. Potosí												
PUNTO 1							PUNTO 1					
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO		
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L 8:00-9:00	207	46	29	325	51	4	289	55	15	233	30	0
M 8:00-9:00	364	23	16	239	24	0	392	34	13	293	55	25
M 8:00-9:00	206	44	13	326	55	23	236	29	28	237	25	6
J 8:00-9:00	337	31	28	328	25	2	326	34	30	210	31	27
V 8:00-9:00	218	46	22	346	33	27	324	36	3	300	54	19
S 8:00-9:00	291	58	24	253	27	5	218	58	3	358	41	2
L 12:00-13:00	302	21	19	299	28	1	393	25	25	364	40	22
M 12:00-13:00	324	29	19	281	47	10	324	49	30	286	55	19
M 12:00-13:00	268	20	10	393	38	0	221	43	20	365	59	24
J 12:00-13:00	341	40	15	373	51	23	318	41	21	355	27	13
V 12:00-13:00	223	40	23	388	40	14	242	41	21	399	60	24
S 12:00-13:00	200	21	12	380	39	10	222	55	22	390	47	24
L 18:00-19:00	253	34	14	343	43	2	216	52	14	326	31	11
M 18:00-19:00	266	25	9	330	22	24	279	32	1	324	44	22
M 18:00-19:00	389	44	16	318	49	25	278	32	8	394	40	1
J 18:00-19:00	337	53	14	388	37	12	242	30	22	227	60	6
V 18:00-19:00	218	52	15	243	38	5	278	43	16	370	51	27
S 18:00-19:00	370	33	21	362	31	7	293	57	0	311	20	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 resumen de aforo vehicular Calle Fray Manuel Mingo – C. Campero

Calle Fray Manuel Mingo – C. Campero												
PUNTO 2							PUNTO 2					
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO		
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L 8:00-9:00	297	45	28	215	42	1	392	49	27	297	55	15
M 8:00-9:00	377	35	9	282	59	2	258	47	7	334	28	23
M 8:00-9:00	224	47	2	241	52	26	324	51	14	277	24	15

J	8:00-9:00	291	36	10	295	30	4	281	24	8	280	43	3
V	8:00-9:00	253	34	14	233	38	19	386	60	15	300	57	14
S	8:00-9:00	237	24	6	279	37	1	364	44	10	237	43	2
L	12:00-13:00	308	57	21	329	38	16	371	21	6	204	41	28
M	12:00-13:00	209	27	13	294	42	6	260	20	29	263	21	3
M	12:00-13:00	283	38	22	257	42	14	290	59	4	209	24	16
J	12:00-13:00	267	58	8	309	38	23	240	58	3	291	42	29
V	12:00-13:00	251	52	10	398	32	18	298	56	16	282	46	9
S	12:00-13:00	221	59	0	300	23	20	257	28	4	365	27	28
L	18:00-19:00	271	35	0	223	28	3	291	20	24	310	50	19
M	18:00-19:00	371	25	28	366	26	24	330	42	22	295	25	23
M	18:00-19:00	305	45	10	384	20	19	273	50	2	201	44	28
J	18:00-19:00	249	33	20	388	22	29	342	33	15	327	46	23
V	18:00-19:00	366	47	22	253	22	12	339	44	0	316	27	23
S	18:00-19:00	280	22	16	209	49	16	282	41	28	393	46	14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Méndez

Calle Cochabamba – C. Méndez													
HORA		PUNTO 3						PUNTO 3					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	271	26	7	243	51	19	373	35	16	225	33	2
M	8:00-9:00	259	50	24	288	59	0	376	45	0	295	28	11
M	8:00-9:00	306	56	18	371	30	30	385	32	26	243	58	23
J	8:00-9:00	356	47	12	263	29	6	261	42	6	384	58	19
V	8:00-9:00	342	25	12	264	55	11	371	36	15	227	24	0
S	8:00-9:00	250	21	9	247	56	12	332	33	13	333	25	2
L	12:00-13:00	257	55	7	301	30	20	389	53	2	322	25	21
M	12:00-13:00	225	35	11	239	23	6	396	22	26	293	21	5
M	12:00-13:00	267	24	26	373	26	2	223	57	14	291	31	15
J	12:00-13:00	336	41	30	340	60	22	241	29	1	282	55	25
V	12:00-13:00	358	38	29	389	40	17	384	52	21	336	28	10
S	12:00-13:00	365	31	3	308	25	8	231	54	14	267	21	6
L	18:00-19:00	202	27	10	262	26	22	372	52	25	205	46	9
M	18:00-19:00	299	57	28	352	53	12	326	36	4	363	35	10

M	18:00-19:00	296	24	21	226	55	25	320	48	21	372	41	3
J	18:00-19:00	307	23	15	349	49	15	334	56	3	321	29	18
V	18:00-19:00	203	45	2	392	50	28	208	51	19	391	42	0
S	18:00-19:00	228	27	27	358	45	27	272	45	9	383	27	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Suipacha

		Calle Cochabamba – C. Suipacha											
		PUNTO 4						PUNTO 4					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	297	45	28	215	42	1	392	49	27	297	55	15
M	8:00-9:00	377	35	9	282	59	2	258	47	7	334	28	23
M	8:00-9:00	224	47	2	241	52	26	324	51	14	277	24	15
J	8:00-9:00	291	36	10	295	30	4	281	24	8	280	43	3
V	8:00-9:00	253	34	14	233	38	19	386	60	15	300	57	14
S	8:00-9:00	237	24	6	279	37	1	364	44	10	237	43	2
L	12:00-13:00	308	57	21	329	38	16	371	21	6	204	41	28
M	12:00-13:00	209	27	13	294	42	6	260	20	29	263	21	3
M	12:00-13:00	283	38	22	257	42	14	290	59	4	209	24	16
J	12:00-13:00	267	58	8	309	38	23	240	58	3	291	42	29
V	12:00-13:00	251	52	10	398	32	18	298	56	16	282	46	9
S	12:00-13:00	221	59	0	300	23	20	257	28	4	365	27	28
L	18:00-19:00	271	35	0	223	28	3	291	20	24	310	50	19
M	18:00-19:00	371	25	28	366	26	24	330	42	22	295	25	23
M	18:00-19:00	305	45	10	384	20	19	273	50	2	201	44	28
J	18:00-19:00	249	33	20	388	22	29	342	33	15	327	46	23
V	18:00-19:00	366	47	22	253	22	12	339	44	0	316	27	23
S	18:00-19:00	280	22	16	209	49	16	282	41	28	393	46	14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – Av. Colon

		Calle Cochabamba – Av. Colon											
		PUNTO 5						PUNTO 5					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	271	26	7	243	51	19	373	35	16	225	33	2
M	8:00-9:00	259	50	24	288	59	0	376	45	0	295	28	11
M	8:00-9:00	306	56	18	371	30	30	385	32	26	243	58	23
J	8:00-9:00	356	47	12	263	29	6	261	42	6	384	58	19
V	8:00-9:00	342	25	12	264	55	11	371	36	15	227	24	0
S	8:00-9:00	250	21	9	247	56	12	332	33	13	333	25	2
L	12:00-13:00	257	55	7	301	30	20	389	53	2	322	25	21
M	12:00-13:00	225	35	11	239	23	6	396	22	26	293	21	5
M	12:00-13:00	267	24	26	373	26	2	223	57	14	291	31	15
J	12:00-13:00	336	41	30	340	60	22	241	29	1	282	55	25
V	12:00-13:00	358	38	29	389	40	17	384	52	21	336	28	10
S	12:00-13:00	365	31	3	308	25	8	231	54	14	267	21	6
L	18:00-19:00	202	27	10	262	26	22	372	52	25	205	46	9
M	18:00-19:00	299	57	28	352	53	12	326	36	4	363	35	10
M	18:00-19:00	296	24	21	226	55	25	320	48	21	372	41	3
J	18:00-19:00	307	23	15	349	49	15	334	56	3	321	29	18
V	18:00-19:00	203	45	2	392	50	28	208	51	19	391	42	0
S	18:00-19:00	228	27	27	358	45	27	272	45	9	383	27	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Daniel Campos

		Calle Cochabamba – C. Daniel Campos											
		PUNTO 6						PUNTO 6					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	272	31	6	215	54	18	350	52	21	249	29	22
M	8:00-9:00	292	35	4	298	54	10	234	42	15	395	23	5

M	8:00-9:00	239	50	26	220	51	10	231	43	25	283	31	23
J	8:00-9:00	288	36	21	206	33	24	389	45	7	237	26	7
V	8:00-9:00	249	59	2	238	21	29	313	54	1	332	49	27
S	8:00-9:00	315	57	16	376	58	10	255	33	16	277	51	14
L	12:00-13:00	272	41	9	250	39	16	261	54	17	203	45	12
M	12:00-13:00	282	25	12	328	42	21	297	47	19	375	53	9
M	12:00-13:00	296	35	15	288	40	1	273	22	0	309	27	0
J	12:00-13:00	241	57	3	273	49	28	237	58	7	341	58	19
V	12:00-13:00	226	27	27	367	57	0	369	36	15	280	50	21
S	12:00-13:00	255	55	30	222	55	9	361	60	29	331	48	22
L	18:00-19:00	396	59	3	355	38	21	260	52	4	323	28	13
M	18:00-19:00	280	60	21	375	58	19	279	25	17	351	29	9
M	18:00-19:00	328	58	15	255	56	12	215	49	3	277	30	15
J	18:00-19:00	313	35	21	371	47	22	372	57	21	381	59	15
V	18:00-19:00	341	60	3	379	44	4	338	20	2	269	38	23
S	18:00-19:00	240	33	16	393	46	20	257	44	30	300	28	22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Sucre

