INTRODUCCIÓN

El cobro por congestión se refiere a la utilización del mecanismo de precios con el propósito de cobrar a los usuarios las externalidades negativas generadas por la demanda en las diferentes horas del día, cuando la oferta dispone de un buen público es insuficiente para satisfacer esa demanda. El cobro por congestión busca que los usuarios del vehículo particular modifiquen sus parámetros de transporte y empiecen a usar el transporte público masivo o colectivo (no taxis), o vehículos no motorizados para transportarse. El cobro de este tipo de tarifas de congestión es popularmente conocida como "peajes urbanos".

El congestionamiento vehicular en las diferentes calles, avenidas y principalmente en la zona central de Tarija es muy crítico y latente con una [1]velocidad promedio de 10 a 15 Km/hr a lo largo de la jornada, ya que el casco viejo de Tarija es el principal origen/destino o paso de los viajes urbanos.

El peaje urbano funciona de la siguiente manera: una vez el vehículo ingresa a una zona o vía con peaje el valor del mismo es facturado al propietario del vehículo. De esta manera el cobro de un cargo por congestión desestimula el uso del vehículo a algunos conductores y otros, en cambio, optan por hacer uso de él pagando la tarifa impuesta.

El trabajo de la implementación del peaje urbano en la ciudad de Tarija se hace necesario, debido a que existe un crecimiento rápido de la tasa de motorización.

Los peajes urbanos oh cobros por congestión son un instrumento prometedor para reducir la congestión disminuyendo los vehículos que circulan en una determinada zona o vías con la consecuente recaudación de recursos para inversión, generalmente, en sistemas de transporte público, mejoramiento de calles y avenidas, señalización y semaforización.

Este estudio de la implementación de peajes urbanos puede ser aplicado a diferentes

1 FUENTE: PREMUT – Programa Municipal De Transporte Tarija versión 1 – mayo 2013

zonas, áreas o vías que se encuentren congestionadas. El autor realizara el estudio de la implementación del sistema de peaje urbano basado en un cordón que contiene la zona central de Tarija, sobre la cual se pretende actuar mejorando los niveles de congestión, cordón que para ser atravesado requiere el pago de una tarifa.

Para plantear su implementación es necesario desarrollar un sustento teórico bastante sólido para lo cual se realizara una REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Como punto de partida para la investigación además es conveniente conocer el estado de la práctica en el tema de estudio, para esto se consultarán estudios y tesis sobre implementaciones de peajes urbanos, sobre todo estudios realizados en otros países además de su relación con todos los aspectos inherentes de la ingeniería de trafico los cuales también serán estudiados en los aspectos teóricos conceptuales.

Se desarrollara toda la metodología de la implementación del peaje urbano en la ciudad de Tarija donde se establecerán: Condiciones, Ubicación, Equipos, Formas de pago, Control y seguimiento.

Basados en el marco teórico a desarrollar cuyo sustento este bastante sólido para justificar la aplicación de una implementación del peaje urbano desarrollaremos la aplicación práctica que contiene establecer el área de estudio (casco central de Tarija), realizar los aforos de volúmenes correspondientes, se procesaran los datos en gabinete y se determinaran los indicadores de trafico promedia diario, horario, composición vehicular, capacidad y niveles de servicio además que se realizara encuestas y cuestionarios paralelos con los resultados de estos podremos optimizar el área de implementación del peaje urbano debidamente sustentado de manera que se estimen porcentajes de disminución de volúmenes de tráfico para el centro de la ciudad de Tarija.

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 JUSTIFICACIÓN

La implementación del peaje urbano como una alternativa para el descongestionamiento vehicular tiene el argumento básico, perfectamente demostrable. Descansa sobre la idea de que se producirán mejoras sustanciales en la eficiencia del sistema de transporte si se implanta un sistema de precios que grava la congestión.

Los sistemas de peajes urbanos de anti congestión, de acuerdo a las actuales experiencias en funcionamiento en países como Colombia, Chile, etc. se han convertido un instrumento clave para la consolidación de un transporte y movilidad urbana más sostenible en el ámbito de las ciudades y su entorno más próximo donde se aplican y posiblemente, constituyen el único sistema contrastado de intervenir con éxito para reducir la circulación automóvil en los centros urbanos y transferir a los usuarios las externalidades que generan los vehículos.

La experiencia en ciudades como Singapur y Londres cuya aplicación ha traído grandes beneficios en la movilidad, proporciona un punto de inicio para implementaciones en ciudades latinoamericanas como Santiago de Chile, Colombia y en un futuro posiblemente a la ciudad de Tarija- Bolivia. Una vez terminada la investigación, se espera la reducción del ingreso de vehículos al centro de la ciudad en más de un 25%, además de generar recursos genuinos e inéditos, lo que favorece la aplicación de soluciones de los problemas de movilidad a los que continuamente se ve enfrentada la ciudad.

Es por ello que nace la necesidad de comenzar a estudiar este tipo de mecanismos para mejorar la movilidad y su viabilidad futura en una ciudad como Tarija, donde la congestión del tránsito urbano es un problema frecuente y que se evidencia constantemente en las vías, arterias de la ciudad y en zonas como es el casco central de la ciudad.

1.2 PRESENTACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS

- La bibliografía existente sobre el tema, amplia y disponible en gran medida a través de internet, constituida fundamentalmente por textos descriptivos de los casos en funcionamiento de peajes urbanos o del conjunto de ellos.
- Los datos concretos facilitados por los organismos responsables de las experiencias en marcha de peajes urbanos (Singapur, Colombia, Chile, Bergen, Oslo, Trondheim, Roma, Londres, Estocolmo), normalmente disponibles en internet, a través de las propias páginas web de dichos organismos, algunas, como la de Londres, con amplísimos contenidos informativos.

1.3 ANÁLISIS DE ANTERIORES

Los estudios de implementación de peajes urbanos que se encuentra en funcionamiento son:

- Bogotá y Cali ciudades Colombianas. Esquema de peaje de acceso al área central de la ciudad.
- Bergen (Noruega). Esquema de peaje de acceso al área central de la ciudad todos los días laborables de la semana desde las 6 h. a las 22 h. El sistema se diseñó para recaudar fondos adicionales destinados a la construcción de nuevas carreteras. Se comenzó a controlar a los infractores a través de la filmación en vídeo de las matrículas de los vehículos en vías reservadas y en períodos de tiempo seleccionados aleatoriamente. Hoy en día, el control es sencillo y total.
- Oslo (Noruega). Procedimiento similar de peajes de acceso al área central de la ciudad. Se estudiaba en 1990 la implantación inminente de un sistema electrónico de cobro de peaje para reducir el elevado número de infractores.
- Estocolmo (Suecia). Se estudió la implantación en 1990 de un sistema de licencia de área cuyo objetivo era restringir los efectos del tráfico sobre la salud pública y el medio ambiente.

- Singapur. Esquema de licencia de área (A.L.S.) introducido en1975 y modificado ampliamente en 1989. Cubre el Distrito Central de Negocios con 29 puntos de entrada, de 7,30 a 10,15 y de 6 a 19 horas, los días laborables. El impacto inicial en 1975 del esquema fue espectacular, una reducción del tráfico en el área restringida de un 71 %, registrándose en esa misma área un descenso medio de un 21 % desde 1975 a 1983. A pesar de las reservas iniciales parece existir en estos momentos, un apoyo de los empresarios al ALS y no se han detectado efectos apreciables sobre el comercio local.
- Experiencias similares aunque con matices diferenciadores se emprendieron también en otras ciudades como Hong-Kong con su estudio experimental (1983-85) de peaje electrónico.
- Tokio con su red de vías metropolitanas de peaje combinada con fuertes impuestos sobre la gasolina, y una licencia anual de circulación de gran entidad.
- Sistema " Queue free" de Trondheim: Partiendo de una tecnología idéntica a la utilizada en Oslo A/S Microdesign ha desarrollado una aplicación que por ser más reciente resulta más completa y sofisticada, especialmente en el sistema de comunicaciones. De las doce estaciones que componen el anillo de peaje solamente las que corresponden al norte y sur están atendidas por personal. Las tarifas, de entidad similar a las de Oslo, se diferencian por hora del día e incluso por punto de acceso, y sólo operan los días y horas laborables (6 mañana a 5 de la tarde). El pago se efectúa con carácter anticipado o ex-post (mediante pago autorizado en c/c. como los recibos de la luz o el teléfono).
- LONDRES: El 23 de octubre de 2003, Transportes de Londres publicó un informe sobre los primeros seis meses del peaje. La principal conclusión del informe es que el volumen de automóviles que entraba diariamente en la zona de peaje se había reducido en 60.000 vehículos, lo que significa una bajada del 30% de los mismos. Alrededor del 50-60% de los conductores de estos vehículos comenzaron a desplazarse usando el transporte público, entre el 20-

30% utilizaba rutas alternativas y el resto compartía coche, reducía el número de viajes, circulaba en horas en las que no hay peaje, o utilizaba motos o bicicletas. Se estimó que la duración media de los viajes se había reducido en un 15%.

Así como estas ciudades señaladas anteriormente, que ya cuentan con el funcionamiento del sistema de peajes urbanos y cómo podemos observar las mejoras son sustanciales existen desde 10% hasta 30% de disminución de la congestión vehicular además constituyen el único sistema contrastado de intervenir con éxito para reducir la circulación automóvil en los centros urbanos y transferir a los usuarios las externalidades que generan los vehículos. Por estas razones existen varias ciudades optaron por esta alternativa de la implementación del peaje urbano.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

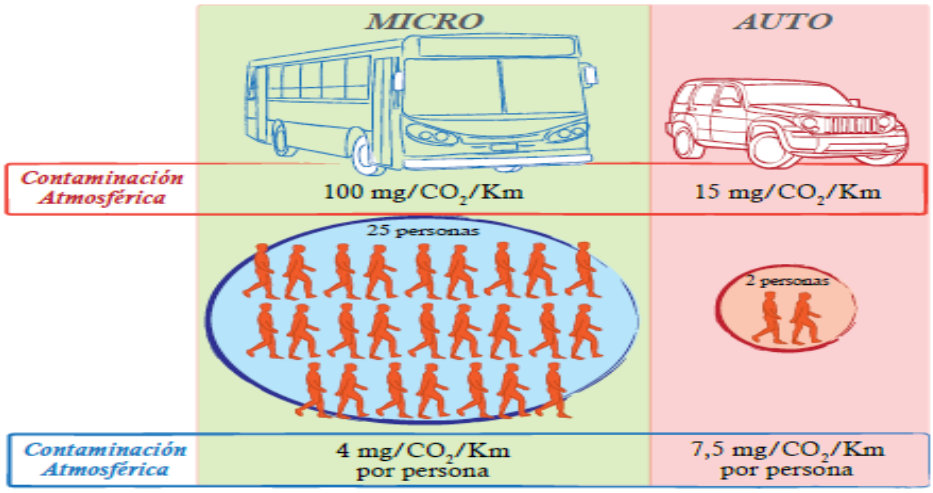
1.4.1 SITUACIÓN PROBLEMICA

El crecimiento sostenido de la población urbana, el desarrollo de las actividades y el incremento del ingreso, han producido cambios en las ciudades Bolivianas en los últimos años con un rápido crecimiento de la tasa de motorización, es decir del parque vehicular particular y público, sin grandes modificaciones en la infraestructura vial.

La búsqueda de alternativas de solución que permitan disminuir los volúmenes de tráfico en las ciudades es una necesidad ya que la congestión vehicular se está convirtiendo en una constante en la ciudad con enormes perjuicios y molestias del usuario.

Tarija ha experimentado múltiples y descontrolados procesos de deterioro de su calidad de vida debido al transporte, con el consiguiente perjuicio de sus actividades, principalmente en el área central.

GRAFICO 1 EJEMPLO TEÓRICO DE CONTAMINACIÓN



FUENTE: elaboración propia

La ciudad confronta graves problemas de tráfico vehicular, la mayoría de las calles y avenidas de la ciudad se encuentran saturadas esto aceleran el proceso de contaminación del medio ambiente y contribuyen al deterioro del nivel de vida de sus habitantes.

La entrada de un nuevo coche en una vía ya saturada impone retrasos sobre los demás vehículos. Además el nuevo usuario se ve afectado por la propia congestión que, por otro lado, él contribuye a crear.

El parque automotor tiene un crecimiento exponencial y la inclusión de más automóviles en la ciudad significaría un caos total, El problema gesta desde hace años, las medida que la alcaldía toma para resolver estos están siendo cada vez más insuficientes, ya que la restricción al tránsito vehicular deja de tener importancia, debida al aumento significativo del parque vehicular. Además podemos observar que las diferentes obras que la alcaldía desarrolla muchas veces impide el tránsito vehicular, ocasionando aún más tráfico.

1.4.2 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En la zona central de Tarija existe un problema latente, el congestionamiento vehicular, debido a diferentes factores. El exceso de volúmenes de tráfico vehicular, es evidente en la zona, el cual no se encuentra normado ni regulado.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar "Al peaje urbano" como una alternativa para el descongestionamiento vehicular y así configurar un modelo de predicción que nos permita valorar la viabilidad sobre la implementación del mismo en la ciudad de Tarija.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Se realizara una investigación bibliográfica sobre todo de estudios realizados en otros países además de su relación con todos los aspectos inherentes de la ingeniería de tráfico.
- Se establecerá el área de estudio partiendo del criterio de que la implementación del peaje urbano está orientado a descongestionar el casco central de la ciudad de Tarija.
- Se desarrollaran los aforos de volúmenes por un periodo mínimo de un mes en toda el área de estudio.
- Se procesaran en gabinete los aforos de campo para tener establecido cuales son las condiciones particulares de cada una de las calles del área de estudio.
- Determinare los indicadores de Trafico Promedio Horario, Trafico Promedio Diario, Composición Vehicular.
- plantearemos la implementación de los puntos de cobro de peaje urbano.
- Con los indicadores determinados optimizaremos el área de implementación del peaje urbano debidamente sustentado de manera que se estime porcentajes de disminución de volúmenes de tráfico horario y diario además del mejoramiento de los niveles de servicio.

- Estableceremos conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos.

1.6 HIPÓTESIS

La implementación del peaje urbano es una alternativa de solución que permitirá disminuir y regular los volúmenes de tráfico vehicular y por ende bajar los niveles de congestión en la vía o zona.

El peaje urbano es una alternativa para el descongestionamiento entonces disminuye el volumen de tráfico vehicular.

1.7 DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE VARIABLES

- variable independiente

$V_1 =$ peaje urbano (independiente)

Porque para reducir los volúmenes de tráfico en el centro dela ciudad debemos implementar el peaje urbano.

- variable dependiente

$V_2 =$ Reducir el congestionamiento vehicular atraves de los volumenes de trafico.

Se logra reducir el congestionamiento vehicular atreves de la disminución de los volúmenes de tráfico debido a que se implementa el peaje urbano.

$TL =$ regular, reducir (termino logico)

$UO =$ zona central de Tarija limitado por las calles Cochabamba, Mendez,

Virginio Lema y Ballivian (unidad de observacion)

1.8 DISEÑO METODOLÓGICO

1.8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

La tesis que realizaremos es de tipo exploratorio debido a que el estudio del peaje urbano es un tema nuevo buscaremos especificar las propiedades importantes y relevantes como ser: medir y evaluar los aspectos componentes del objeto de estudio (peaje urbano), la relación que existe entre el congestionamiento y las soluciones que podemos dar a la misma.

1.9 UNIDAD DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTRA

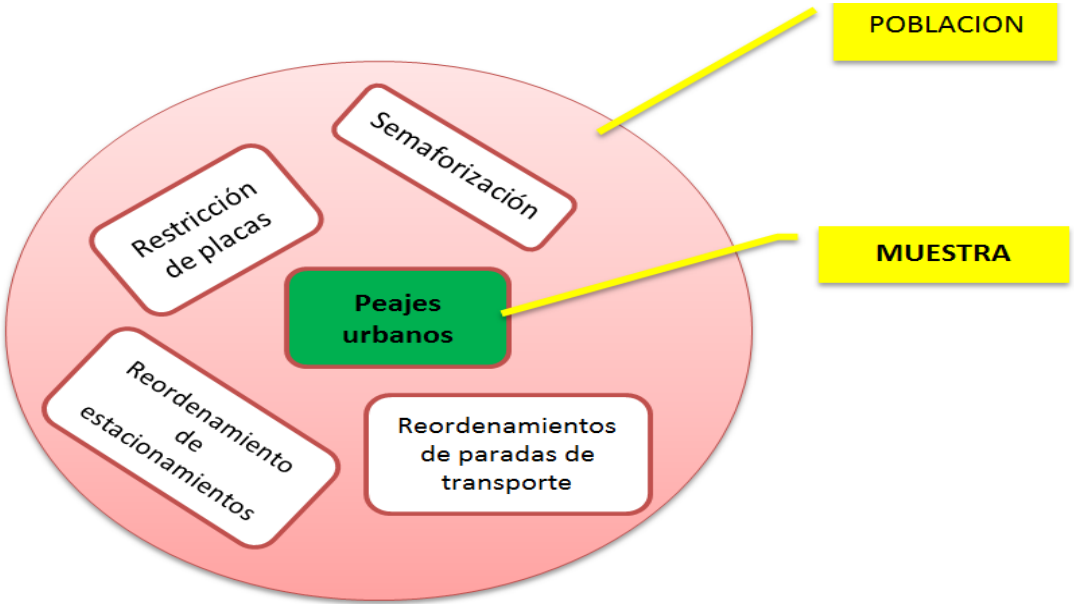
1.9.1.1 Unidad de estudio

Dentro de estas alternativas de solución al congestionamiento estudiaremos el peaje urbano en la ciudad de Tarija.

1.9.1.2 Población

La población contempla todas las alternativas existentes para el descongestionamiento vehicular como ser:

GRAFICO 2 ESQUEMA DE LA POBLACIÓN



FUENTE: elaboración propia

1.9.1.3 Muestra

De toda nuestra población estudiaremos el peaje urbano como la alternativa para reducir los volúmenes de tráfico vehicular y por ende reducir el descongestionamiento que existe en el casco central de la ciudad de Tarija que estará delimitado por las calles: Cochabamba, Méndez, Virginio Lema y Ballivian.

1.9.1.4 Muestreo

No Probabilístico

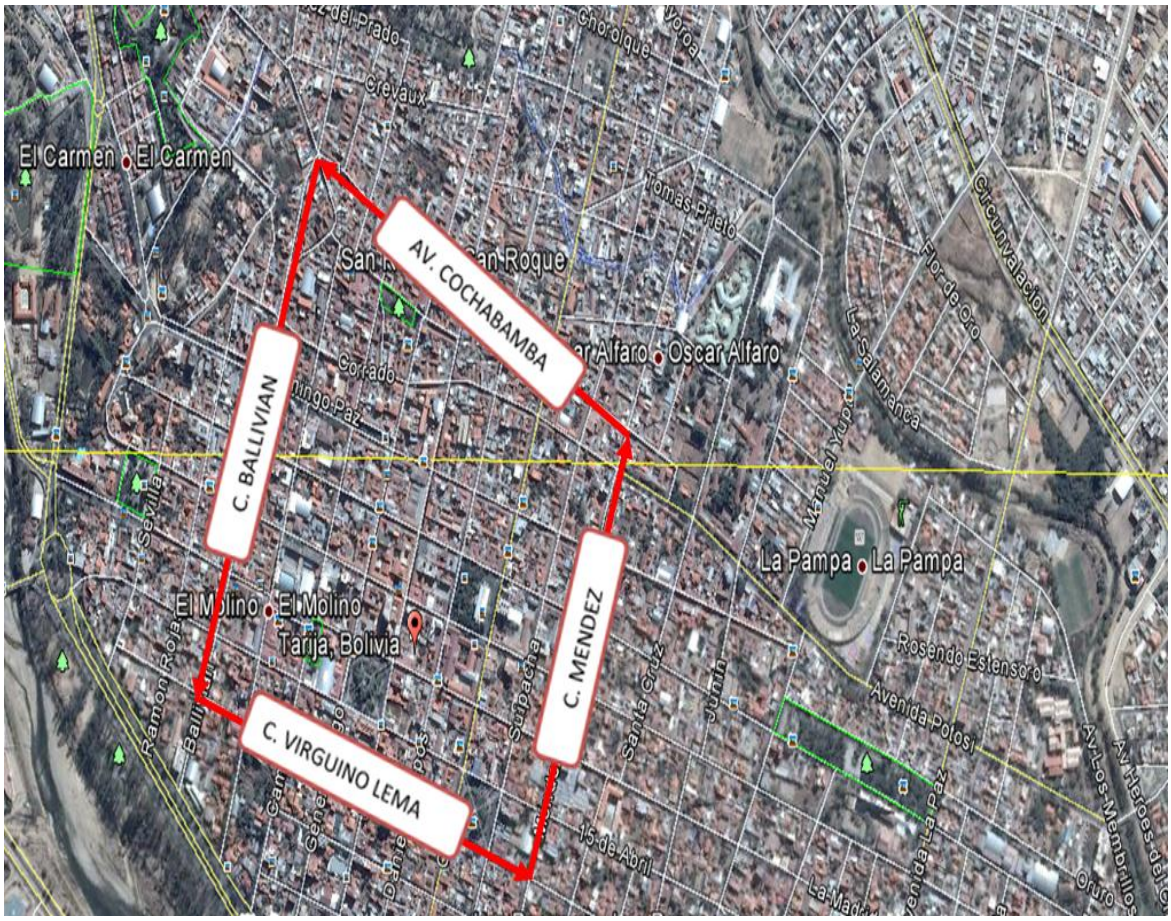
Se utilizó este muestreo no probabilístico debido a que es conveniente ya que realizaremos un estudio específico del peaje urbano en la zona central de la ciudad de Tarija el cual tiene la característica de reducir el tráfico vehicular en esta zona, además de contar con un tiempo limitado para realizar dicho estudio.

1.9.1.5 Muestreo por conveniencia

La muestra “el peaje urbano” es seleccionada por el investigador porque así él lo requiere para proponer la implementación del mismo.

1.10 ÁREA DE ESTUDIO

Nuestra área de estudio estará delimitada entre las calles Virginio Lema, Ballivian, Cochabamba y Méndez. A continuación se muestra toda el área de estudio.



FUENTE: elaboración propia

1.11 ALCANCE

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos se hace necesario seguir ciertas pautas o pasos dentro del estudio, de esta manera partiendo de un conocimiento más avanzado de las teorías y modelos involucrados, así como de la problemática misma, se alcanzará un buen desarrollo del estudio. Para esto, está implícito el manejo de información proveniente de los aforos de tráfico vehicular, estudios de la medida de horas Pico.

La problemática del incremento del parque automotor en forma excesiva en las ciudades de nuestro país y particularmente en la ciudad de Tarija, obliga en el ámbito de la ingeniería de tráfico buscar soluciones para contrarrestar la situación de congestionamiento en gran parte de las calles, entre las posibles soluciones se quiere analizar una alternativa que ha sido puesto en práctica en otras ciudades de países como el nuestro a fin de disminuir los volúmenes de tráfico en las calles urbanas.

El trabajo del peaje urbano no es muy común debido a que en principio se ha buscado soluciones que sean menos atentatorias en lo económico a los usuarios conductores, sin embargo dada las características del incremento de volúmenes de tráfico por el uso indiscriminado del vehículo en gran parte de la población donde la medida de vehículos por familia es de 2 y con posibilidad de incremento, es necesario limitar el uso del vehículo en forma racional y necesaria simplemente.

Para plantear su implementación es necesario desarrollar un sustento teórico bastante sólido para lo cual se realizara una REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Como punto de partida para la investigación es conveniente conocer el estado del arte en el tema de estudio, se consultarán estudios y tesis sobre implementaciones de peajes urbanos, sobre todo de estudios realizados en otros países además de su relación con todos los aspectos inherentes de la ingeniería de trafico los cuales también serán estudiados en los aspectos teóricos conceptuales.

Basados en el marco teórico a desarrollar cuyo sustento este bastante sólido para justificar la aplicación de una implementación del peaje urbano desarrollaremos la aplicación práctica para la ciudad de Tarija para lo cual establecemos las siguientes etapas de desarrollo:

A. Se estableció el área de estudio partiendo del criterio de que la implementación del peaje urbano está orientado a reducir los volúmenes de tráfico vehicular en el casco central de la ciudad de Tarija por lo que será una área muy bien definida que circundara las calles Cochabamba, Méndez, Virginio Lema y Ballivian.

B. Se desarrollaran los aforos de volúmenes por un periodo mínimo de un mes en toda el área de estudio.

C. Se procesaran en gabinete los aforos de campo para tener establecido cuales son las condiciones particulares de cada una de las calles del área de estudio de manera que sean la base de la implementación del peaje urbano a objeto de determinar los indicadores de Trafico Promedio Horario, Trafico Promedio Diario, Composición Vehicular. Para luego con todos estos aforos y estudios realizados poder determinar nuestra implementación de peaje urbano en el área de estudio.

D. Con los indicadores determinados tanto de los aforos de volúmenes optimizaremos el área de implementación del peaje urbano debidamente sustentado de manera que estimaremos los puntos de cobro de peaje y la tecnología de cobranza a utilizar en los diferentes puntos de recaudo establecidos.

E. Se desarrollara toda la metodología de la implementación del peaje urbano en la ciudad de Tarija donde se establezcan:

- Condiciones
- Ubicación
- Equipos
- Formas de pago

F. Concluida la aplicación práctica se establecerán las conclusiones y recomendaciones que se tienen del trabajo desarrollado.

1.12 PREPARACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

1.12.1 Descripción de los equipos

Para realizar nuestro estudio sobre el peaje en Tarija utilizaremos los siguientes instrumentos:

- Cronometro
- Cinta métrica
- cámara
- Tablas para aforos
- Computadora

1.12.2 Forma de operación

A continuación se describirá la forma de operación con los equipos utilizados para el estudio:

- se tomara el tiempo que sea necesario para así poder contabilizar los vehículos clasificados de acuerdo a lo requerido en las diferentes calles.
- Con los aforos de volúmenes se procesaran los cálculos en la computadora con programas utilizados como el Excel.

1.12.3 Limitaciones o consignas

Las limitaciones que vamos a tener es que no podremos aforar toda la ciudad de Tarija ni el tiempo mínimo requerido de 1 año debido al tiempo que se requiere para esto.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Después de la aparición del vehículo automóvil, las carreteras se proyectaban teniendo en cuenta únicamente el movimiento de vehículos aislados, debido a que circulaba un número muy bajo de ellos para entonces y bastaba que cada uno pudiera moverse a una velocidad razonable y segura para que la carretera cumpliera con todos sus objetivos. Pero ya hacia 1920 el número de vehículos en circulación era lo suficientemente elevado como para establecer medidas de regulación que evitasen las dificultades de circulación.

El objetivo principal de las medidas fue mejorar la seguridad basándose en su comienzo con la práctica de la policía, pronto fue necesario adoptar medidas más eficientes por lo que 1920 y 1930 en los Estados Unidos nace **la Ingeniería de Tráfico** con el fin de mejorar la explotación de las redes viarias existentes, pocos años después la Ingeniería de Tráfico se introdujo también en el proyecto de nuevos caminos.

Actualmente el incremento en número y velocidad del tráfico motorizado contribuye a satisfacer los deseos y las necesidades de los habitantes de las ciudades, sin detenerse a analizar que ese es también el causante de uno de los aspectos más conflictivos del sistema urbano en función a su sostenibilidad: la contaminación ambiental en sus diferentes formas, la ocupación extensiva del suelo y la seguridad del tráfico.

Se hace necesaria entonces la planeación integral del transporte: integración del transporte y los usos del suelo, la cual debe abordar la relación entre movilidad/accesibilidad y los modelos de crecimiento urbano. Por tanto se ve la necesidad de la realización de estudios, procedimientos de aplicación de las diferentes

metodologías y desarrollos en este campo cuyo modelo de crecimiento urbano, se manifiesta en la congestión del tráfico vehicular.

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

1.2 ELEMENTOS DEL TRÁFICO

Existen 3 elementos básicos que componen la Ingeniería de tráfico que son:

A. El Usuario.
B. El Vehículo.
C. La Vía o Vialidad.

1.2.1 EL USUARIO

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor.
El usuario está relacionado con los peatones y conductores, que son los elementos principales a ser estudiados para mantener el orden y seguridad de las calles y carreteras.

1.2.1.1 EL PEATÓN

Peatón es considerado a toda la población en general, son todas aquellas personas desde un año hasta cien años de edad.
En la mayoría de los casos las calles y carreteras son compartidos por los peatones y vehículos, excepto en la Autopistas el tráfico de los peatones es prohibido. Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor. Por lo tanto se deberá estudiar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas, para

la cual es necesario conocer las características del movimiento de los peatones y la influencia que tienen ciertas características como ser la edad, sexo, motivo de recorrido, etc.

1.2.1.2 EL CONDUCTOR

El conductor constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ellos para adaptarse a las características de la carretera y de la circulación.

Para el estudio de los conductores es necesario conocer el comportamiento o factores que influyen en sus condiciones físicas y psíquicas, sus conocimientos, su estado de ánimo, etc.

Factores que pueden modificar las facultades del individuo en el tiempo de reacción:

- La fatiga.
- Las enfermedades o deficiencias físicas.
- El alcohol y las drogas.
- Su estado emocional.
- El clima.
- La época del año.
- Las condiciones del tiempo.
- La altura sobre el nivel del mar.
- El cambio del día a la noche y viceversa.

1.2.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Las decisiones y acciones de un conductor dependen principalmente de la información que transmiten los sentidos, cuya información llegan al conductor a través de los ojos, oídos y terminales nerviosas. A continuación citaremos las características más importantes del conductor:

- Condiciones físicas (visión) y psicológicas suficientes para conducir un vehículo.

- Conocimientos básicos de reglas y normativas de tránsito.

1.2.2 EL VEHÍCULO

En ciertos países, la incorporación de mayor cantidad de vehículos no solo ha mejorado el transporte, ya que también ha elevado el nivel económico general del país, por lo que se puede afirmar que la relación de habitantes por vehículo es un indicador para apreciar el progreso de un determinado territorio.

Por lo tanto, es indispensable que cada país mejore las condiciones del transporte para su progreso y de esta manera poder transportar los bienes de consumo desde las fuentes de producción hasta los mercados y de allí comercializarlo a la población.

Actualmente, es inevitable que aumente el número de vehículos cada año, lo que es deseable y conveniente, logrando así reducir más la actual relación de habitantes por vehículo.

Por lo tanto, es el segundo elemento componente del tránsito, el vehículo, irremediablemente va en aumento.

Las características que nos interesan del elemento vehículo podemos establecer las siguientes:

A. Características de dimensiones.

B. Características de operación.

C. Características de costo.

1.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONES

Tanto en los vehículos que circulan en las vías urbanas como en carreteras la evolución de los vehículos atreves de los años fueron variando sus dimensiones en función de las necesidades del uso del vehículo era muy notorio que atreves de los años los vehículos livianos que son los que circulan en las vías urbanas tengan la tendencia de reducir sus dimensiones y aumentar la potencia y velocidad.

En cambio los vehículos que transitan por las carreteras tanto autobuses, camiones simples, camiones con semirremolque y camiones con remolque tienen la tendencia de aumentar sus dimensiones, ampliando su potencia y velocidad.

1.2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Los vehículos que circulan en vías urbanas como en carreteras tienen algunos elementos de operación que son influyentes en el momento de la circulación en el flujo vehicular entre ellas tenemos:

a. Radio de giro
b. Resistencia a la circulación
c. Potencia
d. Velocidad

1.2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE COSTO

Un vehículo como elemento de tráfico para circular dentro del flujo requiere ciertas condiciones y bajo esas condiciones requieren un costo que normalmente está representado por la unidad monetaria para una cierta distancia que por lo general es el kilómetro. Para la determinación de este costo de operación intervienen diferentes factores entre ellos tenemos:

- Costo de operación
- Costo de combustible
- Costo de lubricantes
- Costo de llantas
- Costo de impuestos
- Costo de seguro
- Costo de mantenimiento
- Costo de operación del conductor

1.2.3 LA VIALIDAD O VÍA

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos.

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y

comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con un excelente sistema vial o viceversa.

1.2.3.1 CARRETERAS URBANAS

Las carreteras urbanas son aquellas calles que constituyen la infraestructura viaria con características mixtas entre las carreteras que discurren fuera de poblado y el viario principal de la ciudad. Estas vías son las que canalizan los movimientos de larga distancia y cumplen las funciones de conexión y distribución de vehículos que acceden a la ciudad o la atraviesan.

La infraestructura vial, sea esta una vía rural o calle, puede ser de circulación continua o discontinua. Los sistemas viales de circulación continua no tienen elementos fijos externos al flujo de tránsito, tales como semáforos, que producen interrupciones en el mismo. Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, tales como semáforos, las señales de alto y otros tipos de regulación. En nuestro estudio todas nuestras calles tienen sistemas viales de circulación discontinua porque nuestra área de estudio se encuentra en el centro de la ciudad de Tarija.

1.2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS URBANAS

Las vías urbanas y calles del centro de la ciudad de Tarija se caracterizan esencialmente por su multifuncionalidad: son utilizadas por peatones, vehículos privados de varios tipos (automóviles, motocicletas, bicicletas, etc.) vehículos de transporte público, vehículos de repartos de mercancías y vehículos y máquinas de servicio público (ambulancias, policía, recogida de basuras, etc.) en estas vías existen zonas destinadas a las parada y estacionamiento de los diversos tipos de vehículos que las utilizan, existen cruces muy frecuentes con otros viales oh calles.

En el subsuelo de las calles se disponen las redes de las instalaciones de servicios urbanos a los edificios tales como: alcantarillado, agua potable, gas, red eléctrica y telefonía que requieren trabajos de mantenimiento y/o de renovación periódicos.

El espacio de la calle es de longitud indefinida, solo interrumpida por el cruce con otras calles o, en casos singulares, por el final de la calle, en una plaza, en un parque urbano, en otra calle, etc.

1.3 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO

Los parámetros fundamentales del tráfico son aquellos que están presentes en forma permanente en el comportamiento del flujo vehicular teniéndose 3 parámetros fundamentales que son:

- Velocidad
- Volumen o intensidad de trafico
- Densidad de trafico

1.3.1 VELOCIDAD

La Velocidad es un elemento fundamental del tráfico, porque depende de ella el comportamiento vehicular y tiene una relación directa con los otros parámetros fundamentales que son Volumen y densidad.

Se define como velocidad a la relación que existe entre una distancia que se recorre y el tiempo que se tarda en recorrer la misma. En este mismo concepto existen diferentes tipos de velocidad entre los cuales los más importantes son: Velocidad de punto, Velocidad de recorrido total, Velocidad de crucero y Velocidad directriz.

Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

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

Dónde:

v = velocidad constante (km/h)

d = distancia recorrida (km)

t = tiempo de recorrido (h)

1.3.1.1 Tipos de Velocidad

I. Velocidad de punto

II. Velocidad de crucero

III. Velocidad Directriz

IV. Velocidad de Recorrido Total

Es aquella que se define como la distancia que se recorre en un tramo definido y el tiempo que se tarda en recorrer, tiempo que influye en la circulación y las demoras, normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez de tráfico, cuanto mayor la velocidad de recorrido total mayor la fluidez, cuanto menor la velocidad de recorrido total mayor el congestionamiento del tráfico.
A diferencia de la velocidad de punto la velocidad de recorrido total establece una distancia mucho mayor que en carreteras, generalmente se toma la distancia entre accesos y las zonas urbanas, la distancia de recorrido total es generalmente aquella que nos define los flujos direccionales. El tiempo que se tarda en recorrer la distancia de recorrido total tiene dos componentes que son:

- El tiempo que se tarda en circulación propiamente dicho.
- El tiempo de demoras donde el vehículo no está en movimiento.

Este tiempo de demoras puede tener como causas detención de vehículos, cruce de peatones, semáforos, etc.

1.3.2 VOLÚMENES OH INTENSIDAD DE TRÁFICO.

Se define como volumen de tráfico a la cantidad de vehículos que circulan en una carretera o calle en un período de tiempo determinado que normalmente se toma una hora, un día dando origen a un nuevo concepto de tránsito diario y tránsito horario respectivamente.

1.3.2.1 Factores de volúmenes

1.3.2.2 Tránsito promedio diario (T.P.D.)

Es la cantidad de vehículos que circulan por una sección en un período de tiempo definido de un día, recibe la denominación de promedio cuando se hace un estudio por un tiempo mayor a un mes donde se repiten necesariamente los mismos días y

aún más cuando el estudio se va a realizar durante un período de un año o más, este valor viene a representar el T.P.D. anual (T.P.D.A.). Si bien el concepto de T.P.D. se estableció para estudios cuyo tiempo iba a ser de un año en la práctica se ha dado que normalmente para proyectos específicos de carreteras, apertura de calles, ampliación de avenidas, etc. se realicen estudios de volumen menores a un año que sean igualmente significativos en sus valores.

1.3.2.3 Tránsito promedio horario (T.P.H)

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el T.P.H., ese valor es mucho más sensible que el T.P.D., es decir el T.P.H. nos puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuales son las horas de mayor volumen u horas pico, cuales las de menor volumen u horas de baja intensidad, etc. El T.P.H. tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico, sin embargo dado la posibilidad de que ese valor sea máximo sólo se presente en pocas horas durante el día, hacen que no sea un valor recomendable para el diseño.

1.3.2.4 Volumen Directriz

Un concepto definido exclusivamente para obtener un valor que represente el 80% o más del tiempo durante un día la cantidad de vehículos que circula por una calle o carretera no exceda el valor máximo, para ello se ha definido que el volumen directriz numéricamente se obtenga de un ordenamiento descendente del T.P.H. máximo correspondientes a los 365 días de un año denominado el valor trigésimo. Para algunos proyectos de menor envergadura también se han utilizado de ese ordenamiento el valor 50 y el valor 80 para esos volúmenes directrices.

Es muy probable que muchas carreteras o calles de ciudades no se tengan aforos de volúmenes horarios por ello se ha establecido una relación entre el volumen diario y el volumen horario en carreteras, calles donde se realizaban ambas mediciones obteniéndose un valor racional, esta para **el T.P.H. entre el 12 al 15% del T.P.D.**

1.3.2.5 Composición del volumen

Si bien es importante conocer el número de vehículos que circula por una sección de carretera o calle en período de tiempos definidos resulta también importante tener una relación del tipo de vehículos que circulen en ese período de tiempos entendiéndose como la composición del tráfico.

Una composición casi del tipo universal es la que subdivide en automóviles, camiones, autobuses, motocicletas y bicicletas, entendiéndose por automóviles a todos aquellos que generalmente están compuestos por dos ejes y cuatro ruedas como los autos, jeep y camionetas pequeñas.

En el tipo de camiones se tendrá los pequeños, medianos y grandes, diferenciándose por la capacidad de carga que tiene este tipo de vehículos. Generalmente los autobuses representados por livianos y pesados diferenciándose por la capacidad de pasajeros que puedan transportar este tipo de vehículos.

1.3.2.6 Variación de los Volúmenes de Tráfico

Nos referiremos a las variaciones periódicas que sufre el volumen de tráfico en las horas del día, los días de la semana, los meses del año y en el sentido de circulación.

1.3.2.7 Variaciones horarias

El volumen de tráfico es diferente a lo largo de las horas del día pudiendo existir horas de máximo flujo, horas de flujo medio, etc.

1.3.2.8 Variaciones diarias

A lo largo de los días de la semana el volumen de tráfico es diferente generalmente presentándose estas diferencias entre los días hábiles de trabajo y los días no hábiles y feriados que existen. Esta variación diaria permitirá establecer una metodología más adecuada del control de la circulación en los días de máximo volumen.

1.3.2.9 Variación Semanal

A lo largo de la semana está generalmente con respecto a las estaciones del año, puede existir una leve variación entre los volúmenes de tráfico aunque no es de mucha frecuencia.

1.3.2.10 Variación mensual

A lo largo de los meses del año puede existir una variación de volumen de tráfico generalmente por épocas relacionada con las estaciones del año, y con los períodos de vacaciones, es decir los meses de vacaciones de fin de año a los meses de verano son los que tienen un incremento en los volúmenes.

1.3.2.11 Variación por sentidos

En carreteras o calles que tengan ambos sentidos de circulación también es importante establecer las variaciones que estas tienen aunque normalmente deben tener valores similares, algunas características muy particulares podrán hacer variar esta cantidad por sentido, por ejemplo uno de los carriles esté conectado a una calle arterial mientras que el otro sentido sólo esté conectado con calles conectores.