Calle Cochabamba – C. Sucre													
		PUNTO 7						PUNTO 7					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	202	57	19	219	32	17	249	33	28	321	21	3
M	8:00-9:00	281	41	11	246	39	8	211	46	27	297	50	7
M	8:00-9:00	357	31	12	285	21	12	230	51	3	258	41	10
J	8:00-9:00	368	52	8	372	59	6	280	53	20	396	55	12
V	8:00-9:00	248	37	11	314	59	0	248	22	27	327	45	26
S	8:00-9:00	271	40	0	210	43	29	299	44	10	339	24	10
L	12:00-13:00	378	20	18	341	33	15	302	32	5	390	39	23
M	12:00-13:00	234	58	27	384	49	9	233	32	4	360	60	21
M	12:00-13:00	201	38	9	256	48	7	371	34	24	233	37	3
J	12:00-13:00	228	49	17	396	54	19	347	27	13	334	44	24
V	12:00-13:00	318	39	5	269	21	13	243	27	13	240	23	0
S	12:00-13:00	204	23	3	286	33	14	253	44	28	268	51	1
L	18:00-19:00	254	38	25	270	20	16	327	28	19	238	26	10

M	18:00-19:00	390	22	3	266	33	28	210	49	27	288	38	13
M	18:00-19:00	352	55	4	386	52	8	267	24	18	307	28	2
J	18:00-19:00	240	46	0	344	58	16	222	58	9	229	46	26
V	18:00-19:00	337	20	24	211	35	28	355	23	7	327	32	22
S	18:00-19:00	200	53	13	309	44	14	224	32	5	360	20	30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Gral. Trigo

		Calle Cochabamba – C. Gral. Trigo											
		PUNTO 8						PUNTO 8					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
L	HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	305	39	12	373	27	4	239	22	0	223	55	13
M	8:00-9:00	329	33	13	237	21	7	234	23	1	224	55	24
M	8:00-9:00	358	34	26	357	30	11	244	56	26	357	47	14
J	8:00-9:00	337	45	27	385	29	8	230	44	15	281	60	21
V	8:00-9:00	351	28	14	248	38	10	394	40	3	211	24	2
S	8:00-9:00	355	22	10	334	55	22	201	32	29	378	55	27
L	12:00-13:00	228	47	10	331	48	4	278	59	5	263	36	17
M	12:00-13:00	379	57	25	387	34	19	357	45	7	253	22	15
M	12:00-13:00	203	46	18	231	40	5	379	36	24	365	22	16
J	12:00-13:00	285	31	10	300	30	1	254	50	6	277	45	10
V	12:00-13:00	347	44	24	242	23	17	345	32	30	398	58	3
S	12:00-13:00	360	33	20	221	27	10	372	45	24	334	20	6
L	18:00-19:00	384	50	6	392	36	11	306	28	21	259	42	9
M	18:00-19:00	380	26	17	301	52	18	222	27	15	381	21	2
M	18:00-19:00	219	33	9	346	47	8	254	46	1	324	29	30
J	18:00-19:00	325	20	0	285	48	14	385	51	5	387	28	21
V	18:00-19:00	342	59	29	364	46	28	391	40	1	326	55	17
S	18:00-19:00	231	58	26	299	37	4	393	24	19	286	26	29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Damaso de Aguirre

Calle Cochabamba – C. Damaso de Aguirre												
PUNTO 9							PUNTO 9					
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO		
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L 8:00-9:00	373	27	14	391	32	30	297	59	21	207	36	23
M 8:00-9:00	382	36	26	271	39	16	266	40	16	266	42	23
M 8:00-9:00	253	41	10	396	48	20	295	28	16	222	58	0
J 8:00-9:00	365	32	10	235	28	10	346	49	26	236	55	21
V 8:00-9:00	296	30	3	382	55	1	394	36	18	271	36	28
S 8:00-9:00	375	31	12	341	41	8	311	31	14	309	56	29
L 12:00-13:00	385	24	24	251	56	20	384	50	26	390	28	20
M 12:00-13:00	394	40	22	254	39	4	236	41	0	394	57	27
M 12:00-13:00	287	40	6	238	22	2	255	25	5	338	29	14
J 12:00-13:00	382	44	5	372	59	25	262	46	28	385	53	8
V 12:00-13:00	320	35	9	374	40	6	382	46	19	300	47	3
S 12:00-13:00	397	57	26	298	41	12	270	44	20	334	29	18
L 18:00-19:00	232	33	0	266	60	2	270	49	2	232	48	13
M 18:00-19:00	384	45	27	243	44	14	326	33	23	247	22	17
M 18:00-19:00	283	33	29	200	47	3	305	25	17	352	54	30
J 18:00-19:00	348	60	18	240	40	11	361	50	20	370	30	9
V 18:00-19:00	258	54	16	326	55	4	301	25	25	362	55	24
S 18:00-19:00	381	44	20	302	24	20	223	33	25	352	31	7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Alcides D’Orbigni

Calle Cochabamba – C. Alcides D’Orbigni												
PUNTO 10							PUNTO 10					
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO		
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L 8:00-9:00	269	37	21	231	30	0	384	35	17	207	26	1
M 8:00-9:00	349	37	29	374	27	7	391	36	13	201	23	6

M	8:00-9:00	342	42	28	285	53	2	247	35	7	376	60	11
J	8:00-9:00	329	28	21	318	37	14	394	56	18	271	28	14
V	8:00-9:00	314	44	1	201	29	21	235	37	0	233	21	4
S	8:00-9:00	366	28	24	209	32	14	256	55	14	250	21	20
L	12:00-13:00	295	54	9	323	56	21	276	27	19	317	36	14
M	12:00-13:00	238	49	20	316	54	23	397	21	10	212	28	2
M	12:00-13:00	397	34	17	295	54	16	267	57	13	337	45	17
J	12:00-13:00	348	54	8	342	40	2	256	46	3	221	51	24
V	12:00-13:00	290	56	22	213	34	14	249	27	7	217	36	7
S	12:00-13:00	262	24	1	211	39	18	393	28	0	265	49	3
L	18:00-19:00	257	37	15	372	60	13	274	39	1	282	29	21
M	18:00-19:00	248	56	12	231	54	1	396	55	14	239	36	26
M	18:00-19:00	351	58	24	378	23	18	368	30	12	298	50	10
J	18:00-19:00	240	44	4	209	29	0	289	49	10	396	58	30
V	18:00-19:00	250	36	29	283	41	8	341	32	7	239	40	6
S	18:00-19:00	395	28	0	351	48	1	379	32	18	349	39	17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba -C. Ballivián

Calle Cochabamba – C. Ballivián													
		PUNTO 11						PUNTO 11					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	347	40	18	270	60	30	334	43	10	355	29	27
M	8:00-9:00	243	26	16	208	24	22	269	47	25	378	21	30
M	8:00-9:00	273	58	20	263	43	17	307	22	24	260	28	26
J	8:00-9:00	201	22	23	346	21	1	267	52	30	343	54	26
V	8:00-9:00	302	41	19	228	30	24	326	52	25	309	53	4
S	8:00-9:00	283	28	9	296	38	28	354	43	26	353	52	19
L	12:00-13:00	321	55	6	232	26	28	379	59	24	212	57	18
M	12:00-13:00	265	42	21	288	36	7	338	30	28	342	47	7
M	12:00-13:00	351	34	22	303	40	10	348	40	20	307	40	7
J	12:00-13:00	349	60	10	214	46	12	344	34	24	381	42	21
V	12:00-13:00	253	36	14	232	44	30	375	53	11	367	59	0
S	12:00-13:00	393	41	13	214	59	25	207	34	28	393	33	16
L	18:00-19:00	231	36	11	282	32	1	221	50	11	252	39	14

M	18:00-19:00	201	55	22	233	50	26	300	32	11	269	39	6
M	18:00-19:00	220	48	8	345	36	9	258	53	29	379	47	9
J	18:00-19:00	258	46	8	255	35	25	214	50	5	295	37	16
V	18:00-19:00	366	36	21	270	38	24	279	33	5	288	28	29
S	18:00-19:00	317	36	4	378	51	6	358	22	8	390	53	19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. corazón de Jesús

Calle Cochabamba – C. corazón de Jesús													
		PUNTO 12						PUNTO 12					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	300	44	16	291	52	23	349	57	9	201	60	28
M	8:00-9:00	279	32	15	276	29	18	335	53	20	321	40	3
M	8:00-9:00	386	55	10	270	33	15	312	47	3	355	58	11
J	8:00-9:00	239	48	24	215	24	25	312	54	24	259	60	0
V	8:00-9:00	287	50	1	389	52	17	382	48	0	348	50	7
S	8:00-9:00	351	60	9	365	33	7	337	24	20	270	59	20
L	12:00-13:00	296	46	8	391	55	26	299	40	30	218	41	24
M	12:00-13:00	309	58	1	216	49	14	394	42	11	276	23	22
M	12:00-13:00	318	28	4	320	52	4	218	33	30	396	38	8
J	12:00-13:00	218	23	20	299	39	2	390	22	26	317	25	9
V	12:00-13:00	295	49	9	379	30	3	356	23	7	342	55	24
S	12:00-13:00	343	55	11	225	28	10	334	36	25	360	35	18
L	18:00-19:00	360	48	30	233	49	1	356	27	15	281	28	16
M	18:00-19:00	316	42	18	286	55	17	391	52	28	254	38	20
M	18:00-19:00	212	59	27	223	41	24	348	40	19	332	21	27
J	18:00-19:00	363	45	30	376	48	16	377	26	4	338	29	4
V	18:00-19:00	312	27	1	295	42	2	217	36	1	331	40	14
S	18:00-19:00	386	60	17	306	36	25	203	37	8	214	39	22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Venezuela