1.4 AFOROS DE VOLUMEN

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

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

1.5 MÉTODOS DE AFORO

1.5.1 Método manual

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

- Composición vehicular

- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

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

1.5.2 Método mecánico

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

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

1.6 TRANSPORTE PÚBLICO

DEFINICIÓN

Se entiende por transporte público a la forma, manera en que se genera un movimiento principalmente de pasajeros en recorridos establecidos urbanos y sub urbanos e inter urbanos en este último caso el enfoque es un poco distinto debido a que el transporte público estará sujeto fundamentalmente al movimiento a las terminales entre ciudades urbanas.

1.6.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

El transporte público ha sido desde años atrás, es en la actualidad y será en el futuro una necesidad en todas las ciudades urbanas. a partir de esta necesidad se buscara formas de transportar la mayor cantidad de pasajeros tratando de que los costos sean reducidos ahí nacen las tranvías que eran prácticamente tramos urbanos todavía centros y con la gran dificultad de que tenían que utilizar redes férreas, el mantenimiento era costoso cuyas ampliaciones requieran de altas inversiones posteriormente se busca una alternativa nace el autobús que funcionaba con energía eléctrica, al principio esta modalidad satisfacía las necesidades por que no requería de un mantenimiento costoso tenia movimiento silencioso y el costo de la energía no era muy alto. El crecimiento de las ciudades hizo que la energía eléctrica incrementara su costo lo cual afecta la modalidad del trolebús y en forma alternativa nacen los autobuses ya a combustión interna utilizando gasolina o diesel.

Si bien esta última satisfacía las necesidades tenía un movimiento que fácilmente se podría cambiar de acuerdo a las necesidades en algunos países se incrementa tanto el costo del combustible que se tuvo que volver a buscar otras alternativas de ahí nace en ciudades grandes los metros o ferrobuses urbanos, en las ciudades pequeñas el metro no era posible como alternativa más bien surgieron vehículos de transporte de pasajeros más pequeños pero cuyo uso de combustible era menor lo cual repercutía un bajo costo de operación como lo son los micros y los minibuses.

Los diferentes operadores de transporte público, son uno de los actores más importantes de la movilidad tarijeña, es gracias a ellos que se desplaza la mayoría de los habitantes.

En Tarija, la primera organización de este tipo que se creó fue “La Tablada” que organizó su servicio en líneas distinguidas por letras, de esta se desprendió el sindicato “Luis de Fuentes” que estableció líneas distinguidas por números, más tarde se organizaron como alternativa las cooperativas “Chaguaya” y “Tarija”. Recientemente se han organizado asociaciones de “taxi-trufis”.

1.7 RELACIÓN DEL INGENIERO CON EL TRANSPORTE

El transporte es un factor que está relacionado con la ingeniería de tráfico por que su movilización tiene relación directa con el resto de automóviles que componen el parque automotor de una ciudad.

Son dos los efectos fundamentales de relación entre la ingeniería de tráfico y el transporte:

- El transporte es parte de volumen de tráfico total que circule en un trazo urbano.
- Como el transporte urbano tiene un objetivo de satisfacer una necesidad tiene una relación directa con los elementos fundamentales de tráfico usuario-automóvil y calle o carretera.

Además va a existir un efecto en las medidas de la ingeniería de tráfico que tiene que adecuar los diseños de las vías oh calles acorde al tráfico vehicular que circulara por dichas zonas calles, avenidas.

1.8 RELACIÓN DE LA CIRCULACIÓN CON EL TRANSPORTE PUBLICO EN TARIJA

El transporte público es un factor que está relacionado directamente con la velocidad de circulación del tráfico vehicular restante. Porque su movilización tiene relación directa con el resto de automóviles que componen el parque automotor de una ciudad. Para esto se tendrá que tomar en cuenta:

a) Coordinación de semáforos

Cuando se quiera facilitar el movimiento de transporte público se tendría que coordinar los semáforos para que tengan ciclos tiempos de foco acorde al movimiento

del transporte público más allá de satisfacer el conjunto de vehículos que circulan. **Pero en la ciudad de Tarija tenemos un sistema semafórico deficiente ya que no existe una buena coordinación semafórica, no tienen ciclos de tiempo acorde al movimiento del transporte, etc.**

b) Paradas del transporte publico

Cuando el transporte público es parte del parque automotor que circula por una ciudad cuya metodología obliga a tener lugares de ascensos y descensos de pasajeros, debe destinarse lugares específicos denominados paradas de transporte público para realizar el ascenso y descenso de pasajeros. **En la ciudad de Tarija las paradas de transporte público son lo más deficiente ya que existen pero debido al desorden del transporte público y peatones que no respetan, utilizando zonas de ascensos y descensos en cualquier lugar de la calle oh vía.**

c) Señalización horizontal y vertical

El transporte público como parte del conjunto de vehículos que circulan por las calles de un trazo urbano necesitan en forma particular una señalización tanto horizontal como vertical que regule su circulación de tal manera que no perjudique a los restos de los vehículos y permita optimizar el espacio disponible para la circulación. Fundamentalmente la señalización estará en los lugares de parada en los carriles exclusiva del transporte público, en zonas restringida al transporte público, etc.

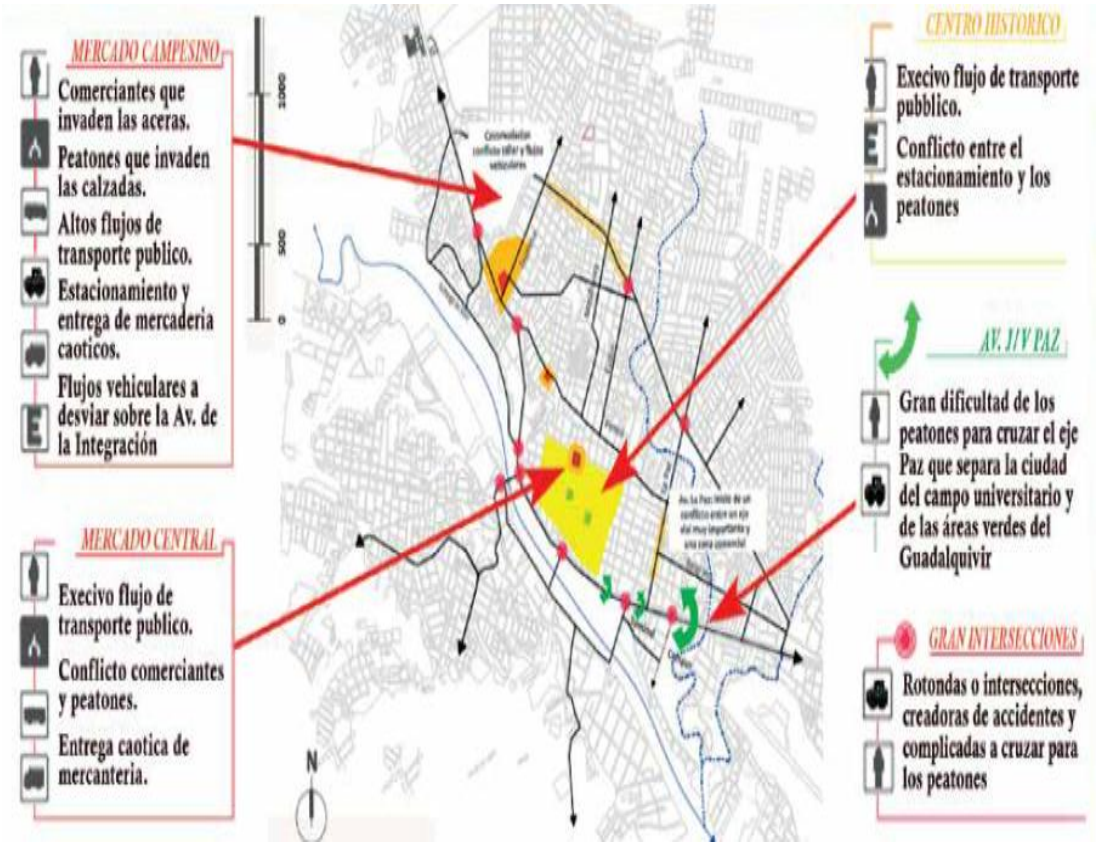
1.9 PEAJE COBRO POR CONGESTIÓN COMO MEDIO DE CONTROL

Alrededor de 60% de la población tarijeña tiene una opinión desfavorable del actual sistema de transporte público: poco cómodo y lento son las principales críticas. El suceso de los taxi-truffi, los cuales en pocos años conquistaron un cuarto del mercado, es el símbolo de la “fatiga” de la población hacia los micros.

El principal riesgo es de ver más y más personas comprarse un auto y movilizarse así, aumentando los problemas de contaminación y congestión en la ciudad. Para enfrentar este escenario, nefasto tanto para la ciudad, se debe imaginar un nuevo

modelo de transporte viable para descongestionar el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tarija y así poder posibilitar un mejor servicio del transporte público.

GRAFICO 1 ZONAS DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE TARIJA



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

Todo este problema de congestión vehicular impone buscar nuevas alternativas de descongestionamiento vehicular, aplicar este nuevo enfoque y modelo, el mismo que se expresa a continuación.

La implementación del peaje urbano como una alternativa para el descongestionamiento vehicular tiene el argumento básico, perfectamente demostrable. Descansa sobre la idea de que se producirán mejoras sustanciales en la eficiencia económica del sistema de transporte si se implanta un sistema de precios que grava la congestión. Los peajes oh cobros por congestión se refiere a la utilización del mecanismo de precios con el propósito de cobrar a los usuarios las externalidades negativas generadas por la demanda en las diferentes horas del día.

El cobro por congestión es apenas una de las herramientas encaminadas a actuar sobre la demanda de transporte.

Los sistemas de peajes urbanos de anticongestión, de acuerdo a las actuales experiencias en funcionamiento, se han convertido un instrumento clave para la consolidación de un transporte y movilidad urbana más sostenible en el ámbito de las ciudades y su entorno más próximo donde se aplican y posiblemente, constituyen el único sistema contrastado de intervenir con éxito para reducir la circulación automóvil en los centros urbanos y transferir a los usuarios las externalidades que generan los vehículos.

CAPITULO III
TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO EN LA CIUDAD DE TARIJA

1.1 GENERALIDADES

Dentro de los estudios relacionados con la ingeniería de tráfico debemos considerar al transporte público de pasajeros, como un factor de muchísima importancia debido a que una buena parte de la población de cualquier ciudad hace uso del transporte público. Aun en países donde se registra una gran cantidad de vehículos, reflejando una mayor relación vehículo/habitante; el volumen de pasajeros que hace uso del transporte público llega a constituir un factor de primordial atención, de ahí la importancia que merece estudiarse con profundidad al transporte público. Siendo los pasos o estudios a realizar en los tramos o zonas en conflicto mediante aforos que después se detallara. Siendo de esta manera lo más importante lograr que el usuario peatón y conductor queden complacidos con los nuevos estudios de dichas líneas y que pertenecen a cada una de las instituciones. Estas instituciones son cuatro, de las cuales dos pertenecen al transporte sindicalizado es decir que son afiliados a la federación del auto transporte 15 de Abril y a la confederación nacional de chóferes de Bolivia siendo estas instituciones el "Sindicato de Micros La Tablada" y el "Sindicato de Micros Luís de Fuentes" las otras dos instituciones pertenecen al auto transporte libre siendo estas la cooperativa "Virgen de Chaguaya" y la cooperativa "Tarija Ltda."

El índice del incremento vehicular en la ciudad de Tarija es muy alto y está en constante ascenso progresivo por lo que en algunas de las vías más importantes de la ciudad de un tiempo a esta parte, el flujo vehicular se tornó caótico, especialmente en horas y días pico, esto se debe al incremento de Líneas de servicio de transporte público por las vías más críticas del centro de la ciudad y de zonas conflictivas.

El Transporte Público es una de las áreas de Trabajo más importantes en la ciudad, siendo el mismo la necesidad de toda la población.

1.2 TIPOS DE TRANSPORTE

En Bolivia se encuentran diferentes tipos de transporte urbano, siendo su sistema de taxis y buses un poco diferente al resto del mundo.

1. Microbuses
2. Minibuses
3. Taxis de ruta libre y ruta fija, radio taxis
4. Servicios de carga urbana

Microbús ("micros"): El microbús es el tipo de transporte colectivo más barato. Son pequeños buses con capacidad para 25 pasajeros. Tiene ruta fija.

Minibús: Vehículos medianos tipo van con ruta fija y con capacidad de hasta 12 pasajeros. Su precio varía en el centro de la ciudad y hacia zonas más alejadas.

Taxis: El taxi es colectivo, por lo que puede recoger a otros pasajeros que vayan por la misma ruta del primero que abordó el vehículo.

Radio Taxi: El radio taxi puede ser solicitado por teléfono o ser tomado directamente en la calle y se distingue por un letrero luminoso en el techo del auto. Es particular, es decir no recoge más pasajeros.

Organización Administrativa.- Existen tres sistemas básicos de organización administrativa, el de empresa privada; el de propiedad pública y el de propiedad múltiple. El primero es operado por una empresa privada, bajo el patrón industrial; el segundo es administrado por el gobierno. En este caso puede ser el estado, el municipio o un organismo descentralizado. El tercero opera a través de uniones, cooperativas o sindicatos, formadas por miles de concesionarios.

Los diferentes operadores de transporte público, son uno de los actores más importantes de la movilidad tarijeña, es gracias a ellos que se desplaza la mayoría de los habitantes.

En Tarija, la primera organización de este tipo que se creó fue “La Tablada” que organizó su servicio en líneas distinguidas por letras, de esta se desprendió el sindicato “Luis de Fuentes” que estableció líneas distinguidas por números, más tarde se organizaron como alternativa las cooperativas “Chahuaya” y “Tarija”. Recientemente se han organizado asociaciones de “taxi-trufis”.

1.3 MODALIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Analizado en su conjunto el Transporte Público de pasajeros en la ciudad de Tarija, esta comprende las siguientes modalidades:

a) **Modalidad Microbuses y Minibuses o trufis**

GRAFICO 1 MODALIDAD DEL TRANSPORTE PUBLICO



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

Para tener una mejor idea acerca del servicio que presta esta modalidad y los usuarios que se benefician con este servicio haremos un detalle que muestre los barrios vs. líneas de transporte donde se podrá evidenciar que existen barrios por los cuales pasan un gran número de líneas y otros a los cuales sólo llega una línea, demostrando esto que el servicio no es uniforme y los barrios más alejados del centro de la ciudad son los menos servidos por este tipo de modalidad.

Se deben realizar modificaciones, sobre todo ampliaciones de rutas del transporte público para que de esta manera se satisfagan las necesidades de los usuarios de los diferentes barrios de la ciudad de Tarija, ya que existen barrios que cuentan con un servicio muy pobre como por ejemplo el barrio Simón Bolívar, San Blas, San Pedro, Obrajes, Virgen de Chaguaya y Guadalquivir, etc.

Administrada por el Sindicato La Tablada, cuyas líneas autorizadas y recorridos son las siguientes:

TABLA 1 LÍNEAS ADMINISTRADAS POR EL SINDICATO LA TABLADA

SINDICATO LA TABLADA
Línea A: TOMATITAS – SAN JORGE
Línea B: TOMATITAS – LUIS ESPINAL
Línea C: SAN BERNARDO – MERCADO CAMPESINO
Línea CH: LOS CHAPACOS – PEDRO ANTONIO FLORES
Línea D: MÉNDEZ ARCOS – LOURDES – CAMPESINO
Línea S: SAN LUIS – MERCADO CAMPESINO
Línea G: MIRAFLORES – TIMOTEO RAÑA
Línea K: MÉNDEZ ARCOS – NARCISO CAMPERO

FUENTE: elaboración propia

b) **Modalidad Minibuses o Trufis.**

Administrada en forma conjunta por el Sindicato Luis de Fuentes, y las Cooperativas de Transporte Virgen de Chaguaya y Tarija.

TABLA 2 LÍNEAS ADMINISTRADAS POR LA COOPERATIVA CHAGUAYA

LÍNEAS DE LA COOPERATIVA CHAGUAYA:
Línea 1: BARRIÓ ROSEDAL – ESCUELA JULIO CALVO
Línea 2: TEMPORAL – LOMA DE TOMATITAS
Línea 4: B. SAN JORGE – MERCADO CAMPESINO
Línea 6: B. MAGISTERIO – MERCADO BOLÍVAR
Línea 7: EL TEJAR – BARRIO LIBERTAD
Línea 9: MOTO MÉNDEZ – MERCADO CAMPESINO
Línea 11: TABLADITA OESTE – MERCADO CAMPESINO
Línea 8: 2 DE MAYO – B. AEROPUERTO
Línea Y: B. BARTOLOMÉ ATTARD – MERCADO CAMPESINO

FUENTE: elaboración propia

TABLA 3 LÍNEAS ADMINISTRADAS POR LA COOPERATIVA TARIJA

LÍNEAS DE LA COOPERATIVA TARIJA:
Línea Z: Y.P.F.B. – MERCADO CAMPESINO
Línea W: 1º DE MAYO – MERCADO CAMPESINO
Línea T: PAMPA GALANA – MERCADO CAMPESINO
Línea Y: B. BARTOLOMÉ ATTARD – MERCADO CAMPESINO
Línea U: B. ARANJUEZ – MERCADO CAMPESINO
Línea 9: MOTO MÉNDEZ – MERCADO CAMPESINO

FUENTE: elaboración propia

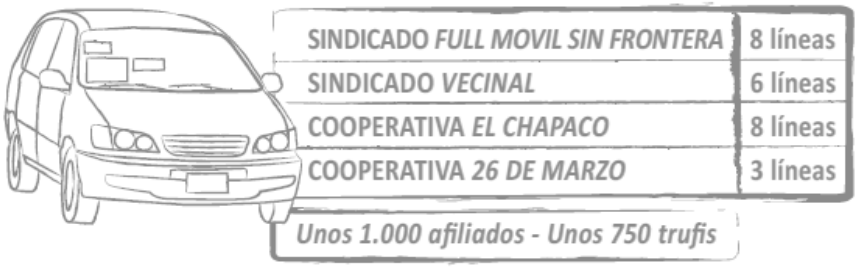
TABLA 4 LÍNEAS ADMINISTRADAS POR EL SINDICATO LUIS DE FUENTES

LÍNEAS DEL SINDICATO LUIS DE FUENTES:
Línea F: JUAN NICOLAY – MERCADO CAMPESINO
Línea 3: MERCADO CAMPESINO – AV. DOMINGO PAZ
Línea 9: MOTO MÉNDEZ – MERCADO CAMPESINO
Línea 5: ALTO SENAC – BARRIO SALAMANCA
Línea 12: B. CATEDRAL – B. SAN JERÓNIMO
Línea E: LUIS ESPINAL – MERCADO CAMPESINO
Línea 10: B. CATEDRAL – MERCADO CAMPESINO
Línea Y: B. BARTOLOMÉ ATTARD – MERCADO CAMPESINO
Línea San Jacinto: SAN JACINTO – PALACIO DE JUSTICIA

FUENTE: elaboración propia

c) **Modalidad Taxis de ruta fija, ruta libre y Radio Taxis.**

GRAFICO 2 MODALIDAD DE TAXIS



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

Este tipo de modalidad presta un servicio de puerta a puerta por lo cual no tienen rutas establecidas pudiendo circular por toda la ciudad sin restricciones, por el crecimiento del parque automotor y de la población de la ciudad algunas paradas de esta modalidad son perjudiciales para la normal circulación vehicular, tal el caso de las paradas del Palacio de Justicia, en la cual se reduce la capacidad vehicular de la calle Bolívar a un solo carril, otra de las paradas que reduce la capacidad vehicular es la calle Domingo Paz cuyo volumen de tráfico es importante y se debe mantener en un nivel aceptable de servicio C. Administrada por dos organizaciones el Sindicato 4 de Julio y la Asociación de Taxis 26 de Marzo que está en servicio autorizado.

En esta modalidad se tiene los Radio Taxis 4 de Julio, Moto Méndez, Tarija, Sur, 26 de Marzo y Juan XXIII que sin lugar a dudas permite un servicio más cómodo al usuario.

Taxi – Trufis.- Recientemente se han organizado asociaciones de "taxi-trufis" son pequeñas vagonetas con capacidad de 8 personas, tienen una ruta fija, además brindan un servicio barato y mucho más rápido que los microbuses.