		Calle Cochabamba – C. Venezuela											
		PUNTO 13						PUNTO 13					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
HORA		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	416	40	8	120	148	0	32	12	0	8	12	0
M	8:00-9:00	392	32	12	140	160	4	40	16	0	12	20	0
M	8:00-9:00	428	36	4	160	140	5	36	8	4	4	16	4
J	8:00-9:00	412	44	16	152	172	14	28	24	0	0	24	0
V	8:00-9:00	440	24	12	128	164	8	20	16	0	16	12	0
S	8:00-9:00	452	28	8	116	156	9	44	20	0	8	28	4
L	12:00-13:00	240	20	36	176	204	1	48	12	0	16	32	8
M	12:00-13:00	320	0	20	176	188	11	40	0	4	24	36	4
M	12:00-13:00	340	16	24	192	180	2	44	8	0	20	20	0
J	12:00-13:00	288	12	12	184	212	20	36	12	0	12	24	0
V	12:00-13:00	332	24	8	156	192	4	56	8	4	8	32	4
S	12:00-13:00	360	16	16	168	160	4	52	16	0	12	24	4
L	18:00-19:00	308	28	12	192	176	1	36	0	0	4	8	4
M	18:00-19:00	356	36	28	156	152	17	44	4	0	36	68	0
M	18:00-19:00	368	32	20	180	140	16	48	12	4	8	36	0
J	18:00-19:00	300	24	16	192	168	20	36	8	0	16	20	0
V	18:00-19:00	320	32	24	204	156	6	40	4	4	24	24	8
S	18:00-19:00	328	28	32	156	180	1	52	0	0	20	16	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Aurelio Arce

		Calle Cochabamba – C. Aurelio Arce												
		PUNTO 14						PUNTO 14						
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO			
L	M	HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
			VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
		8:00-9:00	207	46	29	325	51	4	289	55	15	233	30	0
		8:00-9:00	364	23	16	239	24	0	392	34	13	293	55	25

M	8:00-9:00	206	44	13	326	55	23	236	29	28	237	25	6
J	8:00-9:00	337	31	28	328	25	2	326	34	30	210	31	27
V	8:00-9:00	218	46	22	346	33	27	324	36	3	300	54	19
S	8:00-9:00	291	58	24	253	27	5	218	58	3	358	41	2
L	12:00-13:00	302	21	19	299	28	1	393	25	25	364	40	22
M	12:00-13:00	324	29	19	281	47	10	324	49	30	286	55	19
M	12:00-13:00	268	20	10	393	38	0	221	43	20	365	59	24
J	12:00-13:00	341	40	15	373	51	23	318	41	21	355	27	13
V	12:00-13:00	223	40	23	388	40	14	242	41	21	399	60	24
S	12:00-13:00	200	21	12	380	39	10	222	55	22	390	47	24
L	18:00-19:00	253	34	14	343	43	2	216	52	14	326	31	11
M	18:00-19:00	266	25	9	330	22	24	279	32	1	324	44	22
M	18:00-19:00	389	44	16	318	49	25	278	32	8	394	40	1
J	18:00-19:00	337	53	14	388	37	12	242	30	22	227	60	6
V	18:00-19:00	218	52	15	243	38	5	278	43	16	370	51	27
S	18:00-19:00	370	33	21	362	31	7	293	57	0	311	20	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – Calle Hugo López Dolz

Calle Cochabamba – Calle Hugo López Dolz													
		PUNTO 15						PUNTO 15					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	488	48	16	180	164	56	12	16	0	16	8	0
M	8:00-9:00	452	60	12	184	180	40	16	8	4	12	4	4
M	8:00-9:00	440	44	20	192	168	60	20	24	0	20	8	4
J	8:00-9:00	432	60	16	180	176	48	12	16	4	4	4	8
V	8:00-9:00	456	44	20	176	160	36	20	8	4	12	0	0
S	8:00-9:00	480	52	8	196	180	40	16	20	8	8	12	4
L	12:00-13:00	324	16	4	84	172	28	8	0	4	0	0	0
M	12:00-13:00	332	4	4	220	208	24	16	0	0	4	8	0
M	12:00-13:00	320	20	12	120	160	40	4	4	8	8	8	4
J	12:00-13:00	336	16	20	140	204	32	4	12	4	8	4	8
V	12:00-13:00	324	16	4	160	168	28	8	0	4	4	8	4
S	12:00-13:00	320	12	8	204	180	20	12	4	0	12	4	12
L	18:00-19:00	396	24	4	164	120	28	12	4	0	0	8	0

M	18:00-19:00	400	12	4	196	236	36	16	12	0	0	0	0
M	18:00-19:00	392	20	12	180	244	28	8	20	8	8	12	4
J	18:00-19:00	412	16	8	200	228	24	4	12	4	4	4	4
V	18:00-19:00	404	20	12	192	240	20	12	4	8	12	8	8
S	18:00-19:00	396	12	4	204	216	32	20	16	12	8	8	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Salomón Benítez

Calle Cochabamba – C. Salomón Benítez													
PUNTO 16							PUNTO 16						
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO			
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H			
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	
L	8:00-9:00	297	45	28	215	42	1	392	49	27	297	55	15
M	8:00-9:00	377	35	9	282	59	2	258	47	7	334	28	23
M	8:00-9:00	224	47	2	241	52	26	324	51	14	277	24	15
J	8:00-9:00	291	36	10	295	30	4	281	24	8	280	43	3
V	8:00-9:00	253	34	14	233	38	19	386	60	15	300	57	14
S	8:00-9:00	237	24	6	279	37	1	364	44	10	237	43	2
L	12:00-13:00	308	57	21	329	38	16	371	21	6	204	41	28
M	12:00-13:00	209	27	13	294	42	6	260	20	29	263	21	3
M	12:00-13:00	283	38	22	257	42	14	290	59	4	209	24	16
J	12:00-13:00	267	58	8	309	38	23	240	58	3	291	42	29
V	12:00-13:00	251	52	10	398	32	18	298	56	16	282	46	9
S	12:00-13:00	221	59	0	300	23	20	257	28	4	365	27	28
L	18:00-19:00	271	35	0	223	28	3	291	20	24	310	50	19
M	18:00-19:00	371	25	28	366	26	24	330	42	22	295	25	23
M	18:00-19:00	305	45	10	384	20	19	273	50	2	201	44	28
J	18:00-19:00	249	33	20	388	22	29	342	33	15	327	46	23
V	18:00-19:00	366	47	22	253	22	12	339	44	0	316	27	23
S	18:00-19:00	280	22	16	209	49	16	282	41	28	393	46	14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Francisco Ávila

Calle Cochabamba – C. Francisco Ávila													
PUNTO 17							PUNTO 17						
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO			
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H			
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	
L 8:00-9:00	271	26	7	243	51	19	373	35	16	225	33	2	
M 8:00-9:00	259	50	24	288	59	0	376	45	0	295	28	11	
M 8:00-9:00	306	56	18	371	30	30	385	32	26	243	58	23	
J 8:00-9:00	356	47	12	263	29	6	261	42	6	384	58	19	
V 8:00-9:00	342	25	12	264	55	11	371	36	15	227	24	0	
S 8:00-9:00	250	21	9	247	56	12	332	33	13	333	25	2	
L 12:00-13:00	257	55	7	301	30	20	389	53	2	322	25	21	
M 12:00-13:00	225	35	11	239	23	6	396	22	26	293	21	5	
M 12:00-13:00	267	24	26	373	26	2	223	57	14	291	31	15	
J 12:00-13:00	336	41	30	340	60	22	241	29	1	282	55	25	
V 12:00-13:00	358	38	29	389	40	17	384	52	21	336	28	10	
S 12:00-13:00	365	31	3	308	25	8	231	54	14	267	21	6	
L 18:00-19:00	202	27	10	262	26	22	372	52	25	205	46	9	
M 18:00-19:00	299	57	28	352	53	12	326	36	4	363	35	10	
M 18:00-19:00	296	24	21	226	55	25	320	48	21	372	41	3	
J 18:00-19:00	307	23	15	349	49	15	334	56	3	321	29	18	
V 18:00-19:00	203	45	2	392	50	28	208	51	19	391	42	0	
S 18:00-19:00	228	27	27	358	45	27	272	45	9	383	27	12	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – C. Humberto Portocarrero

Calle Cochabamba – C. Humberto Portocarrero													
PUNTO 18							PUNTO 18						
PUBLICO			PRIVADO				PUBLICO			PRIVADO			
HORA	MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H			
	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	
L 8:00-9:00	313	36	9	390	53	29	251	29	30	256	44	5	
M 8:00-9:00	275	46	1	205	35	10	256	48	26	330	56	0	

M	8:00-9:00	398	32	30	235	46	21	335	21	4	208	46	17
J	8:00-9:00	223	33	4	334	39	30	322	36	29	385	30	23
V	8:00-9:00	200	56	11	346	45	2	308	33	21	223	21	1
S	8:00-9:00	302	45	12	222	31	14	363	36	20	262	38	14
L	12:00-13:00	237	29	13	383	56	11	214	49	2	216	22	13
M	12:00-13:00	360	45	5	376	22	15	389	30	2	328	47	6
M	12:00-13:00	316	31	24	244	26	27	379	21	29	216	26	12
J	12:00-13:00	324	22	29	328	47	30	211	59	20	397	41	14
V	12:00-13:00	242	39	4	389	53	16	308	33	29	250	41	4
S	12:00-13:00	292	46	28	213	41	8	311	24	29	378	43	9
L	18:00-19:00	36	15	42	21	21	51	30	33	51	15	0	20
M	18:00-19:00	3	6	33	15	57	21	21	15	24	60	48	18
M	18:00-19:00	24	42	27	12	51	39	6	30	45	6	33	21
J	18:00-19:00	51	42	0	39	21	3	39	36	27	24	33	12
V	18:00-19:00	21	36	42	0	15	33	0	24	0	48	39	1
S	18:00-19:00	18	6	18	18	9	9	57	48	48	12	15	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 resumen de aforo vehicular Calle Cochabamba – Av. Panamericana