Es por esta razón que el suceso de los taxi-truffi, los cuales en pocos años conquistaron un cuarto del mercado, es el símbolo de la "fatiga" de la población hacia los micros.

d) **Transporte de carga urbano**

Esta modalidad presta el servicio de transporte de materiales para construcción y mercancías y no tiene rutas fijadas, lo que se debe regular son los horarios en los que estas unidades deben ingresar al centro de la ciudad para no obstruir el tráfico.

Administrada por: Sindicato de Transporte urbano 6 de Agosto, Asociación de Transporte libre 19 de Julio y la Cooperativa Moto Méndez.

1.4 USOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO

En la actualidad, Tarija es la segunda ciudad con mayor crecimiento demográfico de todo el país (después de Cobija).

Cifras preliminares del censo 2012, muestran que Tarija creció de cerca de un 40% entre 2001 y la actualidad, hoy en día su población urbana supera los 215.000 habitantes.

El crecimiento de la mancha urbana, se efectuó de manera espontánea y poca planificada. El resultado de esto fue la construcción de una ciudad extensa, y que creció muy rápidamente en el plano vertical.

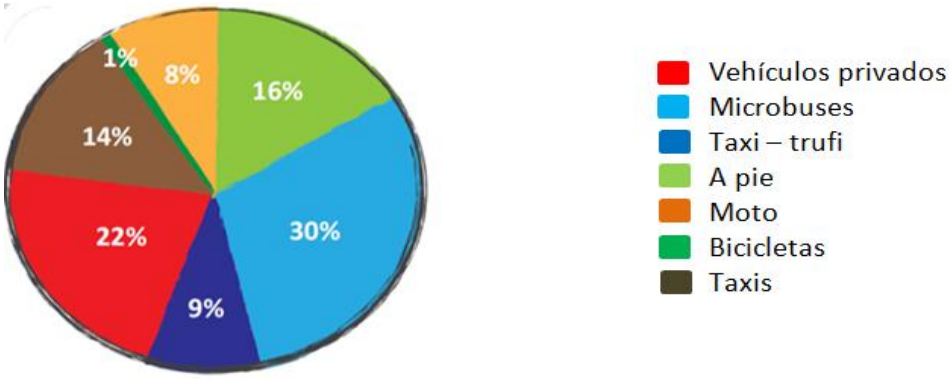
Las consecuencias de este modelo "extensivo" de ciudad, hacen que sea una ciudad poco densa, y por lo tanto poco sostenible, ya que las distancias de desplazamiento son mayores. Este tipo de ciudad incita al uso del automóvil porque los desplazamientos a pie son difíciles por las largas distancias y que el transporte público de gran capacidad no es muy rentable.

1.5 DEFINICIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE

La repartición modal muestra cuales son los modos de transporte más usados por la población tarijeña:

Los Tarijeños se desplazan principalmente en transporte público (casi el 40% de todos los viajes) y 1/4 de los desplazamientos se efectúan en taxi-truffi; El número de desplazamientos privados (auto propio, taxi y moto) es superior al número de viajes en transporte público, mostrando una fuerte costumbre de la gente a desplazarse en modos de transporte individual; La tasa de desplazamientos a pie (16%) es particularmente baja.

GRAFICO 3 % DE DESPLAZAMIENTOS DE LOS TARIJEÑOS



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

Los orígenes y destinos de los desplazamientos

Los Tarijeños hacen cada día un promedio de 3 viajes por persona. Las principales zonas de "atracción" de desplazamientos son el centro histórico (que concentra 40% de los destinos de viaje), y la zona campus/terminal (7% de los viajes). La zona del mercado campesino es al mismo tiempo una zona de origen como de destino. El resto de la ciudad es zona de origen de desplazamiento. El porcentaje de viajes "locales" adentro de una misma zona es particularmente bajo: 11%.

1.6 ESTUDIOS DE TRANSPORTE

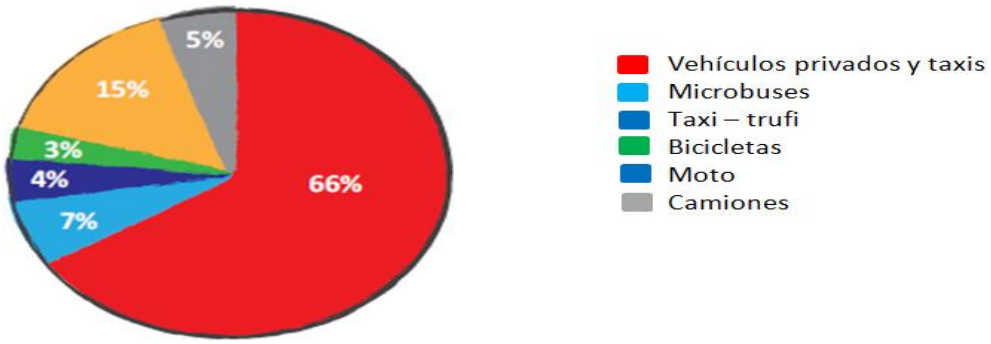
1.6.1 EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE TARIJA

El parque automotor del municipio de Tarija, estaba constituido en 2011 de 34.000 vehículos de cuatro-ruedas, además de unas 4.000 motocicletas declaradas oficialmente. Según el RUAT, la tasa de motorización oficial del municipio es de 170 vehículos (4 ruedas) cada 1.000 habitantes.

La mayoría del parque automotor está constituido de vehículos livianos, sobre todo de tipo "vagoneta". En efecto son 46% de los hogares que poseen un vehículo o más, 45% que no disponen ni de auto ni de moto y 9% que poseen solamente una moto. La evolución del parque automotor desde 2002 (ver gráfico #8). Globalmente el parque duplico entre 2002 y 2011 pasando de 16.000 vehículos (4R) a 34.000.

La mayor parte de este incremento se debe a los vehículos livianos, mostrando bien el acceso al vehículo particular para numerosas familias.

GRAFICO 4 TIPOS DE VEHÍCULOS EN TARIJA



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

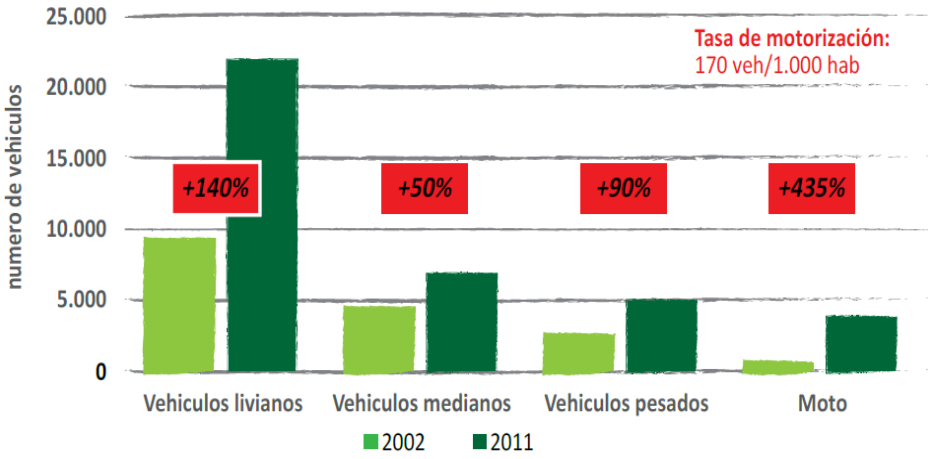
La edad media del parque automotor en la ciudad de Tarija es de 22 años. En efecto 73% del parque tiene entre 10 y 30 años de vida, y solamente 6% del parque tiene menos de 10 años. Las consecuencias de la antigüedad de los vehículos sobre la calidad del aire y la seguridad son importantes.

Dos tercio de los vehículos en circulación en las calles son autos privados o taxis.

La segunda parte más importante es la de las motos que representan 15% de los vehículos en circulación (y 10% del parque automotor oficial).

El transporte público representa solamente 11% de todos los vehículos que circulan.

GRAFICO 5 CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN TARIJA



FUENTE: datos recopilados de la Alcaldía Municipal de Tarija

Tradicionalmente, la organización del transporte está orientada a establecer un gremio solidario que permita establecer un orden interno del servicio y que resguarde los intereses de sus miembros. Sin embargo, el sistema de transporte público de Tarija está caracterizado por la gran desigualdad entre sus miembros. En efecto, en Tarija, cada chofer se dedica siempre a la misma línea, sin que se organice rotación de rutas dentro del sindicato. **Las consecuencias de este sistema son las siguientes:**

Gran diferencia socio-económica entre los miembros de un sindicado, quienes no tienen las mismas necesidades (para unos se necesitaría un incremento de las tarifas, para otros no); Los sindicados están controlados por los choferes más antiguos, los que generalmente tienen las líneas más rentables.

Ellos, ganando bien su vida, no tienen ningún interés en cambiar el sistema; "Derecho de ingreso" muy diferente entre las diferentes líneas: unos 700 bs para las menos rentables y hasta 20.000 $ para las líneas más rentables.

TABLA 5 TRANSPORTE PÚBLICO EN TARIJA

TRANSPORTE PUBLICO EN TARIJA	
SINDICADO LA TABLADA	**8 líneas**
SINDICADO LUIS DE FUENTES	**6 líneas**
COOPERATIVA CHAGUAYA	**8 líneas**
COOPERATIVA TARIJA	**3 líneas**
Unos 900 afiliados - Unos 525 micros	
SINDICADO FULL MÓVIL SIN FRONTERA	**8 líneas**
SINDICADO VECINAL	**6 líneas**
COOPERATIVA EL CHAPACO	**8 líneas**
COOPERATIVA 26 DE MARZO	**3 líneas**
Unos 1.000 afiliados - Unos 750 trufis	

FUENTE: elaboración propia

1.6.2 COSTOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

El costo de operación del automóvil incluye la depreciación del vehículo, su conservación y reparación, gasolina y aceite, llantas, impuestos y en muchos casos renglones como póliza de seguro, renta de cochera, gastos de estacionamiento, etc.

El costo del transporte público para la población en la Ciudad de Tarija es:

TABLA 6 TARIFAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN TARIJA

TARIFA DIURNA				
modalidad	Mayores	Universitarios	Estudiantes segundaria	niños
Micros	1.5	1	0.8	0.6
Taxis	3.5	3.5	3.5	3.5
Taxi Truffis	2	2	2	1
TARIFA NOCTURNA				
Micros	2	1.5	1	1
Taxis	4	4	4	3.5
Taxi Truffis	2	2	2	1

FUENTE: elaboración propia

1.7 PARÁMETROS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PEAJE URBANO EN LA CIUDAD DE TARIJA

1.7.1 ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PEAJE URBANO

Nuestra área de estudio estará delimitada entre las calles Virginio Lema, Ballivian, Cochabamba y Méndez. A continuación se muestra toda el área de estudio.

1.7.2 MÉTODO DE AFORO UTILIZADO

Los aforos se ejecutaron en cada calle que entra al área de estudio, realizando así aforos de volúmenes, composición vehicular y en las diferentes horas picos de cada calle, el método utilizado es el que se muestra a continuación.

Método manual

Este método de aforo es el que se utilizó para la implementación del peaje urbano de anti congestión, consiste en el llenado de planillas elaboradas de acuerdo al tipo de datos a recabar en las calles, a cargo de una o varias personas. Los tipos de datos requeridos son:

- Composición vehicular
- Volúmenes totales

El tiempo de aforo fue un 1 mes y medio, en periodos de un día, una hora, y horas pico en todas las calles del área establecida.

A continuación se mostrara la planilla utilizada para los aforos. Por ejemplo

TABLA 7 CALLE 15 DE ABRIL

HORAS	PÚBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	171	2	40	63	64	2		342
08:00-09:00	194	3	41	65	75	4		382
09:00-10:00	186	2	46	68	83	1		386
10:00-11:00	180	0	40	58	69	2		349
11:00-12:00	271	1	52	69	93	1		487
12:00-13:00	154	1	40	65	77	2		339
13:00-14:00	116	1	37	57	70	1		282
14:00-15:00	152	1	43	78	80	1		355
15:00-16:00	161	2	44	83	71	1		362
16:00-17:00	163	1	43	74	63	1		345
17:00-18:00	174	1	35	102	87	2		401
18:00-19:00	195	0	45	96	96	0		432

FUENTE: elaboración propia

Luego utilizamos la planilla para las diferentes horas pico:

TABLA 8 CALLE 15 DE ABRIL (PLANILLA DE HORAS PICO)

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			TOTAL	TOTAL	
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	PUBLICOS	PRIVADOS	OLUMEN TOT
08:00-09:00	256	0	52	84	76	0	308	160	468
11:00-12:00	300	0	64	68	112	3	364	183	547
18:00-19:00	276	0	56	100	124	0	332	224	556

FUENTE: elaboración propia

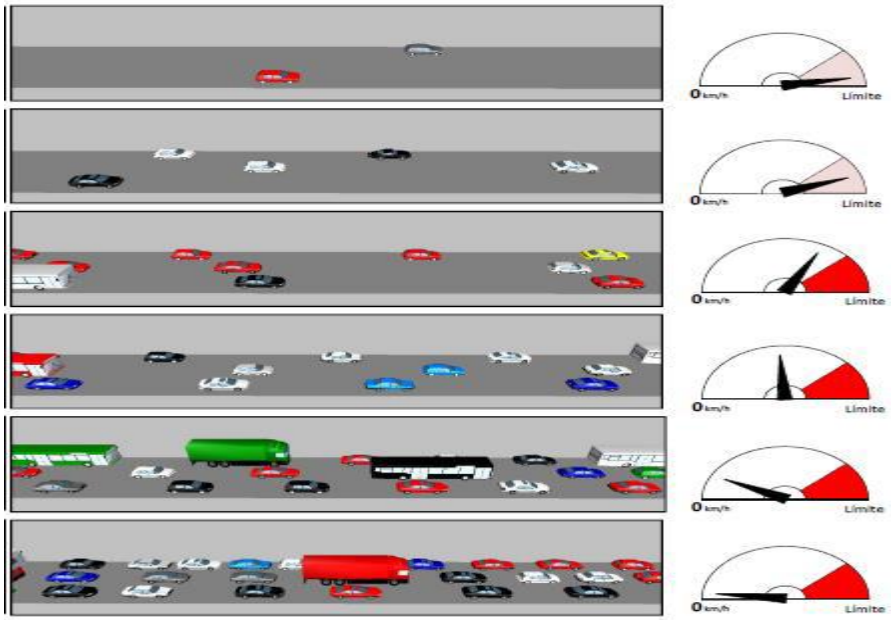
1.8 EL CONGESTIONAMIENTO

La congestión desde un punto de vista teórico puede definirse como la relación entre la capacidad de una infraestructura de transporte y el número de vehículos que desean transitar por ella.

Hasta un cierto nivel de tránsito vehicular un individuo que viaja por una determinada vía puede hacerlo a una velocidad deseada, que se mantiene dentro de los límites de la ley (velocidad a flujo libre). En la medida que el volumen vehicular

aumenta por el ingreso de más vehículos en la vía se genera una reducción de la velocidad de viaje, debida a la interacción entre ellos.

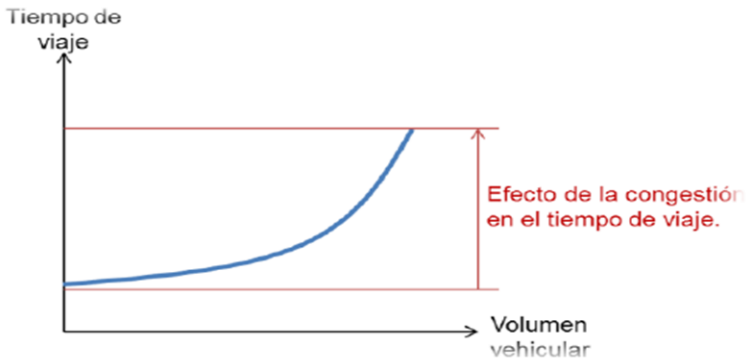
GRAFICO 6 IMPACTO DEL VOLUMEN DE VEHÍCULOS SOBRE LA VELOCIDAD



FUENTE: elaboración propia

En el momento en que el ingreso de un vehículo adicional en la vía estorba el desplazamiento de los demás, comienza la situación de congestión. La congestión se intensifica a medida que la cantidad de vehículos en la vía aumenta y esto lo experimentan los usuarios de las vías mediante mayores incrementos en su tiempo de viaje.

GRAFICO 7 EFECTO DE LA CONGESTIÓN EN EL TIEMPO DE VIAJE



FUENTE: Elaboración propia

El problema con la congestión desde una visión económica empieza cuando el nivel de congestión es superior al nivel socialmente óptimo y esto se atribuye principalmente a hecho que los usuarios de las vías no internalizan la totalidad de los costos que generan al usarlas lo que resulta en un nivel de congestión que es superior al nivel socialmente óptimo.

Es de mencionar que aunque el volumen vehicular es una de las causas más importantes de la congestión, no es la única. La congestión es el resultado de un conjunto de falencias en los diferentes elementos que componen el sistema de transporte (ver cuadro #11) y por consiguiente su solución no depende únicamente de sacar vehículos de las vías, sino que se hace necesaria la inclusión de medidas complementarias para mitigar los efectos de la congestión en las ciudades.

TABLA 9 CAUSAS DE LA CONGESTIÓN

OTRAS CAUSAS DE LA CONGESTIÓN
• **Inadecuado diseño de la infraestructura vial**
• **Escasez de un ordenamiento vehicular adecuado**
• **Paradas (subidas y bajadas) inapropiadas del transporte publico**
• **Comportamiento inapropiado de los conductores y peatones**
• **Escasez de lugares destinados para estacionamientos.**
• **Mal estado de los vehículos**
• **Comportamiento inapropiado del transporte publico**
• **Sistema semafórico obsoleto y/o desligado de las condiciones del tránsito vehicular y /o con ambigüedad en la prioridad de paso.**

FUENTE: Elaboración propia

1.8.1 CONGESTIONAMIENTO EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE TARIJA

Un centro no adaptado al uso del vehículo privado. El centro histórico de Tarija fue construido en una época donde los desplazamientos se hacían en caballo y sobre todo a pie. Sus calles estrechas (unos 8m de fachada a fachada) y su red densa con

numerosas intersecciones no son aptas para soportar grandes cantidades de vehículos motorizados.

Ahora, los flujos de tráfico en el centro de la cuidad alcanzan los límites de capacidad disponible. Una callecita como las del centro de Tarija pueden aguantar desde 7000 hasta 8.000 vehículos por día. Más de 100 micros por hora en las calles del centro.

El sistema se vuelve caótico, el centro de Tarija está cerca del colapso por tráfico.
Concentración de las actividades en el centro de la ciudad.- El casco viejo de la ciudad de Tarija, ocupa apenas el 5% del total del espacio urbano, y concentra a más del 50% de las actividades y empleos (escuelas, administración, servicios, equipamiento de salud, etc.).

Fuera del casco antiguo, los dos principales generadores de desplazamiento son el mercado campesino y la zona aledaña al campus universitario/terminal de buses. En el resto de la ciudad, contamos con pocas zonas de actividades.
Estos desequilibrios obligan a los tarijeños a desplazarse hasta el centro para trabajar, realizar un trámite o ir al banco. Pero también, la concentración de actividades en el centro conlleva a mayúsculos conflictos relacionados al tráfico y la movilidad de las personas.

En hora pico, particularmente al medio día, vemos importantes cantidades de peatones, escolares, vehículos, etc. que se concentran en las estrechas calles del centro, generando trancadera, contaminación, bocinas, etc.

- Para tener una idea más clara sobre cómo identificar los lugares donde se produce mayor congestionamiento se realizó un análisis del comportamiento del flujo vehicular en las calles de nuestra zona de estudio donde señalaremos las intercesiones más críticas, los niveles de servicios en estas, y las velocidades de recorrido del transporte vehicular, de esta manera poder evidenciar el congestionamiento que se vive todos los días en esta zona,

donde planteamos la implementación del sistema de peajes urbanos para mejorar, y reducir el congestionamiento existente.

En la siguiente tabla se muestra las intercesiones más críticas que se encuentran dentro de nuestra área de estudio el casco central de Tarija.