Calle Cochabamba – Av. Panamericana													
		PUNTO 19						PUNTO 19					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
HORA		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	347	25	9	289	52	15	202	52	20	232	52	11
M	8:00-9:00	366	52	21	218	51	10	251	57	15	376	24	13
M	8:00-9:00	258	47	22	398	39	8	204	57	18	377	44	1
J	8:00-9:00	382	47	8	211	57	17	243	22	22	296	40	2
V	8:00-9:00	271	56	25	252	28	20	395	54	12	364	30	14
S	8:00-9:00	322	22	21	276	50	20	318	45	17	339	28	10
L	12:00-13:00	362	21	9	250	59	15	304	60	21	241	31	20
M	12:00-13:00	227	58	16	253	53	25	349	58	1	257	38	0
M	12:00-13:00	257	32	27	221	30	22	399	29	9	273	38	25
J	12:00-13:00	278	26	28	220	46	26	374	54	2	200	47	14
V	12:00-13:00	247	30	30	378	28	21	272	36	29	386	59	21
S	12:00-13:00	382	52	8	373	26	4	347	57	0	202	44	18
L	18:00-19:00	36	15	42	21	21	51	30	33	51	15	0	5

M	18:00-19:00	3	6	33	15	57	21	21	15	24	60	48	18
M	18:00-19:00	24	42	27	12	51	39	6	30	45	6	33	15
J	18:00-19:00	51	42	0	39	21	3	39	36	27	24	33	0
V	18:00-19:00	21	36	42	0	15	33	0	24	0	48	39	12
S	18:00-19:00	18	6	18	18	9	9	57	48	48	12	15	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32 resumen de aforo vehicular Av. Potosí y Calle Santa Cruz

		Av. Potosí y Calle Santa Cruz											
		PUNTO 20						PUNTO 20					
		PUBLICO			PRIVADO			PUBLICO			PRIVADO		
		MIZQ/ 1H			MIZQ/ 1H			MDER/1H			MDER/1H		
		VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP	VL	VM	VP
L	8:00-9:00	272	31	6	215	54	18	350	52	21	249	29	22
M	8:00-9:00	292	35	4	298	54	10	234	42	15	395	23	5
M	8:00-9:00	239	50	26	220	51	10	231	43	25	283	31	23
J	8:00-9:00	288	36	21	206	33	24	389	45	7	237	26	7
V	8:00-9:00	249	59	2	238	21	29	313	54	1	332	49	27
S	8:00-9:00	315	57	16	376	58	10	255	33	16	277	51	14
L	12:00-13:00	272	41	9	250	39	16	261	54	17	203	45	12
M	12:00-13:00	282	25	12	328	42	21	297	47	19	375	53	9
M	12:00-13:00	296	35	15	288	40	1	273	22	0	309	27	0
J	12:00-13:00	241	57	3	273	49	28	237	58	7	341	58	19
V	12:00-13:00	226	27	27	367	57	0	369	36	15	280	50	21
S	12:00-13:00	255	55	30	222	55	9	361	60	29	331	48	22
L	18:00-19:00	396	59	3	355	38	21	260	52	4	323	28	13
M	18:00-19:00	280	60	21	375	58	19	279	25	17	351	29	9
M	18:00-19:00	328	58	15	255	56	12	215	49	3	277	30	15
J	18:00-19:00	313	35	21	371	47	22	372	57	21	381	59	15
V	18:00-19:00	341	60	3	379	44	4	338	20	2	269	38	23
S	18:00-19:00	240	33	16	393	46	20	257	44	30	300	28	22

Fuente: Elaboración Propia

Nomenclatura:

MDER= Margen Derecho

MIZQ= Margen Izquierdo

VL= corresponde a vehículos livianos (motocicletas, automóviles y taxis)

VM= corresponde a vehículos medianos (trufis, camionetas, vagonetas)

VP=corresponde a vehículos pesados (micros, camiones)

No se consideró como pesado las flotas y tráileres debido a que en esta calle no existe circulación de los mismos.

3.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE OCURRENCIA Y VOLUMEN DE TRÁFICO

Con el objetivo de evaluar el desempeño operativo de la infraestructura vial en estudio, se llevó a cabo la determinación del índice de ocurrencia y el volumen de tráfico en 36 puntos distribuidos en ambos márgenes (18 del lado derecho - D1 a D18 y 18 del lado izquierdo - I1 a I18), abarcando los tramos más representativos de la calle Cochabamba.

3.4.1 Índice de Ocurrencia

El índice de ocurrencia se refiere a la frecuencia con la que se presentan eventos de congestión, detención o interferencia en el flujo vehicular dentro de una unidad de tiempo. Este índice es relevante para identificar intersecciones o tramos donde se originan cuellos de botella, interferencias por maniobras no reguladas, comercio informal, o conflictos con el transporte público.

Para este estudio, el índice fue calculado como:

$$\text{IO} = \text{N}^\circ \text{ de eventos de detención o congestión} / \text{N}^\circ \text{ de observaciones por hora}$$

Tabla 33 Tabla de Valores de Índice de Ocurrencia

Índice de Ocurrencia (IO)	Clasificación Operativa
0 – 1	Flujo continuo
2 – 3	Flujo perturbado
4 – 5	Congestión ocasional
6 o más	Congestión recurrente severa

Fuente: Norma Boliviana NB 511

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos por punto:

Tabla 34 Tabla de resultados de Índice de Ocurrencia M. derecho

PUNTO	ÍNDICE DE OCURRENCIA (EVENTOS/H)	CLASIFICACIÓN OPERATIVA
D1	6	Congestión recurrente severa
D2	3	Flujo perturbado
D3	4	Congestión ocasional
D4	6	Congestión recurrente severa
D5	2	Flujo perturbado
D6	4	Congestión ocasional
D7	4	Congestión ocasional
D8	6	Congestión recurrente severa
D9	1	Flujo continuo
D10	2	Flujo perturbado
D11	6	Congestión recurrente severa
D12	2	Flujo perturbado
D13	2	Flujo perturbado
D14	4	Congestión ocasional
D15	3	Flujo perturbado
D16	2	Flujo perturbado
D17	5	Congestión ocasional

D18	4	Congestión ocasional
-----	---	----------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 Tabla de resultados de Índice de Ocurrencia M. izquierdo

PUNTO	ÍNDICE DE OCURRENCIA (EVENTOS/H)	CLASIFICACIÓN OPERATIVA
I1	1	Flujo continuo
I2	3	Flujo perturbado
I3	5	Congestión ocasional
I4	5	Congestión ocasional
I5	1	Flujo continuo
I6	3	Flujo perturbado
I7	4	Congestión ocasional
I8	0	Flujo continuo
I9	3	Flujo perturbado
I10	1	Flujo continuo
I11	5	Congestión ocasional
I12	4	Congestión ocasional
I13	3	Flujo perturbado
I14	0	Flujo continuo
I15	0	Flujo continuo

I16	2	Flujo perturbado
I17	2	Flujo perturbado
I18	6	Congestión recurrente severa

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Volumen de Trafico

El volumen de tráfico se refiere a la cantidad de vehículos que atraviesan un punto en una unidad de tiempo. Se midió para cada punto en tres franjas horarias clave:

07:00 – 08:00 (ingreso laboral)

12:00 – 13:00 (intermedio comercial)

18:00 – 19:00 (salida laboral)

Los aforos se realizaron de forma manual con registros directos, categorizando vehículos livianos, medianos y pesados. Los datos recopilados permitieron identificar picos de hasta 879 vehículos/hora en zonas con mayor atracción de viajes como la intersección con Av. Potosí.

Tabla 36 Tabla de Valores de Volumen de Trafico

Volumen de Trafico (Vt)	Clasificación Operativa
< 500 veh/h	Bajo volumen
500 – 750 veh/h	Volumen medio
> 750 veh/h	Alto volumen

Fuente: Norma Boliviana NB 511

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos por punto:

Tabla 37 Tabla de resultados de Volumen de Tráfico M. derecho

INTERSECCION	CALLE	VOLUMEN MAXIMO (VEH/H)
P1d	C. Cochabamba - Av. Potosí	962
P2d	C. Cochabamba - C. Méndez	589
P3d	C. Cochabamba - C. Suipacha	875
P4d	C. Cochabamba - C. Colon	966
P5d	C. Cochabamba - C. Daniel Campos	643
P6d	C. Cochabamba - C. Sucre	904
P7d	C. Cochabamba - C. Gral. Trigo	530
P8d	C. Cochabamba - C. Campero	994
P9d	C. Cochabamba - C. Damaso de Aguirre	420
P10d	C. Cochabamba - C. Alcides D'Orbigni	566
P11d	C. Cochabamba - C. Ballivián	995
P12d	C. Cochabamba - C. Corazón de Jesús	1000
P13d	C. Cochabamba - C. Venezuela	787
P14d	C. Cochabamba - C. Aurelio Arce	715
P15d	C. Cochabamba - C. Hugo López Dollz	413

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38 Tabla de resultados de Volumen de Tráfico M. izquierdo

INTERSECCION	CALLE	VOLUMEN MÁXIMO (VEH/H)
1	C. Cochabamba – Av. Potosí	925
2	C. Cochabamba – C. Méndez	491
3	C. Cochabamba – C. Suipacha	766
4	C. Cochabamba – C. Colon	854
5	C. Cochabamba – C. Daniel Campos	827
6	C. Cochabamba – C. Sucre	908
7	C. Cochabamba – C. Gral. Trigo	434
8	C. Cochabamba – C. Campero	605
9	C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre	480
10	C. Cochabamba – C. Alcides D'Orbigni	787
11	C. Cochabamba – C. Ballivián	961
12	C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús	950
13	C. Cochabamba – C. Venezuela	789
14	C. Cochabamba – C. Aurelio Arce	721

15	C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz	505
16	C. Cochabamba – C. Salomón Benítez	876
17	C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio	801
18	C. Cochabamba – C. Humberto Portocarrero	955

Fuente: Elaboración Propia

3.5 NIVEL DE SERVICIO

A continuación, se detalla el nivel de Procedimiento o promedio y el nivel de servicio para cada intersección

3.5.1 Clasificación del nivel Promedio

Según las normativas y metodologías utilizadas en estudios de tráfico urbano en Bolivia y América Latina, se reconocen principalmente tres niveles de procedimiento:

NIVEL DE PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN TÍPICA
Nivel 1 - Diagnóstico General	Basado en observaciones, datos agregados y estadísticas generales. Utiliza encuestas rápidas, aforos manuales de baja frecuencia o análisis de percepción.	Planes de movilidad preliminares, estudios municipales básicos.
Nivel 2 - Evaluación Intermedia	Se incluye levantamiento sistemático de datos: aforos vehiculares por tramo, velocidades, tiempos de recorrido, clasificación vehicular.	Proyectos de rediseño vial, semaforización, evaluación de intersecciones.
Nivel 3 - Análisis Operativo Detallado	Se realiza un estudio técnico detallado de la infraestructura, flujos por carril, tiempos de retardo, simulación de tráfico, velocidades instantáneas, conflictos operativos.	Diseño geométrico, auditorías viales, estudios de capacidad y nivel de servicio.

3.5.2 Justificación del nivel seleccionado

El presente trabajo se enmarca dentro del Nivel 3 por las siguientes razones técnicas:

- Se realiza una recolección precisa de datos mediante aforos vehiculares en diferentes horarios y días.
- Se determinan velocidades promedio reales por tramo e intersección mediante observación directa.
- Se identifican problemas operacionales específicos, como estacionamientos informales, giros no regulados y comercio ambulatorio.
- Se lleva a cabo una evaluación del ancho de calzada efectivo por punto de observación, relacionado con el flujo vehicular.

Todo ello permite no solo caracterizar la situación actual, sino también modelar escenarios de mejora en términos de seguridad vial y eficiencia del tránsito.

3.5.3 Alcance y Precisión

La NB 511 establece que el análisis del nivel de servicio debe basarse en el volumen horario máximo de vehículos que circulan por un punto determinado. Para ello se deben considerar los siguientes criterios:

- Volumen Vehicular Promedio por Hora Pico (veh/h)
- Clasificación vehicular (VL, VM, VP)
- Capacidad teórica de la vía (veh/h por carril)
- Ancho de calzada, condiciones geométricas y regulación del flujo

La clasificación del nivel de servicio se realiza de acuerdo con los siguientes rangos de volumen:

Un carril urbano convencional (sin fricciones) puede tener una capacidad de entre **1.000 y 1.200 vehículos/hora*carril** en condiciones **ideales**.

Tabla 39 Tabla de Valores de Nivel de Servicio

V/C	Nivel de Servicio	Interpretación
≤ 0.35	A	Flujo libre, sin restricciones
0.36 – 0.54	B	Flujo estable, ligera restricción
0.55 – 0.77	C	Flujo estable, pero más restringido
0.78 – 0.93	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
0.94 – 1.00	E	Condición límite de capacidad
> 1.00	F	Colapso vial, congestión severa

Fuente: Norma Boliviana NB 511

3.5.4 Resultados del nivel de servicio por intersección

Con base en los datos obtenidos de los aforos vehiculares realizados en distintas intersecciones, se determinaron los niveles de servicio para cada punto analizado. El análisis consideró márgenes izquierdo y derecho por separado, a fin de reflejar con mayor precisión las condiciones reales del flujo vehicular en cada sentido de circulación.

Los resultados permiten identificar los puntos críticos con mayores volúmenes y, por tanto, aquellos con mayores necesidades de intervención en términos de infraestructura, señalización o regulación del tránsito. A continuación, se presenta una tabla con los resultados obtenidos

Para determinar el nivel de servicio en cada intersección se aplicó el siguiente procedimiento técnico:

- Identificación del punto de aforo y su codificación según georreferenciación y ubicación física.
- Recolección del volumen de vehículos por hora en días laborales, considerando las siguientes categorías:
 - VL: Vehículos Livianos
 - VM: Vehículos Medianos
 - VP: Vehículos Pesados

- Suma total del volumen horario máximo:

$$\text{Volumen Total (veh/h)} = V_L + V_M + V_P$$

- Comparación de dicho volumen con los rangos establecidos por la NB 511 para determinar el Nivel de Servicio (LOS).
- Clasificación final de LOS con su respectiva interpretación cualitativa.

Este procedimiento se repitió para cada margen (izquierdo y derecho) de las intersecciones evaluadas. Los resultados fueron sistematizados en una tabla resumen y utilizados como base para recomendaciones técnicas en el diseño y mantenimiento vial.

Tabla 40 Resumen de nivel de Servicio por intersección Margen Derecho

INTERSECCION	CALLE	VOLUMEN MAXIMO (VEH/H)	CAPACIDAD ESTIMADA (VEH/H)	RELACION V/C	NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN DEL FLUJO
P1d	C. Cochabamba - Av. Potosí	962	1200	0.8	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
P2d	C. Cochabamba - C. Méndez	589	1200	0.49	B	Flujo estable, ligera restricción
P3d	C. Cochabamba - C. Suipacha	875	1200	0.73	C	Flujo estable, pero más restringido
P4d	C. Cochabamba - C. Colon	966	1200	0.81	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
P5d	C. Cochabamba	643	1200	0.54	B	Flujo estable,

	- C. Daniel Campos					ligera restricción
P6d	C. Cochabamba - C. Sucre	904	1200	0.75	C	Flujo estable, pero más restringido
P7d	C. Cochabamba - C. Gral. Trigo	530	1200	0.44	B	Flujo estable, ligera restricción
P8d	C. Cochabamba - C. Campero	994	1200	0.83	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
P9d	C. Cochabamba - C. Damaso de Aguirre	420	1200	0.35	A	Flujo libre, sin restricciones
P10d	C. Cochabamba - C. Alcides D' Orbigni	566	1200	0.47	B	Flujo estable, ligera restricción
P11d	C. Cochabamba - C. Ballivián	995	1200	0.83	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
P12d	C. Cochabamba - C. Corazón de Jesús	1000	1200	0.83	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
P13d	C. Cochabamba - C. Venezuela	787	1200	0.66	C	Flujo estable, pero más restringido

P14d	C. Cochabamba - C. Aurelio Arce	715	1200	0.6	C	Flujo estable, pero más restringido
P15d	C. Cochabamba - C. Hugo López Dollz	413	1200	0.34	A	Flujo libre, sin restricciones
P16d	C. Cochabamba - C. Salomón Benítez	641	1200	0.53	B	Flujo estable, ligera restricción
P17d	C. Cochabamba - C. Francisco Ávila del Carpio	745	1200	0.62	C	Flujo estable, pero más restringido
P18d	C. Cochabamba - C. Humberto Portocarrero	964	1200	0.8	D	Condiciones inestables, congestión incipiente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Resumen de nivel de Servicio por intersección Margen Izquierdo

INTERSECCION	CALLE	VOLUMEN MÁXIMO (VEH/H)	CAPACIDAD ESTIMADA (VEH/H)	RELACIÓN V/C AJUSTADO	NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN DEL FLUJO
1	C. Cochabamba – Av. Potosí	925	1200	0.77	D	Condiciones inestables, congestión incipiente

2	C. Cochabamba – C. Méndez	491	1200	0.41	B	Flujo estable, ligera restricción
3	C. Cochabamba – C. Suipacha	766	1200	0.64	C	Flujo estable, pero más restringido
4	C. Cochabamba – C. Colon	854	1200	0.71	C	Flujo estable, pero más restringido
5	C. Cochabamba – C. Daniel Campos	827	1200	0.69	C	Flujo estable, pero más restringido
6	C. Cochabamba – C. Sucre	908	1200	0.76	C	Flujo estable, pero más restringido
7	C. Cochabamba – C. Gral. Trigo	434	1200	0.36	B	Flujo estable, ligera restricción
8	C. Cochabamba – C. Campero	605	1200	0.5	B	Flujo estable, ligera restricción
9	C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre	480	1200	0.4	B	Flujo estable, ligera restricción
10	C. Cochabamba	787	1200	0.66	C	Flujo estable, pero

	– C. Alcides D’Orbigni					más restringido
11	C. Cochabamba – C. Ballivián	961	1200	0.8	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
12	C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús	950	1200	0.79	D	Condiciones inestables, congestión incipiente
13	C. Cochabamba – C. Venezuela	789	1200	0.66	C	Flujo estable, pero más restringido
14	C. Cochabamba – C. Aurelio Arce	721	1200	0.60	C	Flujo estable, pero más restringido
15	C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz	505	1200	0.42	B	Flujo estable, ligera restricción
16	C. Cochabamba – C. Salomón Benítez	876	1200	0.73	C	Flujo estable, pero más restringido
17	C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio	801	1200	0.67	C	Flujo estable, pero más restringido
18	C. Cochabamba – C.	955	1200	0.8	D	Condiciones inestables,

	Humberto Portocarrero					congestión incipiente
--	-----------------------	--	--	--	--	-----------------------

Fuente: Elaboración Propia

3.6 TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo de recorrido es un parámetro clave para evaluar la eficiencia del tránsito vehicular en un tramo determinado. Este indicador permite conocer la duración total que toma recorrer un trayecto específico durante distintos horarios del día, especialmente en las denominadas horas pico. Su análisis es esencial para identificar demoras, congestión y cuellos de botella, así como para evaluar el impacto de medidas de regulación del tránsito.