TABLA 10 INTERSECCIONES CRÍTICAS EN LA ZONA CENTRAL DE TARIJA

INTERSECCIONES CRITICAS EN LA ZONA CENTRAL DE TARIJA	
Intersección N#1	Domingo Paz y Campero
Intersección N#2	Domingo Paz y Sucre
Intersección N#3	Ingavi y Campero
Intersección N#4	Ingavi y Sucre
Intersección N#5	Ingavi y Colon
Intersección N#6	15 de abril y Daniel Campos
Intersección N#7	15 de abril y Suipacha
Intersección N#8	Domingo Paz y Colón
Intersección N#9	15 de abril y General Trigo
Intersección N#10	Bolívar y Méndez
Intersección N#11	Bolívar y Ballivián
Intersección N#12	Bolívar y General Trigo
Intersección N#13	Bolívar y Daniel Campos
Intersección N#14	Cochabamba y Ballivián
Intersección N#15	Cochabamba y Sucre

FUENTE: TESIS "VALORACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA" ELABORADA POR:

GRAFICO 8 MAPA DE PUNTOS CRÍTICOS EN LA CIUDAD DE TARIJA



FUENTE: TESIS "VALORACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA"

En la siguiente tabla mostramos los niveles de servicio en las intercesiones más críticas las cuales se encuentran dentro de nuestra área de estudio e implementación de peaje urbano para mejorar los el congestionamiento que existe en la zona.

TABLA 11 NIVELES DE SERVICIO EN LA ZONA CENTRAL DE TARIJA

INTERCESIONES	NIVEL DE SERVICIO
Intersección N#1 INGAVI Y CAMPERO	D
Intersección N#2 DOMINGO PAZ Y CAMPERO	D
Intersección N#3 DOMINGO PAZ Y SUCRE	D
Intersección N#4 INGAVI Y SUCRE	D
Intersección N#5 INGAVI Y COLON	D
Intersección N#6 15 DE ABRIL Y DANIEL CAMPOS	D
Intersección N#7 15 DE ABRIL Y SUIPACHA	E
Intersección N#8 DOMINGO PAZ Y COLON	E
Intersección N#9 15 DE ABRIL Y GENERAL TRIGO	E
Intersección N#10 BOLÍVAR Y MÉNDEZ	D
Intersección N#11 BOLÍVAR Y BALLIVIAN	D
Intersección N#12 BOLÍVAR Y GENERAL TRIGO	E
Intersección N#13 BOLÍVAR Y DANIEL CAMPOS	D
Intersección N#14 COCHABAMBA Y BALLIVIAN	F

FUENTE: TESIS "VALORACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA"

1.8.2 VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

Para estimar la velocidad de viaje del transporte vehicular que circulan dentro de nuestra área de estudio, se midió directamente a lo largo de cada calle, las medianas se efectuaron con operadores que viajaron a bordo de un vehículo registrando los tiempos desde el principio hasta el final de nuestra área de implementación.

Estos aforos se realizó en las horas de mayor tráfico tomando las horas pico: 8:00 – 9:00, 11:00 – 12:00 y 18:00 – 19:00 en los días hábiles, estos aforos de tiempo se realizaron durante un mes.

En la siguiente tabla mostraremos la información que se presenta de la velocidad vehicular de todas nuestras calles de estudio

TABLA 12 CALCULO DE LA VELOCIDAD TOTAL

CALLE	TIEMPO TOTAL	TIEMPO TOTAL	DISTANCIA (m)	DISTANCIA (Km)	VELOCIDAD DE

	(min.)	(Hr)			RECORRIDO (Km/Hr)
Méndez	8,3	0,1	619,0	0,6	4,5
colon	14,2	0,2	638,0	0,6	2,7
sucre	12,3	0,2	775,0	0,8	3,8
campero	11,2	0,2	707,0	0,7	3,8
ballivian	9,5	0,2	749,0	0,7	4,8
15 de abril	12,5	0,2	717,0	0,7	3,4
ingavi	10,2	0,2	715,0	0,7	4,2
domingo Paz	18,5	0,3	718,0	0,7	2,3
Cochabamba	11,5	0,2	728,0	0,7	3,8
Damasco de Aguirre	9,5	0,2	752,0	0,8	4,7
General Trigo	14,5	0,2	696,0	0,7	2,9
Daniel Campos	10,4	0,2	656,0	0,7	3,8
Suipacha	8,5	0,1	624,0	0,6	4,4
Corrado	15,4	0,3	734,0	0,7	2,9
Bolívar	14,5	0,2	718,0	0,7	3,0
Madrid	15,1	0,3	713,0	0,7	2,8
Virginio Lema	8,4	0,1	712,0	0,7	5,1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como podemos evidenciar en la tabla anterior, nuestras velocidades de viaje en todas nuestras calles de estudio son muy bajas. Tomando en cuenta que en Bolivia las velocidades recomendables son: 25 – 35 Km/Hr en zonas centrales y 30 – 50 Km/hr en zonas periféricas.

Entonces lo que observamos es que existe un congestionamiento vehicular en la zona el cual se debe a diversos factores. Nuestros tiempos de viaje son muy altos y las velocidades de circulación son muy bajas.

Ante esta situación vemos la necesidad de disponer y plantear nuevos sistemas “el peaje urbano” que regule el tráfico vehicular en la zona central de Tarija

1.9 DEPURACIÓN DE LOS AFOROS DE VOLÚMENES EN LAS DIFERENTES CALLES.

Después de haber determinado nuestras horas de máxima demanda pasamos a realizar los aforos correspondientes en las horas pico de cada calle, el periodo de tiempo fueron 2 días hábiles y 1 día no hábil durante un mes completo.

Después de tener todos estos aforos correspondientes pasamos a realizar las depuraciones correspondientes a continuación explicaremos más a detalle.

Por ejemplo calle 15 de Abril:

DEPURACION

HORA PICO: 08:00 - 09:00

	PUBLICOS			PRIVADOS		
SEMANAS	LUNES	MIERCOLES	SABADO	LUNES	MIERCOLES	SABADO
1° SEMANA	308	360	256	160	116	157
2° SEMANA	248	265	230	169	173	149
3° SEMANA	304	328	240	160	140	156
4° SEMANA	242	296	231	166	172	149
MEDIA	276	312,25	239,25	164	150,25	152,75
DESVIACION	35	41	12	5	28	4
MED+DESV.	311	353	251	168	178	157
MED-DESV.	240	271	227	159	123	148
MEDIA DEPU	276	312	234	162	162	153

HORA PICO: 11:00 - 12:00

	PUBLICOS			PRIVADOS		
SEMANAS	LUNES	MIERCOLES	SABADO	LUNES	MIERCOLES	SABADO
1° SEMANA	364	308	292	183	206	150
2° SEMANA	324	273	242	181	204	180
3° SEMANA	356	358	292	182	204	151
4° SEMANA	312	311	281	188	210	155
MEDIA	339	312,5	276,75	184	206	159
DESVIACION	25	35	24	3	3	14
MED+DESV.	364	347	300	187	209	173
MED-DESV.	314	278	253	180	203	145
MEDIA DEPU	348	206	288	182	205	152

HORA PICO: 18:00 - 19:00

	PUBLICOS			PRIVADOS		
SEMANAS	LUNES	MIERCOLES	SABADO	LUNES	MIERCOLES	SABADO
1° SEMANA	332	328	236	224	208	164
2° SEMANA	253	272	243	205	230	189
3° SEMANA	328	328	244	224	209	166
4° SEMANA	248	343	235	213	216	169
MEDIA	290	317,75	239,5	217	215,75	172
DESVIACION	46	31	5	9	10	12
MED+DESV.	336	349	244	226	226	184
MED-DESV.	244	286	235	207	206	160
MEDIA DEPU	290	333	240	220	211	166

En la hora pico de 8:00 – 9:00 tenemos los aforos correspondientes de cada día durante las cuatro semanas del mes, con esto pasamos a realizar el cálculo de la media de todos los lunes, miércoles, sábado, del mes.

Como segundo paso calculamos la desviación para posteriormente obtener la media más la desviación y la media menos la desviación con esto adquirimos nuestro rango de cantidad máxima y mínima de vehículos y los que no se encuentran dentro de este rango son eliminados como se muestra con rojo en la tabla anterior, después de la depuración procedemos a sacar nuevamente la media de los valores que no fueron eliminados.

Y es así que realizamos el mismo procedimiento para la hora pico de 11:00 – 12:00 y de 18:00 – 19:00.

Con todas estas medias depuradas obtenidas en las diferentes horas pico tenemos lo siguiente:

TABLA RESUMEN

	PUBLICOS			PRIVADOS			
MEDIAS	LUNES	MIERCOLES	SABADO	LUNES	MIERCOLES	SABADO	
08:00-09:00	276	312	234	162	162	153	
11:00-12:00	348	206	288	182	205	152	
18:00-19:00	290	333	240	220	211	166	TOTAL
MEDIA	305	284	254	188	192	157	497

Aquí se muestra todas las medias depuradas correspondientes a cada hora pico de los diferentes días.

Con estos datos volvemos a sacar una media de las tres horas pico del día tanto para vehículos públicos y privados.

Ahora elegimos el valor más crítico de los tres días los que se puede ver en el recuadro rojo en la tabla anterior. 305 veh/hr públicos y 192 veh/hr privados la sumatoria de ambos que equivale a 497 veh/hr son los que pasan por la calle 15 de Abril.

De esta manera procedimos a la depuración de aforos para todas las calles que comprende nuestro estudio.

1.10 CALCULO DEL TPD, TPS, TPM, TPA.

Para calcular las proyecciones del tráfico utilizamos las siguientes ecuaciones:

De acuerdo a las investigaciones que sean dados entre TPD y TPH se tiene la siguiente ecuación:

$$\mathbf{TPH} = (\mathbf{12}\% - \mathbf{15}\%)\mathbf{TPD}$$

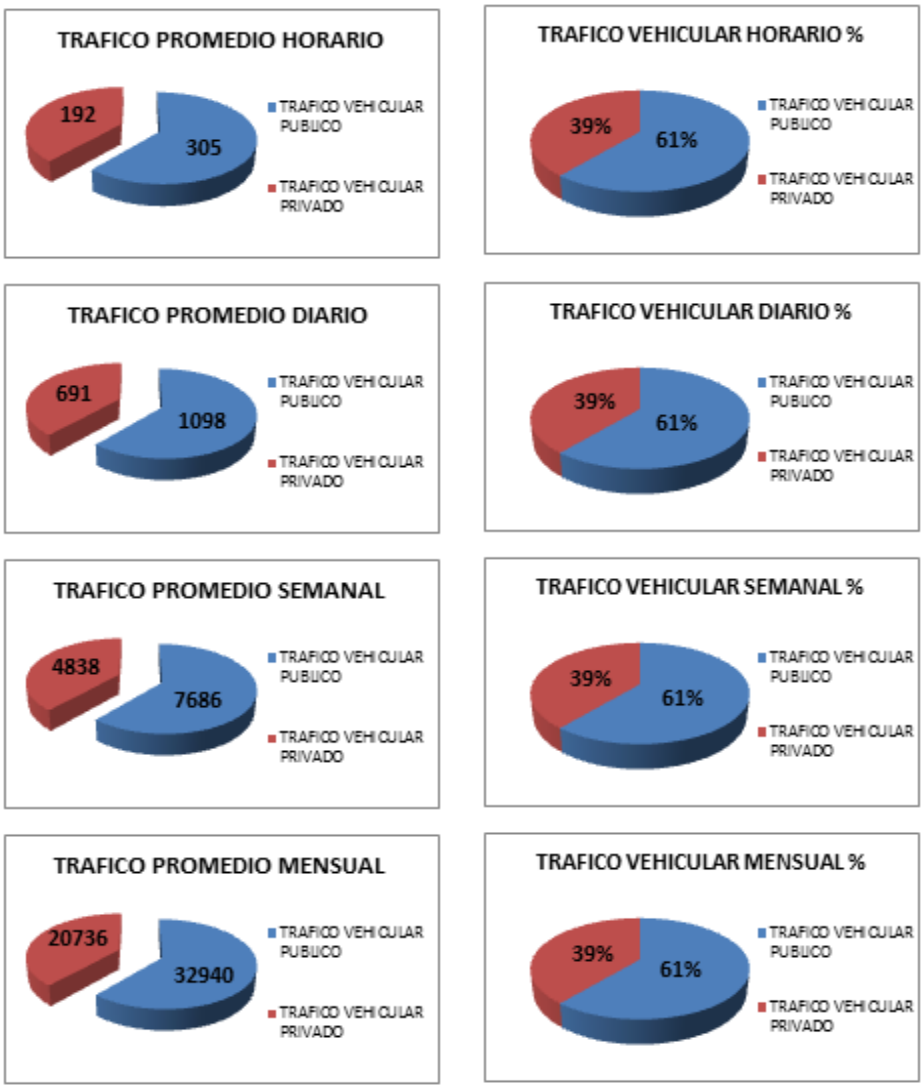
Tomando un 15% = 0.15 debido a que analizaremos la situación más critica existente tenemos:

- $\mathbf{TPD} = \frac{\mathbf{TPH}}{\mathbf{0.15}}$
- $\mathbf{TPS} = \mathbf{7} * \mathbf{TPD}$
- $\mathbf{TPM} = \mathbf{30} * \mathbf{TPD}$
- $\mathbf{TPA} = \mathbf{365} * \mathbf{TPD}$

1.11 COMPOSICIÓN DE VEHÍCULOS PÚBLICOS Y PRIVADAS EN TODAS LAS CALLES

Con unos gráficos se muestra la cantidad, porcentaje total horario, diario, semanal y mensual de vehículos tanto privados como públicos en cada una de las calles, para poder tener una apreciación de mayor detalle de la composición vehicular en cada una de las calles que componen nuestra área de estudio.

GRAFICO 9 POR EJEMPLO CALLE 15 DE ABRIL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Esto se realizó para cada una de las calles que se mostrara en el capítulo IV más a detalle

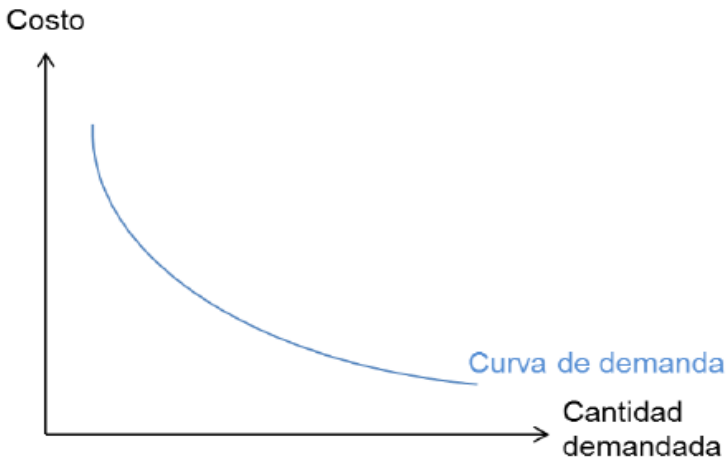
1.12 PEAJE DE CONGESTIÓN

1.12.1 DEMANDA

La cantidad de individuos que desean utilizar determinada infraestructura constituyen la demanda. Para el caso de una vía, los individuos deciden utilizarla o no dependiendo de las características de ésta y su relación con el resto de la red de

transporte. La teoría económica dice que la cantidad de individuos que demandan el uso de la vía depende del costo de utilizarla.

GRAFICO 10 CURVA TÍPICA DE DEMANDA



FUENTE: Elaboración propia

En la Figura se observa la curva típica de demanda (en este caso, de una vía) en la cual se ve representado que a mayor costo menor cantidad demandada y viceversa.

1.12.2 VALOR DE TIEMPO

El valor del tiempo es el elemento que permite monetizar el tiempo empleado por los usuarios en transportarse. Este es propio de cada uno de los usuarios y se asocia a sus características socio-económicas.

Desde una perspectiva económica el valor del tiempo es el costo de oportunidad de que los individuos inviertan tiempo en transportarse y no en otras actividades productivas.

Por lo tanto representa lo que un individuo está dispuesto a pagar por ahorrar tiempo de viaje.

El valor del tiempo de los usuarios resulta ser una de las principales variables en el análisis de la congestión y sus costos. El tiempo de viaje y sus costos son el principal insumo de análisis de beneficios. Considerando la importancia del valor del tiempo en la evaluación de proyectos de transporte.

Los tiempos de viajes dentro de nuestra área de estudio son las siguientes para cada una de las calles.

Se procedió al aforo de tiempos en las diferentes calles utilizando como medio el automóvil y un cronometro partiendo desde el principio de área de estudio hasta el final. Por ejemplo calle Domingo Paz.

GRAFICO 11 TIEMPO DE RECORRIDO EN LA CALLE D. PAZ



FUENTE: Elaboración propia

Los tiempos de recorrido para cada calle de nuestra área de estudio son los siguientes:

TABLA 13 TIEMPOS DE RECORRIDO

CALLE	TIEMPO DE RECORRIDO (minutos)
MÉNDEZ	8.30
COLON	14.20
SUCRE	12.30
CAMPERO	11.20
BALLIVIAN	9.45
15 DE ABRIL	12.51
INGAVI	10.20
DOMINGO PAZ	18.5
COCHABAMBA	11.49
DÁMASO DE AGUIRRE	9.50
GENERAL TRIGO	14.58
DANIEL CAMPOS	10.35
SUIPACHA	8.50
CORRADO	15.39
BOLÍVAR	14.56
MADRID	15.10
VIRGINIO LEMA	8.45

FUENTE: Elaboración propia

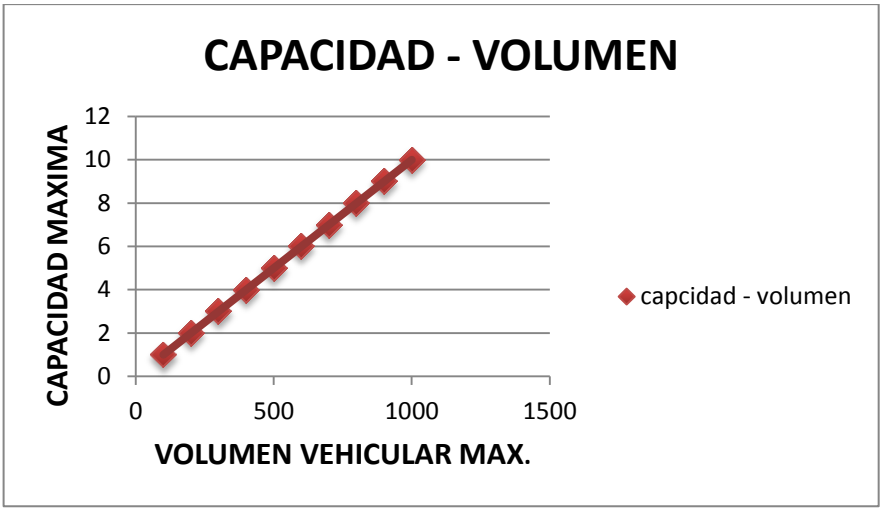
1.12.3 CAPACIDAD MÁXIMA – VOLUMEN MÁXIMO

La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema u oferta vial.

La oferta vial o capacidad, representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

Si la **demanda vehicular = oferta vial**, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión

GRAFICO 12 CURVA DE CAPACIDAD = VOLUMEN



FUENTE: elaboración propia

1.12.4 COBRO POR CONGESTIÓN

Con el fin de lograr un óptimo social, para el cual los conductores perciban un costo individual de cada viaje igual al costo social que generan, es necesario implementar un mecanismo mediante el cual cada usuario internalice los costos generados al resto de la sociedad. El cargo por congestión es herramienta económica que permiten alcanzar este objetivo, imponiendo una tarifa a todo aquel que utilice la infraestructura que se pretende intervenir, logrando así un nivel óptimo de congestión.

Como se mencionó anteriormente, al presentarse equilibrio por la curva demanda y la curva capacidad = volumen se obtiene C este punto representa la cantidad de vehículos que circulan por una vía con un costo de congestión generado. Como se muestra en la figura #15 donde 400 veh/hr pasan por la vía debiendo pagar 2Bs por el congestionamiento provocado.