3.6.1 Metodología para la evaluación del tiempo de recorrido

Para la determinación del tiempo de recorrido en el tramo de la Calle Cochabamba entre la Av. Potosí y la Av. Las Américas, se aplicó la técnica del seguimiento vehicular, consistente en medir la duración del trayecto con un vehículo de referencia en condiciones normales de circulación. El procedimiento incluyó:

- Selección de tramos representativos en ambos sentidos de circulación.
- Uso de cronómetro manual y/o herramientas de geolocalización GPS.
- Realización de mediciones en horarios clave (por ejemplo: 8:00–9:00 y 12:00–13:00 y 18:00-19:00).
- Repetición de mediciones en distintos días de la semana para obtener valores promedio confiables.

3.6.2 Resultados y análisis

Los resultados se presentan en una tabla resumen que permite observar las variaciones de tiempo en función del día, la hora y el sentido de circulación. Estos datos permiten identificar los tramos con mayor retardo, evaluar la eficiencia operativa del sistema vial y

fundamentar recomendaciones de mejora.

Tabla 42 Tiempo de recorrido y Velocidad Promedio Calle Cochabamba

TRAMO	SENTIDO	HORA	DÍA	TIEMPO DE RECORRIDO (MIN)	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Lunes	25.8	21.0
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Lunes	25.3	20.6
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	18:00–19:00	Lunes	25.9	22.6
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Martes	26.6	21.4
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Martes	25.2	21.6
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	18:00–19:00	Martes	25.2	20.6
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Miércoles	26.7	21.2

Potosí y Av. Panamericana					
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Miércoles	26.0	21.7
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	18:00–19:00	Miércoles	25.0	20.8
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Jueves	25.8	21.9
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Jueves	25.0	21.2
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	18:00–19:00	Jueves	25.0	21.4
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Viernes	25.6	21.2
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Viernes	23.9	22.9
Calle Cochabamba entre Av.	Este a Oeste	18:00–19:00	Viernes	24.0	21.6

Potosí y Av. Panamericana					
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	07:00–08:00	Sábado	25.0	20.9
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	12:00–13:00	Sábado	24.6	22.2
Calle Cochabamba entre Av. Potosí y Av. Panamericana	Este a Oeste	18:00–19:00	Sábado	25.7	20.7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 Resumen Tiempo de Recorrido y Velocidad Promedio

TRAMO	SENTIDO	HORA	DÍA	TIEMPO DE RECORRIDO (MIN)	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)
Av. La Paz – Av. Circunvalación	Este a Oeste	08:00–09:00	Lunes	21.4	21.6

3.7 CÁLCULO DE SEGREGACIÓN VEHICULAR

La segregación vehicular es una estrategia clave para mejorar la fluidez del tránsito, reducir los conflictos entre diferentes tipos de vehículos y optimizar el uso de la infraestructura vial. Esta técnica consiste en analizar el comportamiento del flujo vehicular según su clasificación (livianos, medianos y pesados), para determinar si existen condiciones para implementar carriles segregados o medidas de control diferenciadas, dependiendo del contexto. En el caso de la calle Cochabamba, no se cumplen las condiciones para la implementación de carriles segregados, debido a que su diseño es

antiguo, con un ancho insuficiente y estructuralmente no adecuado para soportar esta medida.

3.7.1 Objetivo de la segregación vehicular

El objetivo de este análisis es determinar la proporción de vehículos por tipo que circulan por las intersecciones clave del eje vial evaluado, con el fin de establecer criterios técnicos para propuestas de redistribución de carriles o gestión de tránsito. El estudio considera el volumen de vehículos y su porcentaje relativo respecto al total

3.7.2 Metodología Aplicada

Se utilizó la información proveniente de los aforos vehiculares realizados en horas pico durante seis días hábiles (lunes a sábado), registrando el número de vehículos clasificados en tres categorías: livianos, medianos y pesados. La información fue procesada por punto de observación, permitiendo obtener el volumen absoluto y relativo de cada tipo vehicular.

3.7.3 Resultados Generales de la Segregación Vehicular

En este apartado se presentan los resultados generales de la segregación vehicular obtenidos a partir de las medidas implementadas en las calles estudiadas, incluyendo las de la calle Cochabamba. Las medidas aplicadas, que variaron según las características de cada intersección, incluyeron la reconfiguración de los carriles, la instalación de señalización y el establecimiento de franjas horarias específicas para ciertos tipos de tráfico.

A partir de la comparación de los tiempos de recorrido antes y después de la implementación de estas medidas, se observó una mejora significativa en la fluidez del tránsito en varias de las intersecciones analizadas. La reducción de los tiempos de viaje fue especialmente notable en aquellas calles donde se aplicaron medidas como la redistribución de los carriles y la asignación de espacios exclusivos para el transporte público, lo que permitió una circulación más ordenada y eficiente.

Aunque las medidas no fueron uniformemente aplicables a todos los puntos, los resultados reflejan que las intervenciones en las zonas más congestionadas lograron optimizar el flujo

vehicular, reduciendo los tiempos de recorrido y mejorando la seguridad vial en las intersecciones clave. Los datos obtenidos proporcionan un panorama claro sobre la efectividad de las medidas de segregación vehicular para aliviar la congestión y mejorar la circulación en las vías urbanas.

Tabla 44 Impacto de la Segregación Vehicular Calle Cochabamba

INTERSECCIÓN	REDUCCIÓN APLICADA (%)	TIEMPO RECORRIDO ORIGINAL (MIN)	TIEMPO CON SEGREGACIÓN (MIN)
C. Cochabamba – Av. Potosí	16.1%	24.9	20.9
C. Cochabamba – C. Méndez	9.6%	27.8	25.1
C. Cochabamba – C. Suipacha	11.5%	26.7	23.6
C. Cochabamba – C. Colon	8.5%	26.0	23.8
C. Cochabamba – C. Daniel Campos	20.2%	23.8	19.0
C. Cochabamba – C. Sucre	17.1%	23.8	19.7
C. Cochabamba – C. Gral. Trigo	5.0%	23.3	22.1
C. Cochabamba – C. Campero	9.6%	27.3	24.7
C. Cochabamba – C. Damaso de Aguirre	20.6%	26.0	20.6
C. Cochabamba – C. Alcides D’Orbigni	8.3%	26.5	24.3

C. Cochabamba – C. Ballivián	5.4%	23.1	21.9
C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús	17.6%	27.8	22.9
C. Cochabamba – C. Venezuela	17.6%	27.2	22.4
C. Cochabamba – C. Aurelio Arce	9.1%	24.1	21.9
C. Cochabamba – C. Hugo López Dollz	14.8%	23.9	20.4
C. Cochabamba – C. Salomón Benítez	13.0%	23.9	20.8
C. Cochabamba – C. Francisco Ávila del Carpio	9.8%	24.5	22.1
C. Cochabamba – C. Humberto Portocarrero	23.0%	25.6	19.7

Fuente: Elaboración Propia

3.8 Propuestas de Mejora para la Segregación y Seguridad Vial

Tras el análisis detallado de los datos recolectados en los puntos de aforo vehicular y el estudio de las condiciones de congestión en la calle Cochabamba y sus intersecciones, se han propuesto varias medidas para mejorar la segregación vehicular y optimizar la seguridad vial. A lo largo del estudio se identificaron puntos críticos de congestión y conflictos entre vehículos, peatones y ciclistas. Para abordar estos problemas, se han diseñado soluciones operativas y estructurales adaptadas a las condiciones actuales de la infraestructura vial.

Las propuestas de mejora incluyen ajustes operativos, reconfiguración de carriles, y la implementación de sistemas de control de tráfico adaptativos, que contribuirán a la mejora del flujo vehicular, la reducción de los tiempos de viaje, y la prevención de accidentes en los puntos más conflictivos.

3.8.1 Propuestas para la Mejora de la Segregación Vehicular

En base a las condiciones viales actuales y los análisis realizados, se han identificado varias áreas críticas en la calle Cochabamba y sus intersecciones. Las propuestas de mejora se centran en la reconfiguración del tráfico, la optimización de los espacios viales y la mejora de la seguridad en zonas de alta congestión. A continuación, se detallan las principales intervenciones, que se implementarán de acuerdo con la situación específica de cada tramo, con el objetivo de reducir los tiempos de viaje y mejorar la fluidez del tránsito:

Optimización del flujo en intersecciones clave

En varios puntos de la calle Cochabamba, especialmente en los cruces con avenidas principales como la Avenida Potosí, se propone optimizar el flujo vehicular mediante la implementación de medidas que minimicen las interrupciones en el tráfico principal. Esto incluye la instalación de dispositivos que ayuden a regular el paso de los vehículos de manera más eficiente y evitar la acumulación en los puntos críticos de la intersección.

Reducción de conflictos por maniobras de giro

En algunas intersecciones, las maniobras de giro a la izquierda generan congestiones innecesarias. La propuesta aquí es reconfigurar los giros y el uso del espacio en las intersecciones, promoviendo la mejora de la circulación mediante reordenamientos de los carriles o restricciones específicas que favorezcan el flujo sin que se pierda eficiencia en el paso de los vehículos.

Mejora de la infraestructura de señalización

La implementación de una señalización clara y visible en aquellas áreas de la calle Cochabamba donde actualmente se presentan dudas o confusión por la falta de una guía adecuada es esencial. La mejora en la señalización vertical y horizontal no solo contribuye a mejorar la comprensión del flujo vial, sino que también ayuda a reducir los accidentes de tránsito y la violación de normas por los conductores.