Pero cabe mencionar que nuestras calles de estudio tienen diferentes volúmenes de tráfico vehicular y la necesidad requerida es analizar cada una de ellas, por esta razón que se ingresa con el tráfico vehicular privado horario máximo aforado, donde esta recta corta a la curva demanda se obtiene P2, y donde corta a la curva capacidad

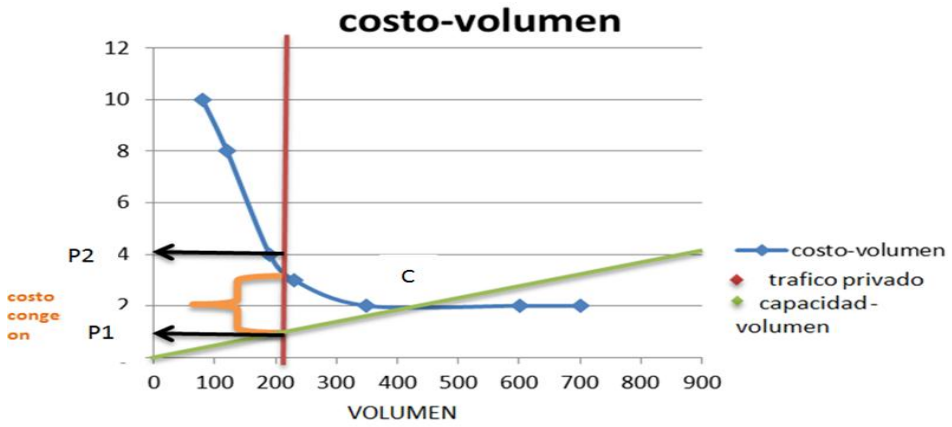
= volumen se obtiene P1 estos nuevos puntos P2 y P1 son el costo oh cargo por congestión de cada calle.

Para poder determinar dicho costo por congestión se procederá a realizar la diferencia de:

P2 – P1= cargo por congestión de la calle

La diferencia entre p2 y p1 es el cargo por congestión necesario para optimizar la asignación de recursos y así maximizar los beneficios que la sociedad tiene por la utilización de la infraestructura y además resulta conveniente que los individuos internalicen los costos que le generan a los demás, y que la respuesta a esta internalización de costos sea una reasignación de recursos que permitan optimizar la utilización del sistema.

GRAFICO 13 ESQUEMA TÍPICO DE CARGO POR CONGESTIÓN



FUENTE: Elaboración propia

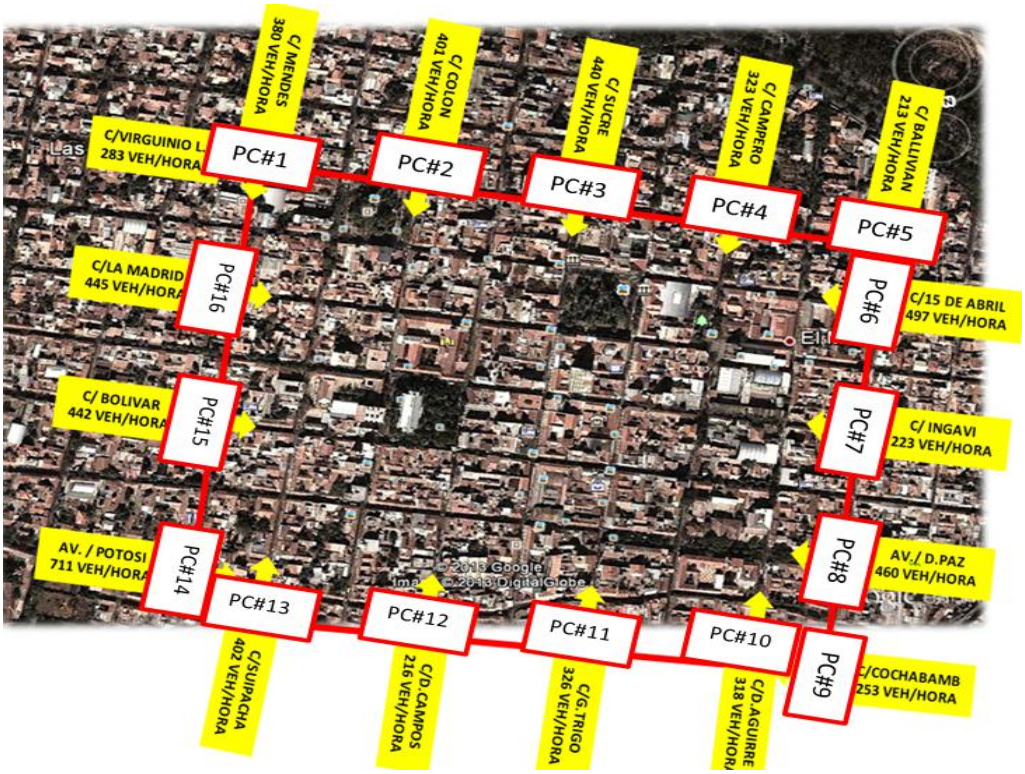
El nuevo punto de equilibrio trae beneficios sociales (ahorros en pérdidas de tiempo) Cabe anotar que estos son los beneficios del cobro por congestión asociados únicamente a los efectos en el tráfico que tiene este tipo de medidas, existen otros efectos y beneficios que no son incluidos en éste análisis. Por último, cabe resaltar que el cobro por congestión es solo una de las herramientas económicas que permiten gestionar la demanda del vehículo privado y por consiguiente las externalidades asociadas a su uso.

De la misma manera se procedió a la obtención del carga por congestión para cada calle en toda el área de estudio que se mostrara más a detalle en el capítulo IV.

1.13 PUNTOS DE COBRO DEL PEAJE EN TARIJA

Los puntos de cobro de peajes en la zona de estudio serán todas las calles que entran al área del centro de la ciudad de Tarija.

GRAFICO 14 PUNTOS DE COBRO DE PEAJE



FUENTE: elaboración propia

Después de realizar el análisis para cada una de las calles que se encuentran en el área de peaje el sistema funcionara de la siguiente manera:

- Se realizara el cobro de peaje en cada una de las calles de entradas al área de peaje más propiamente dicho al casco central de la Ciudad de Tarija.
- Este cobro se hará a todo el transporte privado, por cada ve que ingresen al área de peaje por cualquiera de las calles que forman parte se procesara el cobro.

- Este cobro de peaje se realizara desde las horas de: 7:30 de la mañana hasta las 7:30 de la noche, esto debido a que después de realizar los aforos correspondientes y análisis de todas las calles están comienzan y terminan su congestionamiento a las horas señaladas anteriormente.
- Para el caso de las personas que viven dentro de la zona de peaje se tendrá un trato especial, el cual consiste en: se registraran previamente con toda la información requerida, para realizarles el descuento de 3 veces al día. Lo cual quiere decir que no pagaran el peaje correspondiente a tres ingresos en la zona. Después de estos 3 ingresos pagaran como cualquier otro vehículo que ingrese a la zona de peaje.
- Los esquemas de tecnologías utilizadas para el cobro son las especificadas posteriormente.

1.14 ESQUEMAS TECNOLÓGICOS PARA EL COBRO DE PEAJE

La implementación de un esquema de cargo por congestión trae consigo desafíos tecnológicos, sociales y operacionales. Actualmente existen diversas tecnologías que permiten la identificación de vehículos que pasan por un punto determinado. Para la escogencia de tecnología de cobro es necesario tener en cuenta las características del esquema y de la infraestructura que se va a intervenir para su puesta en marcha. Así mismo, la tecnología que se escoja depende de los objetivos perseguidos. A continuación se resumirá los tipos de tecnologías de cobro; tanto no electrónicos, como electrónicos. Vale mencionar que dentro de las tecnologías basadas en infraestructura de pórticos o postes también existen otros equipos de reconocimiento automático de vehículos, tales como conteo por circuito de radiofrecuencia, ultrasonido y escáner de láser. Estas tres tecnologías se comparan por aparte más adelante.

A pesar de que las tecnologías presentadas en las tablas siguientes se clasifican de manera separada. Con frecuencia se aplican de manera combinada dentro de un mismo esquema de cobro. Tal es el caso de Singapur, que utiliza el sistema DSRC para el reconocimiento de los vehículos y la fiscalización del cobro, unido a un

sistema de reconocimiento por video (ANPR o ALPR) para el control de los infractores. Así mismo, Alemania utiliza el GNSS (Sistema Global Satelital) para implementar un cobro por distancia recorrida a los vehículos de carga. En dicho sistema, la utilización de estaciones terrestres con reconocimiento por video permite la regulación de vehículos infractores (FHWA, 2008). En la Tabla 2 se presenta una comparación entre las distintas tecnologías presentadas. Se utilizaron 10 criterios de comparación. Así mismo, la Tabla #8 presenta una breve descripción de las tecnologías presentadas anteriormente.

TABLA 14 CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS.

FAMILIA	CLASE	TECNOLOGÍA	ELEMENTOS O SUBTECNOLOGIAS
Sistemas de cobro No Electrónico	Manual	Sistema de papel	Licencia / Permiso /Calcomanía
			Regulación a infractores en puntos de control
		Cobro manual en plazas (tipo peaje)	Plaza o Caseta
			Valla pivoteable
Sistemas de Cobro Electrónico	Basados en Infraestructura de Pórticos o Postes	Reconocimiento por video /Reconocimiento automático de placas (ALPR or ANPR)	Cámaras
			Dispositivos de iluminación
			Pórticos / postes
			Dispositivos de clasificación de vehículos
			Centros de control (procesamiento de datos y verificación)
	Basados en Equipos Intra Vehiculares	DSRC (Infrarrojo/Microondas/RFID) Cobro a Flujo Ininterrumpido usando Transponedores y Pórticos	Antenas
			Pórticos / postes
			Tags / trasponedores / OBU (unidad intra Vehicular)
			Radio frecuencia / Microondas / Infrarrojo
			Puntos de venta o distribución (para OBU)
			Centros de control (procesamiento de datos y verificación)
		Tecnologías de localización vehicular (VPS) GNSS: GPS/ GLONASS/GALILEOS	OBU / Odometrio / Tacografo
			Tarjeta Inteligente
			Repetidores de señas
		Sistemas de Redes de Telefonia Celular	OBU
			Tarjeta Inteligente
			Odometro / Tacografo

FUENTE: (FHWA (Federal Highway Administration), 2008); (Palma & Lindsey, 2011); (Steer Davies Gleave, 2009); (The World Bank Group, 2008)

1.15 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL COBRO POR CONGESTIÓN.

1.15.1 SISTEMA DE PAPEL

El usuario compra en puntos de distribución licencias de papel o calcomanías adheribles al parabrisas del vehículo que le permiten ingresar a un área determinada de la ciudad, a un corredor o atravesar un cordón. El control de infractores se realiza con personal en puntos de control al interior de la zona/corredor.

1.15.2 COBRO MANUAL EN PLAZAS

El cobro se realiza en casetas fijas localizadas en los accesos a corredores o sobre cordones de acceso a una zona. La fiscalización se puede realizar utilizando operarios o sistemas automáticos de reconocimiento de tarjetas electrónicas o inteligentes, entre otras.

1.15.3 RECONOCIMIENTO POR VIDEO /RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS (ALPR OR ANPR)

Un conjunto de cámaras instaladas en pórticos sobre la vía, o postes al lado de la vía, junto con dispositivos de iluminación infrarroja o flash intermitente, graba y reconoce, a partir de software especializado, las placas de los vehículos. Los números de placa obtenidos se cruzan con las bases de registro para reconocer el propietario y cargar a éste el cobro. Si las bases están unidas a una cuenta bancaria, la transacción se realiza automáticamente. La fiscalización descrita se puede realizar en un centro de control remoto o en equipos instalados junto con las cámaras. La información se puede transmitir al centro de control por señal de radio o por fibra óptica. La Fiscalizar con equipos en la vía tiene la ventaja de disminuir el volumen de información que debe ser transmitida al centro de control. Requiere de operarios que verifican el correcto reconocimiento de las placas vehiculares.

1.15.4 DSRC (INFRARROJO/MICROONDAS/RFID) COBRO A FLUJO ININTERRUMPIDO USANDO TRANSPONDEDORES Y PÓRTICOSTRANSPONDERS AND GANTRIES

Un conjunto de emisores y antenas lectoras de señal infrarroja, microondas o de radio se instalan en pórticos o postes. Estos dispositivos se comunican con una unidad intravehicular que puede ser ligera, la cual contiene únicamente la información necesaria para la fiscalización (número de placa, propietario, clase de vehículo) o pesada, ésta última es costosa y permite vincular el vehículo a una cuenta bancaria o utilizar tarjetas inteligentes prepago, entre otros. Usualmente estos sistemas utilizan cámaras para el control de infractores.

1.15.5 TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR (VPS) GNSS: GPS/ GLONASS/GALILEOS

Éste tipo de tecnología utiliza los sistemas satelitales, sea el Estadounidense, Europeo o Ruso, para localizar geográficamente los vehículos. Se basa en la instalación de una unidad intravehicular pesada que se comunica con éstos, transmitiéndoles su posición y demás datos necesarios. Requiere de puestos terrestres de control a infractores, los cuales pueden incluir unidades de personal móvil al interior de la zona o corredor que se está tarificando, así como sistemas de cámaras en pórticos o postes. Por el efecto de cañón que se presenta en los entornos urbanos, el cual consiste en la reflexión de las señales en objetos altos (edificios), requiere de equipos de repetición de señal para asegurar una correcta transmisión.

SISTEMAS DE REDES DE TELEFONÍA CELULAR

Esta tecnología también consiste en la localización geográfica de los vehículos. Parte de la utilización de los celulares (o de unidades intra vehiculares que funcionen igual) para comunicarse con las antenas de las redes de telefonía celular y así localizar el vehículo y realizar la fiscalización. Actualmente no se ha implementado ningún cobro por congestión utilizando ésta tecnología. Requiere de medidas especiales para proteger la información transmitida y de sistemas de cámaras para controlar a los infractores.

TABLA 15 COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS RESPECTO A LOS PRIMEROS 5 CRITERIOS

Tecnologías	Infraestructura e impacto Urbano	Costo	Exactitud	Flexibilidad de cobro de tarifas	Complejidades de operación y administrativas
Sistemas de papel	Alto: Casetas, vallas y puntos de control	Bajo por: Personal contratado, distribución de permisos, casetas.	Alta	Permite discriminar por tipo de vía, vehículo, momento del día, pero no por situación del tráfico. Permite prepago	Falsificación de las licencias. Requiere numerosos puntos de control de infractores.
Cobro manual en plazas (tipo peaje)	Alto: Casetas, vallas y puntos de control	Medio por: Personal, casetas, vallas, carriles adicionales.	Alta	Permite discriminar por tipo de vía, vehículo, momento del día, pero no por situación del tráfico. Permite prepago si se utilizan tarjetas inteligentes	Puede generar congestión adicional al detener el vehículo para el cobro.
Reconocimiento por video /Reconocimiento automático de placas (ALPR or ANPR)	Alto: Pórticos en puntos de cobro y de control a infractores (Éste último depende del esquema de cobro)	Medio por: Infraestructura de pórticos, cámaras, dispositivos de iluminación, operarios,etc. Depende del número de puntos de cobro.	Media: Fallas de lectura entre 10 y 30%	Permite discriminar por tipo de vía, vehículo y momento del día. Es costoso cambiar de esquema y no se recomienda para aplicación de cobros por distancia recorrida debido a las fallas de exacitud. Depende de la calidad de información en los registros de placa. Permite pago por cuenta bancaria	Las fallas de lectura implican la utilización de verificadores manuales. Depende de condiciones climáticas y de iluminación. Depende de buena fiscalización de los registros vehiculares. Depende de cultura de evasión (modificaciones ilegales de placas, etc.)
DSRC (Infrarrojo/Microondas/RFID) Cobro a Flujo Ininterrumpido usando Transpondedores y Pórticos Transponders and Gantries	Alto: Pórticos en puntos de cobro y de control a infractores (Éste último depende del esquema de cobro)	Medio-Alto por: Infraestructura de pórticos, OBU, cámaras, antenas, etc. Depende del número de puntos de cobro y control.	Alta: Fallas de lectura alrededor de 0.002%	Permite diferenciar por tipo de vehículo y momento del día. Permite prepago y a través de cuenta bancaria. La expansión del sistema a nuevos puntos es costosa, por lo que esquemas de cobro por distancia, aunque exactos, resultarían costosos.	Dependiendo del tipo de señal utilizada (Infrarrojo, Microondas, radio) puede sufrir de interferencia por luz solar, clima, u otras señales de radio frecuencia.
Tecnologías de localización vehicular (VPS) GNSS: GPS/ GLONASS/GALILEO	Menor: Sólo requiere pórticos o postes con cámaras en puntos de control	Alto costo por: OBU, repetidores de señal, seguridad de información, puntos de control de infractores	Alta	Permite discriminar por tipo de vehículo, ubicación, momento del día. Junto con otras tecnologías incluso por ocupación vehicular, la expansión del sistema es relativamente económica. Permite prepago y pago por cuenta bancaria. En la acutalidad se utiliza para cobros por distancia recorrida.	Efec to cañon: Dificultades en recibir señales dentro de entornos urbanos por reflexión de estructuras altas, interferencias de puentes, pérdida de señal en túneles, entre otros. Requiere sistemas de protección a la privacidad y de la información.
Sistemas de Redes de Telefonía Celular	Mínimo: Los equipos de calle consisten en transceptores como los que ya utiliza la red de telefonía celular	Medio Alto: Transceptores, unidades vehiculares, cámaras para control de infractores. Depende de número de puestos de control	Alta	Permite discriminar por tipo de vehículo, ubicación y momento del día. Permite prepago o pago por cuenta bancaria	Posibles interferencias con otras radiofrecuencias, aunque es mínima. Saturación de la red si no hay suficiente densidad de transceptores.

FUENTE: Varios

TABLA 16 COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS RESPECTO A LOS PRIMEROS 5 CRITERIOS

Tecnologías	Usuarios Infrecuentes	Cumplimiento del Pago y Seguimiento de infractores	Mantenimiento y Vida Útil	Aceptación	Interoperabilidad
Sistemas de papel	Utilizan el mismo sistema que los otros usuarios	Requiere puestos móviles (policivos) de control a infractores	Larga duración, mantenimiento relacionado con los canales de distribución de licencias e infraestructura (casetas y vallas) utilizadas para el control	Altamente visible y legible, por lo que es históricamente aceptado	Puede presentar problemas con otros esquemas (regionales, municipales, nacionales) y sistemas si no se establecen estándares
Cobro manual en plazas (tipo peaje)	Utilizan el mismo sistema que los otros usuarios	No requiere infraestructura adicional para el control de infractores	Larga duración, mantenimiento relacionado con la infraestructura (casetas y vallas) utilizadas para el cobro.	Altamente visible y legible, por lo que es históricamente aceptado	Puede presentar problemas con otros esquemas (regionales, municipales, nacionales) y sistemas si no se establecen estándares
Reconocimiento por video /Reconocimiento automático de placas (ALPR or ANPR)	Utilizan el mismo sistema que los otros usuarios	No requiere infraestructura adicional para el control de infractores ya que el mismo sistema de video los reconoce	Requiere limpieza periódica de cámaras para asegurar calidad de imágenes. Requiere de dispositivos de iluminación que duran entre 2 y 5 años	Dependiendo del tipo de información manejada, puede tener implicaciones en la privacidad. Sin embargo, puesto que son puntos específicos, no tiende a tener fuertes oposiciones	Normalmente opera en conjunto con otras tecnologías: VPS, DSRC, Redes Celulares.
DSRC (Infrarrojo/Microondas/RFID) Cobro a Flujo Ininterrumpido usando Transpondedores y Pórticos Transponders and Gantries	Requiere utilización de cámaras adicionales para reconocimiento	Requiere de la utilización de cámaras en distintos puntos para control de infractores	La infraestructura es suceptible a vandalismo e impactos. Las unidades intra vehiculares (OBU) tienen una vida útil de alrededor 5 años	Sin dificultades de aceptación en las experiencias internacionales	Puede operar con otras tecnologías, tales como ANPR o ALPR, GPS y Redes Celulares. Sin embargo, requiere el establecimiento de estándares con otros esquemas DSRC para evitar problemas de legibilidad
Tecnologías de localización vehicular (VPS) GNSS: GPS/ GLONASS/GALILEO	Requiere utilización de cámaras adicionales para reconocimiento	Requiere unidades fijas y móviles en tierra de control a infractores. Dependiendo del esquema de cobro, requiere más unidades	Las unidades intravehiculares tienen una vida útil de alrededor de 5 años. El mantenimiento está relacionado a los repetidores de señal y cámaras de control de infractores.	Dificultades de aceptación pública por cuestiones de privacidad.	Requiere de tecnologías complementarias tales como ANPR o ALPR y DSRC- Su expansión a otros servicios y propósitos (seguridad, cobros ambientales, etc.) es costo efectiva
Sistemas de Redes de Telefonía Celular	Requiere utilización de cámaras adicionales para reconocimiento	Requiere unidades fijas y móviles en tierra de control a infractores, pero menos que las demás tecnologías	Requiere mantenimiento de los transceptores y unidades intravehiculares. Éstas últimas son más sencillas que las requeridas por VPS, por lo que son menos costosas	Puesto que la red de telefonía celular ya tiene un uso generalizado, no es de esperar que tenga inconvenientes de aceptación pública un cobro por congestión con ésta tecnología	Su interoperabilidad puede ser menos sencilla que otras tecnologías. Sin embargo, permite expansión a otros servicios y propósitos (Seguridad, cobros ambientales, etc.)