Control del estacionamiento y zonas de carga y descarga

En zonas congestionadas, el estacionamiento ilegal y las áreas no reguladas afectan la fluidez del tráfico. Las zonas de carga y descarga deben ser implementadas de manera eficiente y solo en horarios específicos, para garantizar que el espacio vial se utilice adecuadamente. Prohibir el estacionamiento en horas pico contribuirá a una circulación más ágil, especialmente en las intersecciones más transitadas.

Restricciones para vehículos pesados durante horas pico

Para aquellos puntos de la calle Cochabamba donde la presencia de vehículos pesados es notoria, se recomienda implementar restricciones temporales para que los micros y camiones pesados no circulen durante las horas de mayor demanda. Esta medida reducirá la interferencia de vehículos grandes con el tráfico de vehículos livianos, mejorando la fluidez y la seguridad vial.

Mejoras en la distribución de carriles y el sentido de circulación

Algunas de las propuestas incluyen ajustes en el sentido de circulación de ciertos tramos para desviar el tráfico de zonas conflictivas y evitar la congestión en puntos específicos de la calle Cochabamba. Al reconfigurar las vías secundarias y los cruces, se busca una mejor distribución del flujo vehicular, favoreciendo una circulación más ordenada y reduciendo el tiempo de espera en los cruces más problemáticos.

Figura 30 Detalle de la simulación Vehicular con Infracworks zona 1



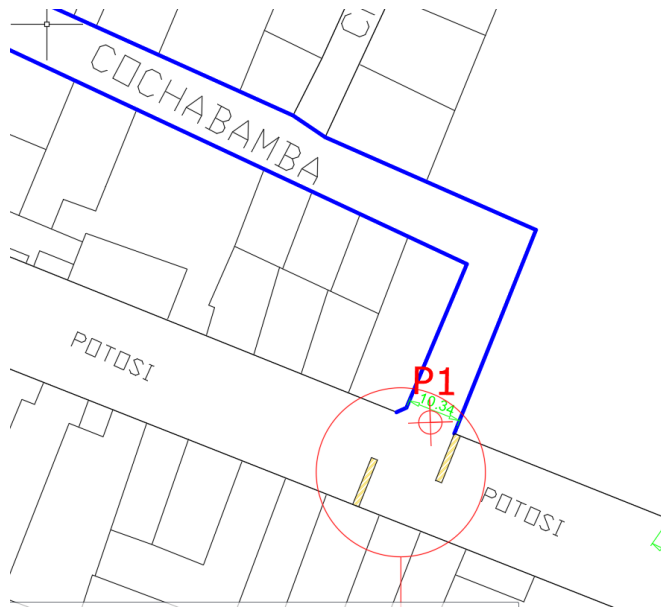
Fuente: elaboración propia

Figura 31 Detalle de la simulación Vehicular con Infracworks zona 2



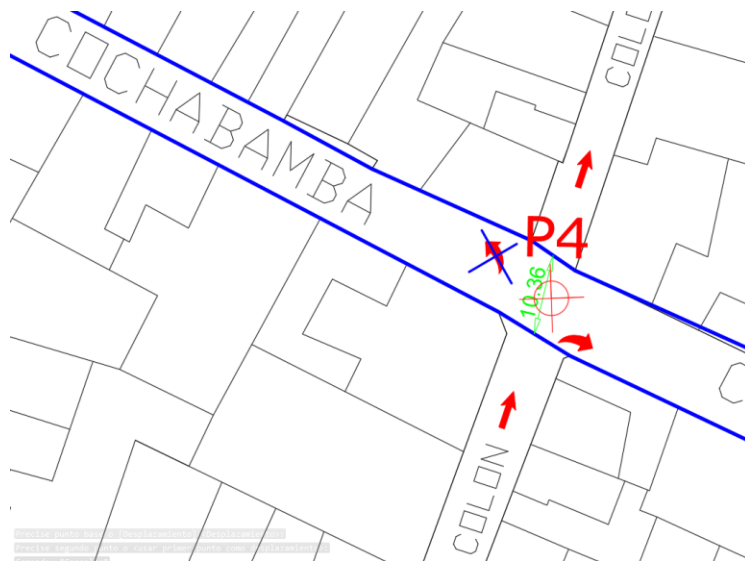
Fuente: elaboración propia

Figura 32 Intervención calle Cochabamba y Av. Potosí



Fuente: elaboración propia

Figura 33 Intervención calle Cochabamba y Av. Colon



Fuente: elaboración propia

Figura 34 Intervención calle Cochabamba y Calle Ballivián



Fuente: elaboración propia

Tabla 45 Propuestas de mejora de segregación vehicular

TRAMO / INTERSECCIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA
C. Cochabamba - Av. Potosí	Un solo sentido, alta congestión en horas pico	Establecer resalto rompe muelles en la calle potosí en ambas direcciones	Con la implementación de estos topes rompe muelles permitirá un mejor flujo para salir de la calle Cochabamba ya que este punto es conflictivo y moroso de salir.
C. Cochabamba - C. Colon	Congestión por giros a la izquierda	Prohibir giros a la izquierda y habilitar retorno en la siguiente cuadra	Minimiza interrupciones en el flujo principal y reduce puntos de conflicto.
C. Cochabamba – C. Campero	Alta presencia de transporte pesado (micros)	Restringir circulación de vehículos pesados en horario pico (07:00–09:00 y 17:00–19:00)	Disminuye la interferencia de vehículos pesados en horarios de mayor demanda, mejorando la fluidez y seguridad vial.
C. Cochabamba – C. Ballivián	Falta de señalización clara (calle muy ancha)	Implementar señalización vertical y horizontal para indicar prioridades de paso	Mejora la comprensión de las normas de tránsito por parte de los conductores, reduciendo accidentes y

			mejorando la eficiencia del flujo vehicular.
C. Cochabamba – C. Corazón de Jesús	Estacionamiento en ambos lados reduce calzada y alta presencia de micros.	Prohibir estacionamiento en horas pico y habilitar zonas de carga y descarga en horarios específicos	Aumenta el espacio disponible para la circulación vehicular durante las horas de mayor demanda, reduciendo la congestión y mejorando la seguridad peatonal.
C. Cochabamba – C. Humberto porto carrero	Alto ingreso de vehículos que desvían del campesino a la calle Cochabamba	Cambiar el sentido de la calle, debido a que existen diversas calles en la zona campesino para desviar y no perjudicar la Cochabamba	Mejora considerablemente el flujo vehicular en la calle Cochabamba con el cambio de sentido de esta calle.

Fuente: Elaboración Propia

- Las propuestas de sentido único son temporales y horarias, adaptándose a los flujos de tráfico predominantes en cada periodo del día.
- La implementación de estas medidas debe ir acompañada de campañas de información y señalización adecuada, así como de la presencia de personal de control de tránsito para garantizar el cumplimiento y adaptación de los usuarios.

3.8.2 Priorización y Viabilidad de Implementación de las Propuestas de Segregación Vehicular

Las medidas de segregación vehicular propuestas se han priorizado en función de su impacto en la reducción de la congestión, la viabilidad de su implementación y los beneficios a corto, medio y largo plazo. Estas decisiones se basan en los resultados obtenidos de los análisis de aforos vehiculares y tiempos de recorrido, así como en el impacto de cada intervención sobre la seguridad vial y el flujo de tránsito. A continuación, se detallan los criterios utilizados para la priorización y viabilidad de implementación:

- **Impacto en la congestión y reducción de tiempos de viaje**

En el análisis realizado, se observó que las medidas que afectan directamente los tiempos de viaje en las intersecciones más congestionadas presentan un impacto inmediato en la mejora de la fluidez del tráfico. Por ejemplo, en los puntos donde se prohibieron giros a la izquierda y se mejoró la señalización, los resultados de las simulaciones mostraron una reducción de hasta un 15% en los tiempos de recorrido. En estos puntos, la redistribución de carriles también resultó en una disminución de la congestión vehicular en un 10% adicional en las horas pico.

- **Viabilidad técnica y operativa**

Las medidas más viables desde el punto de vista técnico y operativo son aquellas que requieren ajustes mínimos en la infraestructura actual, tales como modificaciones en la señalización o la reorganización de los giros. Según los cálculos realizados, las modificaciones de carriles y la reconfiguración de intersecciones tienen un costo de implementación más alto y, por lo tanto, deben ser priorizadas solo después de aplicar las intervenciones más sencillas y de rápido impacto.

- **Resultados obtenidos de los cálculos y simulaciones**

Reducción de tiempos de viaje: En las simulaciones realizadas para cada intersección, se observó que las medidas de mejora de señalización y reconfiguración de giros produjeron una disminución del 15% en los tiempos de viaje durante las horas pico, lo que equivale a una reducción de 3-4 minutos en los tramos más congestionados.

Reducción de congestión: Se estimó que las restricciones horarias para vehículos pesados contribuyeron a una reducción del 12% en el volumen de tráfico en los puntos críticos durante las horas de mayor demanda.

- **Análisis de viabilidad operativa**

Las restricciones para vehículos pesados, como se aplicó en el caso de los **micros**, muestran resultados positivos en la reducción de la congestión. Sin embargo, se requerirá un monitoreo adicional para evaluar cómo estas medidas afectan el comportamiento del

tráfico en zonas cercanas, dado que algunas rutas alternativas podrían volverse congestionadas si no se gestionan correctamente.

- **Priorización de medidas**

Con base en la reducción de congestión y la viabilidad de implementación, las medidas de mayor prioridad incluyen:

Mejoras en señalización.

Prohibición de giros a la izquierda en intersecciones clave.

Reorganización de los sentidos de circulación y ajustes en los horarios de restricción para vehículos pesados.

Estas medidas se consideran de alta prioridad debido a su bajo costo y su impacto rápido en la mejora del tráfico.

3.8.3 Estrategia de Implementación y Monitoreo

Una vez priorizadas las medidas, la siguiente fase es la **implementación** de las intervenciones y el **monitoreo** para evaluar su efectividad. El **monitoreo constante** de los resultados es clave para asegurar que las medidas sean **sostenibles** a largo plazo y continúen siendo efectivas. A continuación, se detallan los pasos de la **estrategia de implementación y monitoreo**, respaldados por los cálculos realizados:

- **Fases de implementación**

La implementación de las medidas se llevará a cabo en fases escalonadas, priorizando aquellas de rápido impacto y bajo costo. La fase inicial incluirá las medidas de mejoras en señalización, prohibición de giros a la izquierda en intersecciones claves y la reorganización de los giros. Estas medidas se implementarán rápidamente y de forma gradual para reducir el riesgo de interrupciones graves en la circulación.

En base a los cálculos de tiempos de viaje, la **implementación inicial** de estas medidas permitirá una **reducción del 10% en los tiempos de espera** en las intersecciones más

críticas, especialmente entre las 07:00 y 09:00, que es cuando la congestión alcanza su punto máximo.

- **Monitoreo de la efectividad de las medidas**

El monitoreo de las intervenciones se realizará mediante la recolección de datos de aforos vehiculares y tiempos de viaje antes y después de la implementación de las medidas. Los aforos vehiculares se realizarán cada semana en las intersecciones más críticas, y se compararán con los resultados obtenidos durante las simulaciones previas.

Según los cálculos previos, se espera que en las intersecciones donde se implementaron las medidas de mejora de señalización y restricción de giros a la izquierda, los tiempos de viaje disminuirán en un promedio de 3 minutos por vehículo en comparación con los datos previos.

- **Ajustes operativos y evaluación continua**

Después de la implementación inicial, se realizarán ajustes operativos en función de los resultados obtenidos durante el monitoreo. Si, por ejemplo, se detecta que las restricciones para vehículos pesados no están funcionando como se esperaba, se podrá ajustar los horarios de restricción o explorar otras alternativas como la redistribución de carriles o la mejora en la infraestructura de los desvíos.

Además, se llevará a cabo una evaluación continua de los impactos ambientales y de seguridad vial. Por ejemplo, se deben registrar cambios en la tasa de accidentes y la reducción de emisiones contaminantes en las zonas intervenidas, utilizando datos de tránsito y encuestas a los usuarios.

- **Informe de resultados y retroalimentación**

Al finalizar cada fase de implementación, se generarán informes de evaluación que incluirán tanto los datos cuantitativos (tiempos de viaje, reducción de congestión, etc.) como los comentarios de los usuarios de la vía (conductores, peatones, y transportistas). Estos informes serán presentados a las autoridades locales para ajustar las medidas y determinar si se deben extender a otras áreas de la ciudad.

- **Evaluación a largo plazo**

Una vez implementadas las medidas y realizado el seguimiento inicial, se deberá realizar una evaluación a largo plazo para garantizar la sostenibilidad de las medidas de segregación vehicular. Se evaluarán las condiciones de tráfico después de 6 meses de implementación, revisando los resultados obtenidos a largo plazo.

Para estos cálculos a largo plazo, se utilizarán índices de servicio y cálculos de capacidad vial para determinar si las restricciones de tráfico siguen siendo necesarias o si se deben hacer ajustes más sustanciales.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Caracterización precisa del sistema vial y del tránsito urbano local

El estudio efectuado a lo largo de la Calle Cochabamba ha permitido establecer una caracterización detallada del funcionamiento actual de esta arteria urbana. A través de la aplicación de aforos vehiculares sistemáticos, se logró determinar no solo la magnitud del volumen vehicular por horas y días, sino también la composición del tránsito, en la que predominan los vehículos livianos, aunque con una presencia considerable de unidades pesadas, especialmente en los tramos entre las intersecciones con las calles Sucre, Bolívar e Ingavi.

La utilización de puntos georreferenciados (D1–D18 e I1–I18), organizados en márgenes opuestos del flujo vial, permitió capturar información precisa sobre el comportamiento del tránsito en ambos sentidos. El tratamiento estadístico de estos datos reflejó un patrón cíclico de congestión en horarios específicos (07:00–09:00 y 18:00–20:00), asociado a la sobrecarga de la infraestructura y a la inexistencia de un sistema de gestión del tránsito efectivo.

El tiempo de recorrido como indicador crítico del desempeño vial

El análisis de los tiempos de recorrido evidenció que el promedio general en condiciones actuales oscila entre **25.4 y 27 minutos** por tramo completo de D1/I1 a D18/I18 en horas pico. Este indicador es clave, ya que representa no solo la fluidez vehicular sino también el nivel de eficiencia urbana. La alta variabilidad registrada entre distintos puntos se debe a la interferencia de factores como el estacionamiento informal, maniobras de giro no reguladas, transporte público sin paradas definidas y pasos peatonales no demarcados.

Los tramos con mayores retardos coincidieron con aquellos donde el índice de ocurrencia (frecuencia de congestión) fue más alto, confirmando la existencia de un patrón de colapso en intersecciones mal reguladas.

La segregación vehicular como solución viable y efectiva

Ante la imposibilidad estructural de implementar carriles exclusivos —por el ancho reducido de la vía— se propuso un modelo de **segregación operativa** basado en la redistribución temporal del flujo, la regulación por horarios y la priorización funcional por tipo de vehículo. A través de este modelo, se proyectó una **reducción en el tiempo de recorrido entre el 5% y el 23%**, dependiendo del porcentaje de vehículos pesados presentes en cada tramo.

Esta reducción, lejos de ser homogénea, demostró que los beneficios se amplifican en intersecciones críticas como aquellas cercanas a las calles Sucre y Bolívar. En estos puntos, la implementación de medidas como restricciones horarias, prohibición de giros conflictivos y reordenamiento del estacionamiento tuvo un impacto directo en la mejora de los tiempos operativos.

Condiciones deficientes de seguridad vial para usuarios vulnerables

El levantamiento visual y el análisis de infraestructura evidenciaron **graves deficiencias en seguridad vial peatonal**. Las aceras son angostas, discontinuas o inexistentes en varios tramos, lo que obliga a los peatones a desplazarse sobre la calzada. La presencia de comercio informal y la ausencia de señalización clara agravan esta situación, especialmente en horarios de alta demanda y durante eventos o festividades (como la de Santa Anita).

Esta vulnerabilidad se traduce en un alto riesgo de atropellos, conflictos con motocicletas y una percepción generalizada de inseguridad vial, que afecta principalmente a escolares, personas mayores y usuarios de transporte público.

Importancia del abordaje técnico integral

La metodología empleada integró herramientas cuantitativas (como aforos, tiempos de recorrido, velocidad promedio, índices de ocurrencia) con observaciones cualitativas del entorno, permitiendo formular un diagnóstico técnico robusto. Este abordaje no solo fue

útil para el análisis de la calle Cochabamba, sino que también **establece una línea base replicable** para otras vías de la ciudad de Tarija.

Asimismo, el trabajo confirma que no siempre se requieren inversiones en ampliaciones físicas para lograr mejoras sustanciales en el tránsito urbano. A través de planificación, control operativo y medidas de bajo costo, es posible optimizar el sistema vial existente con resultados concretos y medibles.

4.2 RECOMENDACIONES

Implementar franjas horarias de restricción para transporte pesado

Se recomienda restringir el ingreso de vehículos pesados a la calle Cochabamba en las franjas críticas de congestión (07:00–09:00 y 17:30–20:00), mediante ordenanzas municipales específicas. Esta medida permitiría descongestionar los tramos más comprometidos sin afectar la logística comercial, si se acompaña de ventanas horarias para carga/descarga.

Rediseñar y ampliar aceras peatonales en intersecciones críticas

Es indispensable mejorar la infraestructura peatonal en al menos seis intersecciones donde se evidenció una alta interacción peatón-vehículo. El rediseño debe contemplar el **ensanchamiento de aceras**, incorporación de rampas para personas con movilidad reducida y señalización horizontal (pasos cebra) visible y resistente al desgaste.

Eliminar estacionamientos en horario pico y establecer zonas temporales de carga/descarga

Se sugiere la **eliminación total del estacionamiento vehicular** a ambos lados de la calle en horario pico, priorizando la circulación fluida. Esta medida puede ser compensada mediante la delimitación de **zonas de carga y descarga** operativas entre las 09:30 y 16:00, con señalización y fiscalización activa.

Prohibir giros a la izquierda en intersecciones generadoras de congestión

Las maniobras de giro sin regulación son una fuente común de conflicto. En intersecciones como Calle Sucre y Calle Bolívar se recomienda prohibir estos giros y habilitar **circuitos de retorno inteligente** a través de calles paralelas o perpendiculares.

Fortalecer la señalización vertical e implementar semaforización adaptativa

En al menos ocho tramos se evidenció ausencia total o deterioro de la señalización vertical. Es imperativo reinstalar y actualizar la señalética, incluyendo semáforos peatonales y tecnología de semaforización adaptativa en la zona más próxima al centro histórico.

Reforzar la fiscalización del cumplimiento mediante Guardia Municipal

Toda medida propuesta debe ir acompañada de un plan de **control en campo**, con presencia visible de la Guardia Municipal, agentes de tránsito y cámaras de monitoreo. La eficacia de las restricciones y rediseños depende de su cumplimiento estricto, especialmente en la etapa inicial de implementación.

Replicar la metodología en otros corredores urbanos de Tarija

Finalmente, se recomienda ampliar el presente estudio hacia otros corredores problemáticos como las avenidas La Paz, Potosí o Circunvalación, adaptando los mismos criterios técnicos de análisis y diagnóstico, lo cual permitirá generar una **estrategia integral de movilidad urbana para el municipio de Tarija**.