FUENTE: varios

Como se mencionó anteriormente, dentro de las tecnologías basadas en infraestructura de pórticos y postes, existen sistemas de escaneo por láser, ultrasonidos o conteos mediante circuitos de radiofrecuencias. Estos tres tipos de tecnologías se comparan a continuación:

TABLA 17 COMPARACIÓN DE 3 TECNOLOGÍAS PARA RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

Desempeño	**Video**	**Circuito de radio frecuencias**	**Ultrasonido**	**Escáner de laser**
	Medio	Bajo	Medio	Alto
Precio	Medio	Bajo	Alto	Alto
Costo de operación y mantenimiento	alto	alto	medio	bajo

(**FUENTE**: CPG Consultants, 2012)

Las tablas anteriores muestran que cada tecnología tiene ventajas y desventajas específicas. Por ello, dependiendo de los contextos económicos, políticos y sociales, así como de los propósitos perseguidos, la tecnología a escoger deberá ser distinta. Como ejemplo de lo anterior, en Santiago de Chile existe una fiscalización de placas y registros automovilísticos débil.

Por último, es válido mencionar que en los sistemas implementados en diferentes ciudades del mundo se presentan excepciones de cobro por diferentes motivos. En primera instancia los vehículos de atención de emergencias no son cargados por razones de seguridad, la exención del cobro a otros tipos de vehículos (como: vehículos oficiales, taxis, buses o motos) se presenta en ciertos casos aludiendo a razones diferentes. Sin embargo, teóricamente, la exención de cualquier tipo de vehículo en el cobro por congestión representa una pérdida de eficiencia en el esquema, puesto que el vehículo no está internalizando costos externos, pero si está generándolos a los demás; estrictamente hablando, sin importar qué tipo de vehículo utilice, todos los usuarios de la vía congestionan en cierta medida.

1.16 IMPACTOS DEL PEAJE DE CONGESTIÓN

Un sistema de cobro por congestión tiene impactos tanto positivos como negativos en la calidad de vida de los individuos, en la zona intervenida y en la ciudad en general. Estos impactos están ligados directamente con la inclusión o no de medidas complementarias, que mitiguen los impactos negativos de los peajes por congestión e intensifiquen los impactos positivos que los mismos pueden generar a la sociedad. A continuación se presentara los posibles impactos de un peaje de congestión en la Ciudad de Tarija, en el caso que solo se imponga el sistema de cobro sin considerar ni tomar medidas sobre los efectos que el mismo puede generar en la ciudad y sus individuos.

1.16.1 IMPACTOS POSITIVOS

1. **Bienestar**
   - Incremento de la salud física y mental por el uso de modos no motorizados.
   - Mejora de la salud mental de usuarios del automóvil por reducción de la congestión.
   - Disfrute del espacio público.
2. **Equidad**
   - Los usuarios del vehículo privado en la zona de cobro interiorizan el costo que generan a la sociedad.
   - Los usuarios de buses (transporte público) se ven beneficiados por el alcance de una velocidad más constante en las vías de la zona. Lo que puede significar una reducción importante en la velocidad de viaje en la mayoría de los casos.
3. **Ambiente**
   - Reducción de niveles de ruido en la zona de cobro.
   - Reducción en emisiones de CO_2 en la zona de cobro**.**
4. **Confiabilidad**

- Aumento de la confiabilidad de los tiempos de viaje en vehículos del transporte público y vehículos privados debido a la reducción de la congestión en la zona de cobro.

5. Accidentabilidad

- Al reducir el volumen vehicular en la zona se reduce la probabilidad de accidentes.

6. Infraestructura

- El uso más eficiente de la infraestructura destinada al uso del vehículo privado trae reducciones en costos de mantenimiento.

7. Patrones de viaje

- Cambio de modo del transporte privado hacia transporte público y modos no motorizados.
- Cumplir varios propósitos en un solo viaje para evitar realizar múltiples viajes a la zona.

1.16.2 IMPACTOS NEGATIVOS

1. Bienestar

- Reducción de la comodidad de los usuarios regulares del transporte público.
- Incomodidad generada a usuarios del vehículo privado que evitan atravesar la zona de cobro lo que resulta en distancias de viaje más largas**.**

2. Equidad

- Los usuarios de vehículo privado que no tienen la capacidad económica de pagar el peaje de congestión se ven obligados a cambiar sus hábitos de viaje, mientras que aquellos con más poder adquisitivo tienen la opción de no hacerlo.

3. Ambiente

- Incremento de niveles de ruido en el borde de la zona de cobro y en otras zonas de la ciudad.

- Incremento de emisiones en el borde de la zona de cobro y en otras zonas de la ciudad.

4. **Confiabilidad**
   - Presión en la capacidad del transporte público por la cantidad de pasajeros nuevos generados por el cobro. Esto generaría aumento en los tiempos de ingreso, espera y egreso a los sistemas de transporte público haciéndolos menos confiable.
   - La confiabilidad en los tiempos de viaje de usuarios del vehículo privado se vería afectada en el borde de la zona de cobro y otras zonas de la ciudad a donde se desplazasen los vehículos.
5. **Accidentabilidad**
   - Al aumentar la velocidad de los vehículos particulares se incrementa la accidentalidad.
6. **Infraestructura**
   - Se va a generar presión sobre la infraestructura existente para modos no motorizados y transporte público.
7. **Patrones de viaje**
   - El costo del ingreso a la zona puede hacerla menos atractiva reduciendo la necesidad de visitarla y generando un cambio de destino de los viajes realizados por usuarios de vehículo privado. Esto se puede reflejar en un impacto en la actividad económica de la zona.
   - El cobro en la zona puede inducir un cambio de ruta de los usuarios del vehículo privado agravando los problemas de borde.

Considerar desde el inicio del proceso de planeación de un sistema de cobro por congestión sus impactos positivos y negativos es fundamental.

CAPITULO IV
PROCEDIMIENTOS Y APLICACIÓN

4.1VOLÚMENES DE TRÁFICO SEGÚN SU COMPOSICIÓN VEHICULAR

En las siguientes tablas se muestran los aforos de volúmenes correspondientes a un día de 7:00 de la mañana a 19:00 de la noche para cada una de las calles que forman parte del área de estudio de peaje.

Luego se podrá evidenciar las gráficas correspondientes de volumen de tráfico vehicular, donde además se detalla las horas pico de máxima demanda vehicular para cada una de las calles del área de estudio.

CALLE MÉNDEZ

AFORO VEHICULAR

CALLE: Méndez (antes de la Virginio Lema) **FECHA:** Jueves13/03/2014

SENTIDO: 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	63	0	33	50	34	2		182
08:00-09:00	87	2	32	53	33	4		211
09:00-10:00	85	2	31	46	29	2		195
10:00-11:00	74	1	30	54	30	1		190
11:00-12:00	113	0	33	61	74	4		285
12:00-13:00	97	1	30	79	111	2		320
13:00-14:00	48	1	28	55	31	0		163
14:00-15:00	70	0	29	62	37	1		199
15:00-16:00	79	0	30	50	39	2		200
16:00-17:00	81	0	31	58	43	1		214
17:00-18:00	144	1	37	102	103	1		388
18:00-19:00	127	1	35	99	115	4		381

AFORO VEHICULAR

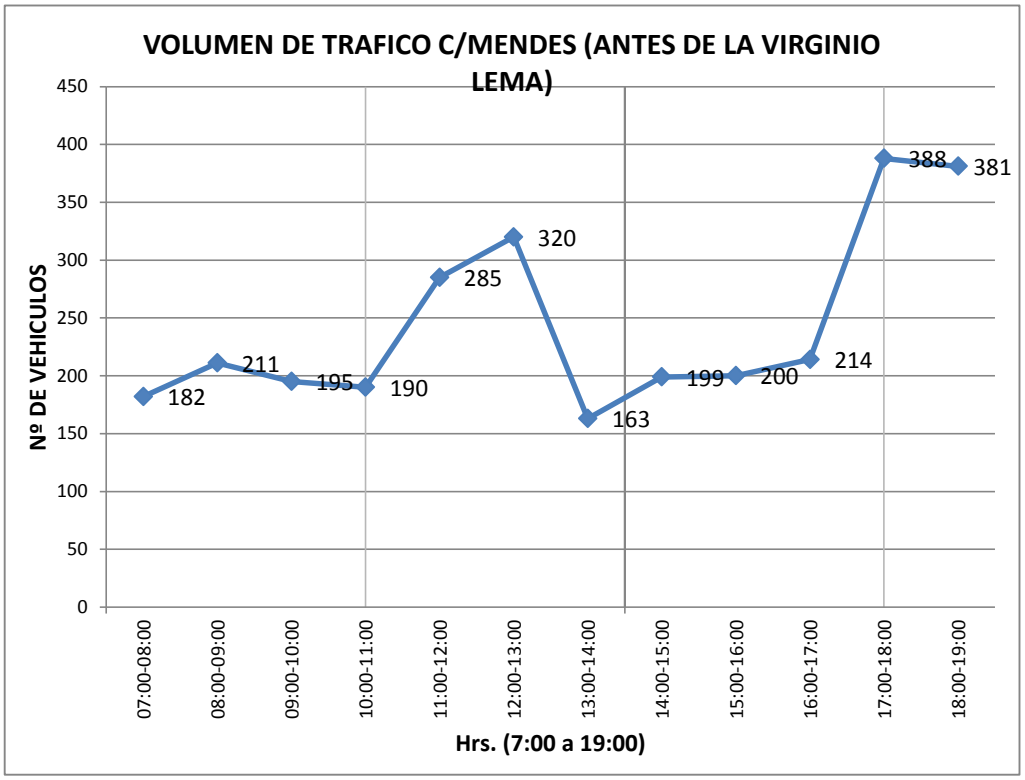
CALLE: Mendes (antes de la Virguinio Lema) FECHA: Jueves 13/03/2014

SENTIDO: 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	63	0	33	50	34	2		182
08:00-09:00	87	2	32	53	33	4		211
09:00-10:00	85	2	31	46	29	2		195
10:00-11:00	74	1	30	54	30	1		190
11:00-12:00	113	0	33	61	74	4		285
12:00-13:00	97	1	30	79	111	2		320
13:00-14:00	48	1	28	55	31	0		163
14:00-15:00	70	0	29	62	37	1		199
15:00-16:00	79	0	30	50	39	2		200
16:00-17:00	81	0	31	58	43	1		214
17:00-18:00	144	1	37	102	103	1		388
18:00-19:00	127	1	35	99	115	4		381

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ MENDES

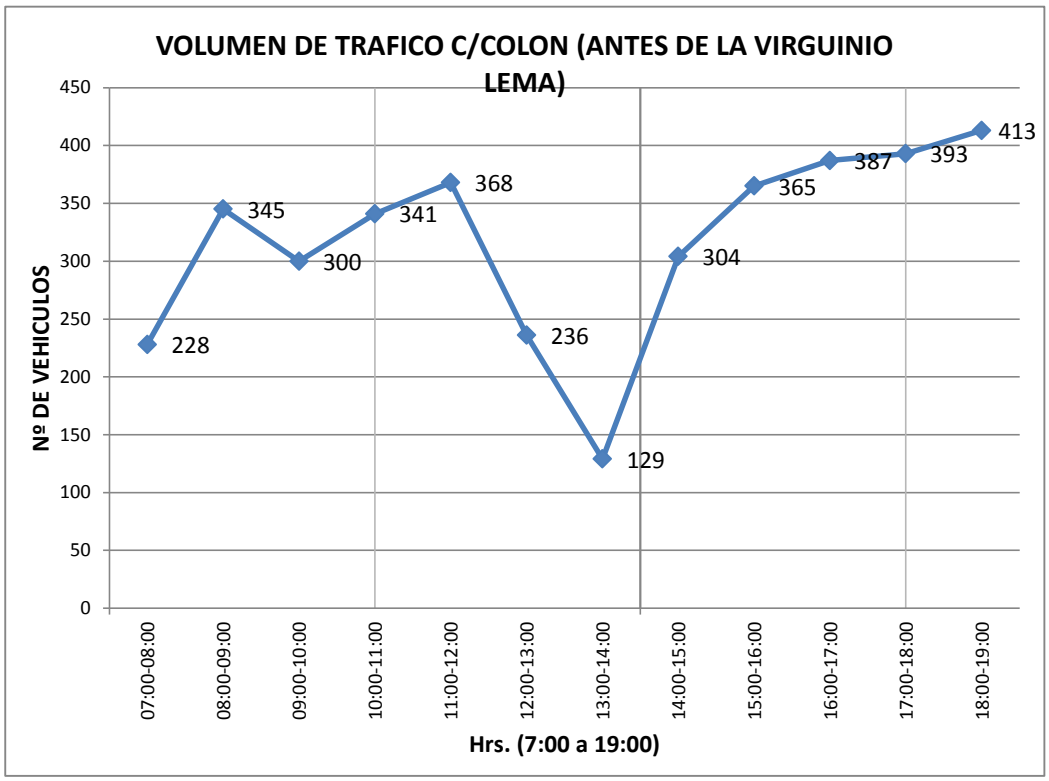


AFORO VEHICULAR

CALLE: Colon (antes de la Virguinio Lema) FECHA: Viernes 14/03/2014
SENTIDO 1
HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	85	0	28	49	65	1		228
08:00-09:00	161	1	31	75	75	2		345
09:00-10:00	149	0	30	53	65	3		300
10:00-11:00	144	0	30	62	103	2		341
11:00-12:00	146	0	26	72	118	6		368
12:00-13:00	67	0	34	59	76	0		236
13:00-14:00	45	0	24	28	31	1		129
14:00-15:00	97	1	32	91	78	5		304
15:00-16:00	145	0	30	82	104	4		365
16:00-17:00	137	1	28	92	122	7		387
17:00-18:00	154	2	30	81	126	0		393
18:00-19:00	142	1	30	108	128	4		413

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ COLON



AFORO VEHICULAR

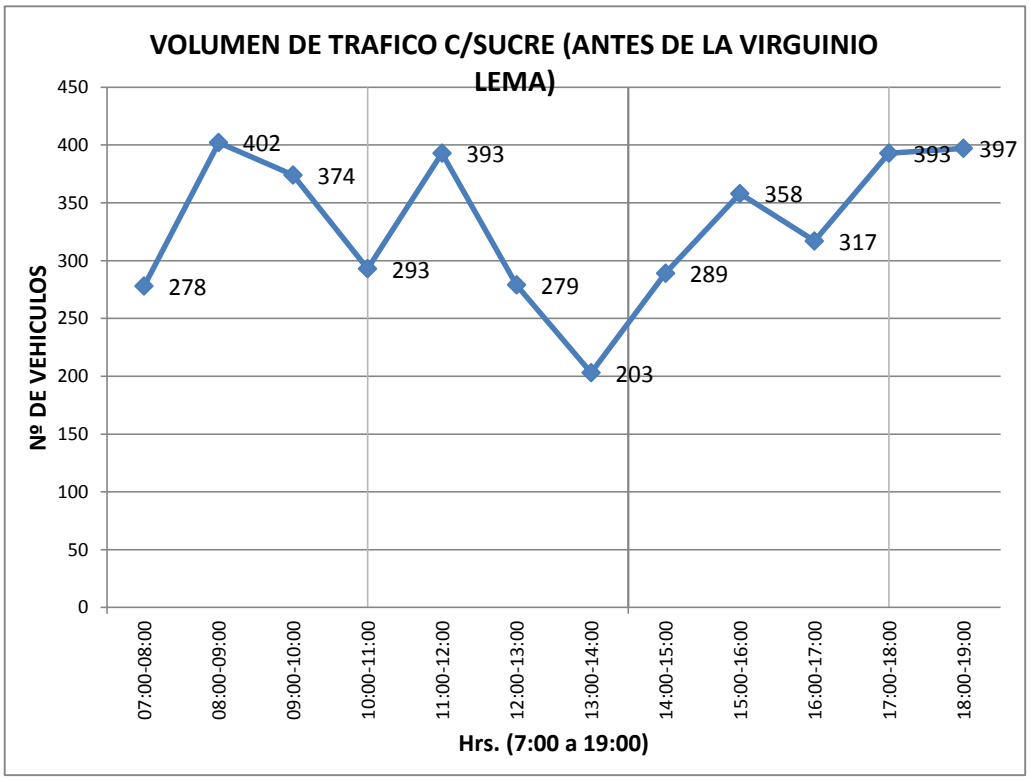
CALLE: Sucre (antes de la Virguinio Lema) FECHA Lunes 17/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	134	0	0	91	52	1		278
08:00-09:00	204	0	0	126	71	1		402
09:00-10:00	192	0	0	109	73	0		374
10:00-11:00	150	0	0	78	63	2		293
11:00-12:00	198	0	0	95	98	2		393
12:00-13:00	150	0	0	68	60	1		279
13:00-14:00	73	0	0	60	66	4		203
14:00-15:00	138	0	0	62	86	3		289
15:00-16:00	183	0	0	66	108	1		358
16:00-17:00	134	0	0	60	114	9		317
17:00-18:00	151	0	0	105	136	1		393
18:00-19:00	145	0	0	114	136	2		397

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ SUCRE



AFORO VEHICULAR

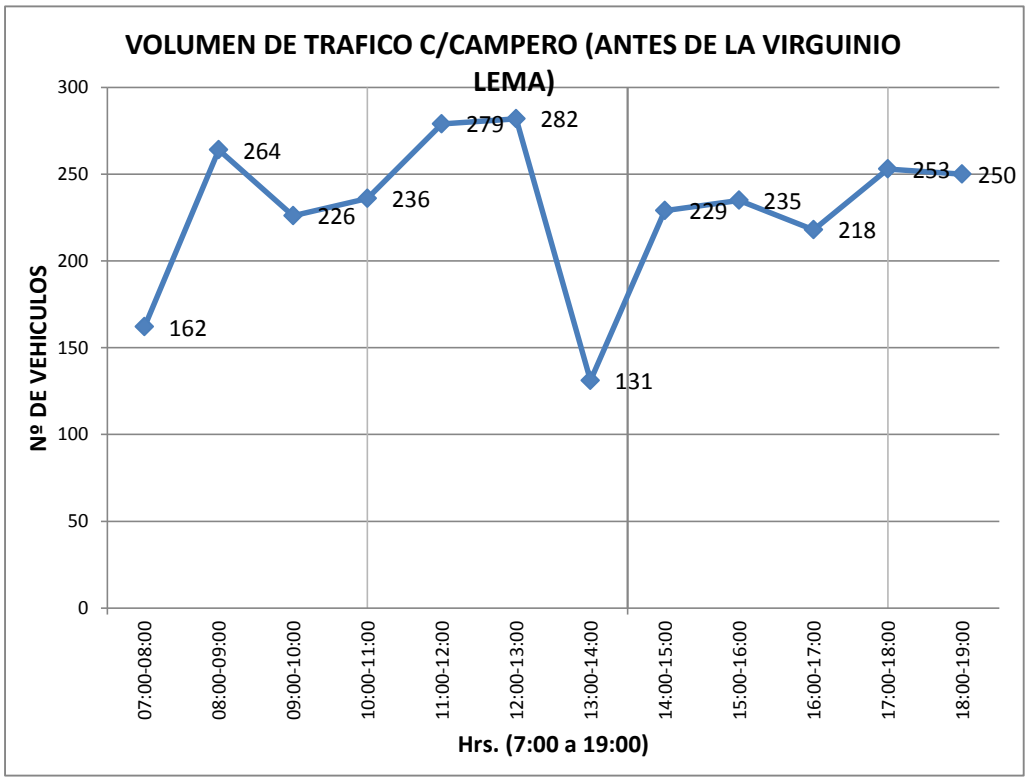
CALLE: Campero (antes de la Virguinio Lema) FECHA: Martes 18/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	73	0	0	39	49	1		162
08:00-09:00	127	3	0	51	81	2		264
09:00-10:00	104	0	0	52	67	3		226
10:00-11:00	103	0	0	65	67	1		236
11:00-12:00	91	0	0	78	108	2		279
12:00-13:00	82	1	3	80	113	3		282
13:00-14:00	65	0	0	31	35	0		131
14:00-15:00	84	0	0	74	69	2		229
15:00-16:00	116	0	0	45	72	2		235
16:00-17:00	82	0	0	58	75	3		218
17:00-18:00	93	0	0	69	89	2		253
18:00-19:00	79	1	0	78	91	1		250

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ CAMPERO



AFORO VEHICULAR

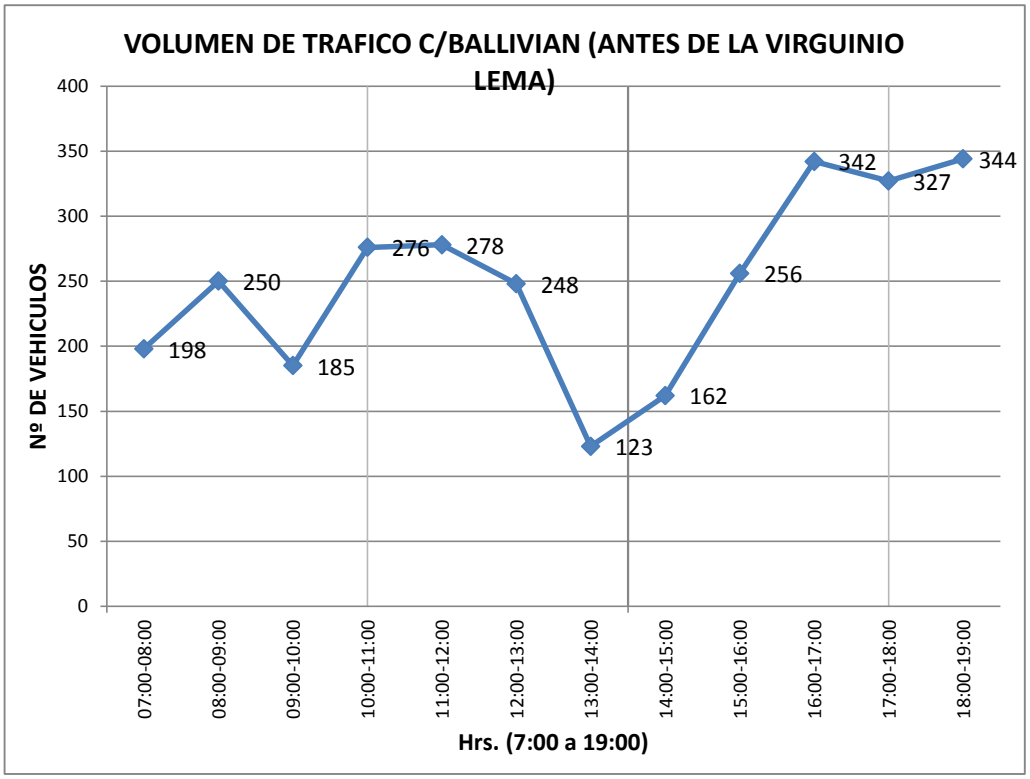
CALLE: Ballivian (antes de la Virguinio Lema) FECHA Miercoles 19/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	78	4	11	55	49	1		198
08:00-09:00	122	6	11	59	50	2		250
09:00-10:00	76	6	14	51	36	2		185
10:00-11:00	135	10	16	46	66	3		276
11:00-12:00	125	8	19	48	71	7		278
12:00-13:00	90	4	25	49	79	1		248
13:00-14:00	45	1	12	25	39	1		123
14:00-15:00	76	3	14	25	41	3		162
15:00-16:00	122	4	25	30	73	2		256
16:00-17:00	152	7	21	61	97	4		342
17:00-18:00	151	11	22	56	86	1		327
18:00-19:00	156	9	21	64	93	1		344

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ BALLIVIAN



AFORO VEHICULAR

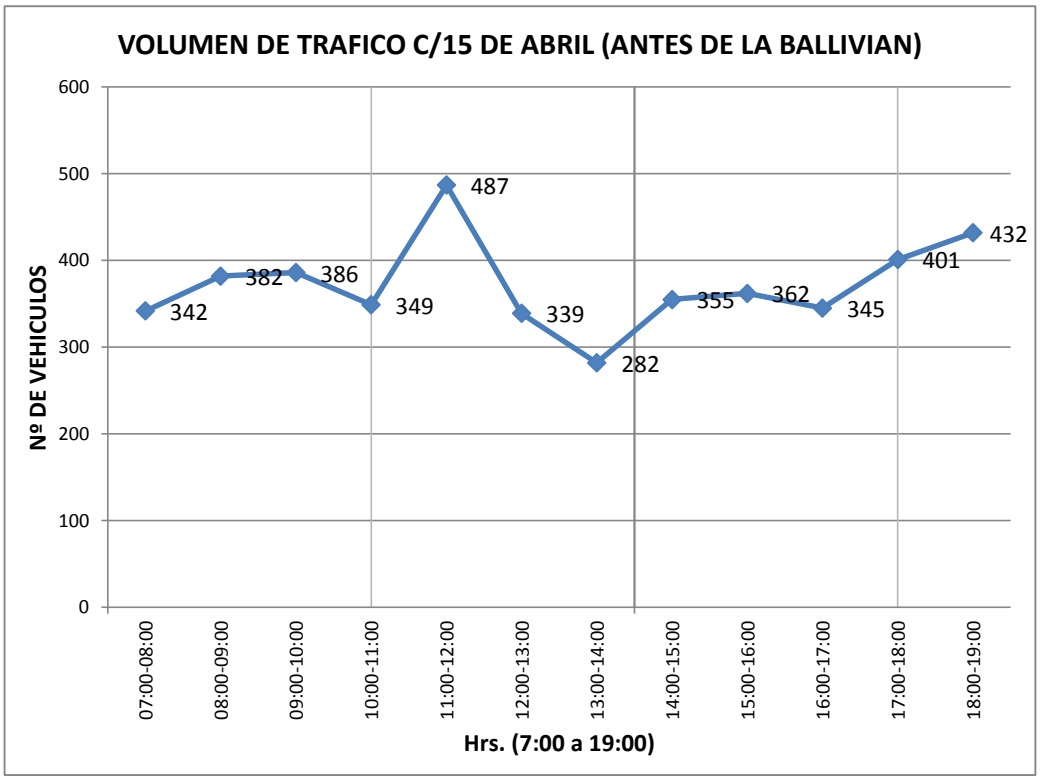
CALLE: 15 de Abril (antes de la Ballivian) FECHA: Jueves 20/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	171	2	40	63	64	2		342
08:00-09:00	194	3	41	65	75	4		382
09:00-10:00	186	2	46	68	83	1		386
10:00-11:00	180	0	40	58	69	2		349
11:00-12:00	271	1	52	69	93	1		487
12:00-13:00	154	1	40	65	77	2		339
13:00-14:00	116	1	37	57	70	1		282
14:00-15:00	152	1	43	78	80	1		355
15:00-16:00	161	2	44	83	71	1		362
16:00-17:00	163	1	43	74	63	1		345
17:00-18:00	174	1	35	102	87	2		401
18:00-19:00	195	0	45	96	96	0		432

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ 15 DE ABRIL



AFORO VEHICULAR

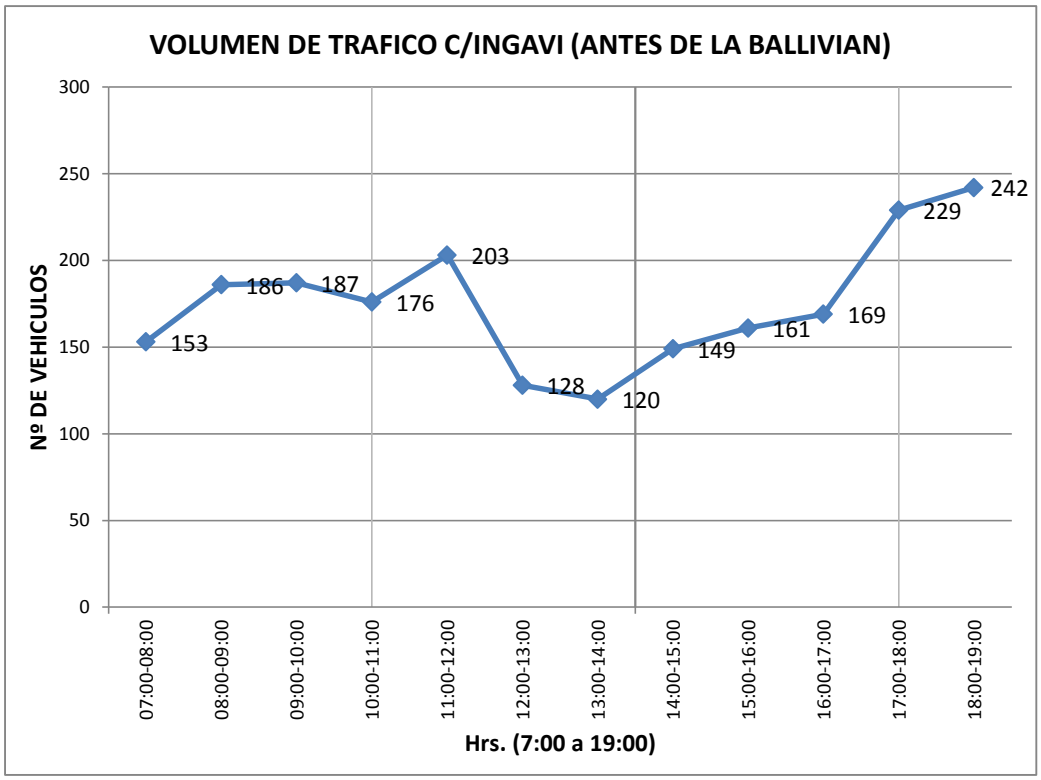
CALLE: Ingavil (antes de la Ballivian) FECHA: viernes 21/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	66	1	0	37	48	1		153
08:00-09:00	84	2	0	51	49	0		186
09:00-10:00	91	1	0	49	42	4		187
10:00-11:00	87	1	0	55	31	2		176
11:00-12:00	94	2	0	52	55	0		203
12:00-13:00	60	1	0	32	33	2		128
13:00-14:00	52	0	0	32	35	1		120
14:00-15:00	61	1	0	39	47	1		149
15:00-16:00	72	2	0	43	43	1		161
16:00-17:00	64	3	0	54	47	1		169
17:00-18:00	105	3	0	56	62	3		229
18:00-19:00	100	1	0	57	82	2		242

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ INGAVI



AFORO VEHICULAR

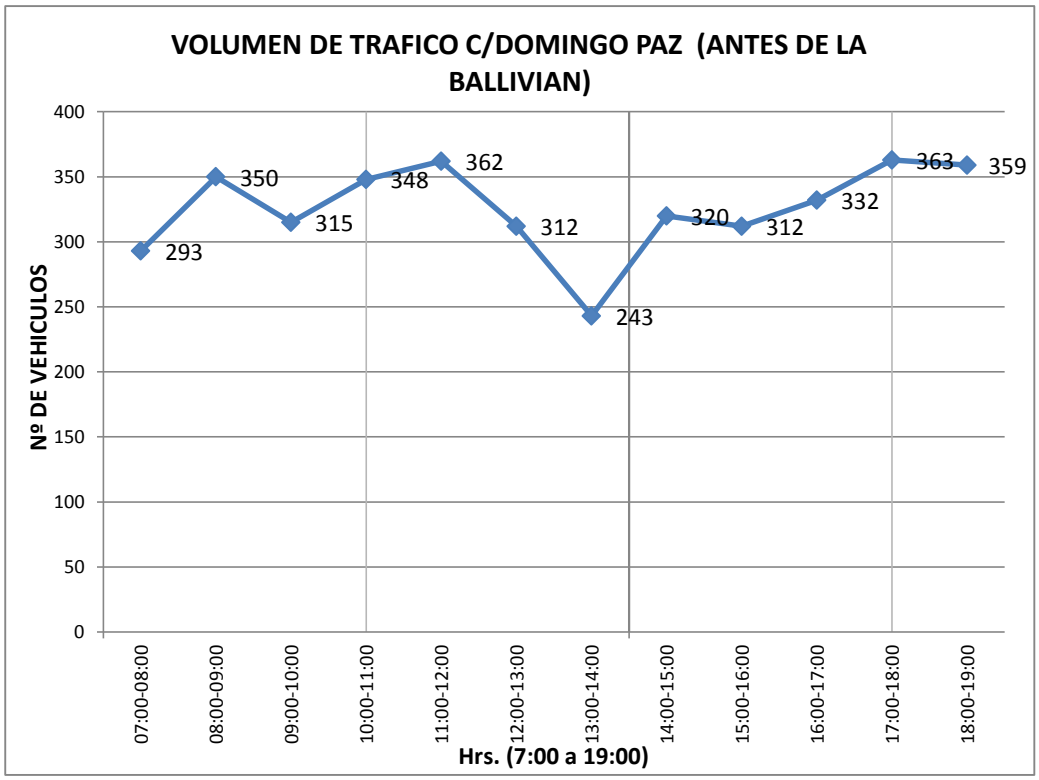
CALLE: Domingo Paz (antes de la Ballivian) FECHA Lunes 24/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	110	28	84	38	32	1		293
08:00-09:00	129	36	90	46	45	4		350
09:00-10:00	117	32	73	36	53	4		315
10:00-11:00	133	32	79	44	56	4		348
11:00-12:00	144	32	75	50	56	5		362
12:00-13:00	99	25	71	59	56	2		312
13:00-14:00	65	23	69	47	38	1		243
14:00-15:00	107	33	67	45	62	6		320
15:00-16:00	124	34	67	29	55	3		312
16:00-17:00	117	30	72	52	58	3		332
17:00-18:00	122	36	73	60	67	5		363
18:00-19:00	120	36	72	57	71	3		359

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ DOMINGO PAZ

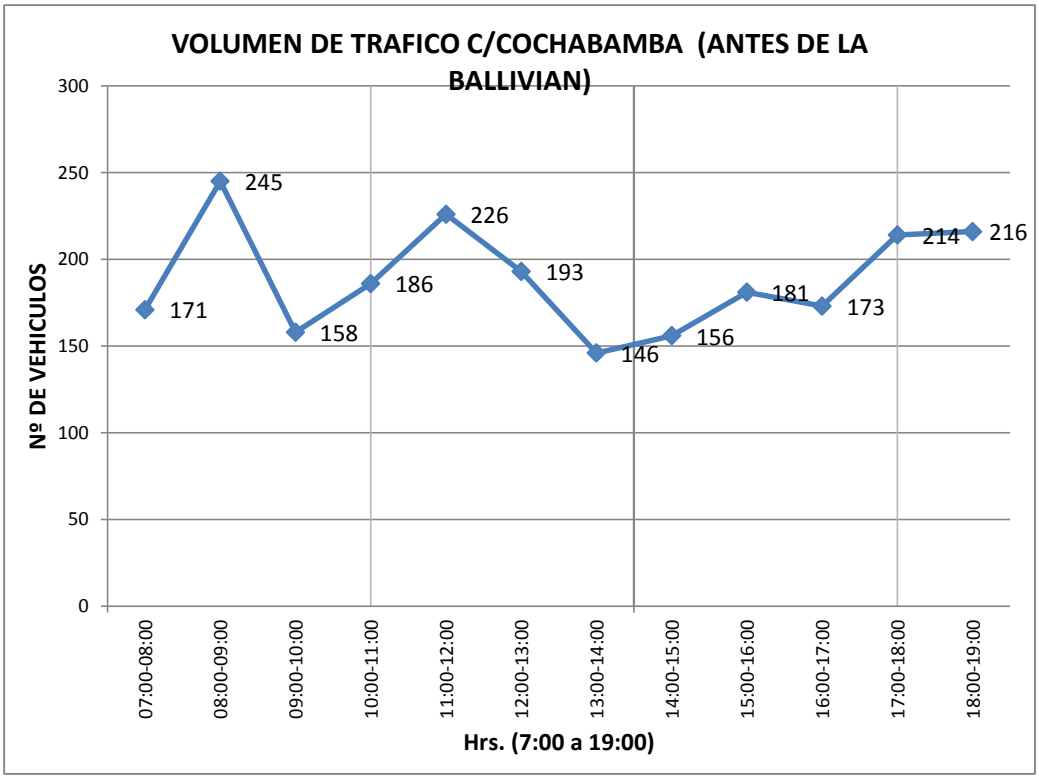


AFORO VEHICULAR

CALLE: Cochabamba (antes de la Ballivian) FECHA: Martes 25/03/2014
SENTIDO 1
HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	69	0	38	31	32	1		171
08:00-09:00	132	0	40	31	40	2		245
09:00-10:00	72	0	40	23	19	4		158
10:00-11:00	99	3	40	25	16	3		186
11:00-12:00	105	1	40	48	29	3		226
12:00-13:00	93	1	39	38	20	2		193
13:00-14:00	71	1	39	21	14	0		146
14:00-15:00	74	0	38	28	16	0		156
15:00-16:00	91	0	40	26	23	1		181
16:00-17:00	86	1	38	25	20	3		173
17:00-18:00	98	2	40	35	37	2		214
18:00-19:00	101	1	42	38	32	2		216

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ COCHABAMBA

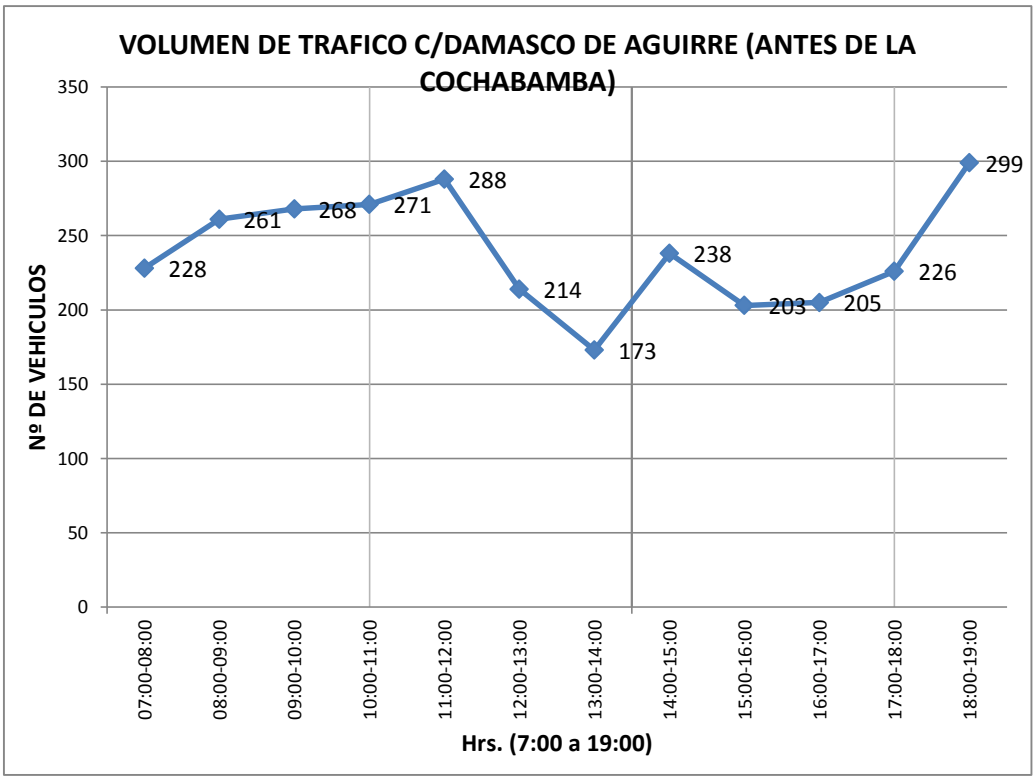


AFORO VEHICULAR

CALLE: Damasco de Aguirre (antes de la Cochabamba FECHA: Martes 25/03/2014
SENTIDO 1
HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	129	0	28	34	36	1		228
08:00-09:00	138	1	29	42	48	3		261
09:00-10:00	140	1	30	35	58	4		268
10:00-11:00	131	1	28	44	63	4		271
11:00-12:00	126	0	33	57	69	3		288
12:00-13:00	94	1	28	51	38	2		214
13:00-14:00	79	0	27	35	32	0		173
14:00-15:00	97	1	32	58	47	3		238
15:00-16:00	79	2	29	42	49	2		203
16:00-17:00	78	1	28	46	51	1		205
17:00-18:00	89	1	29	52	54	1		226
18:00-19:00	129	2	32	63	71	2		299

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ DAMASCO DE AGUIRRE



AFORO VEHICULAR

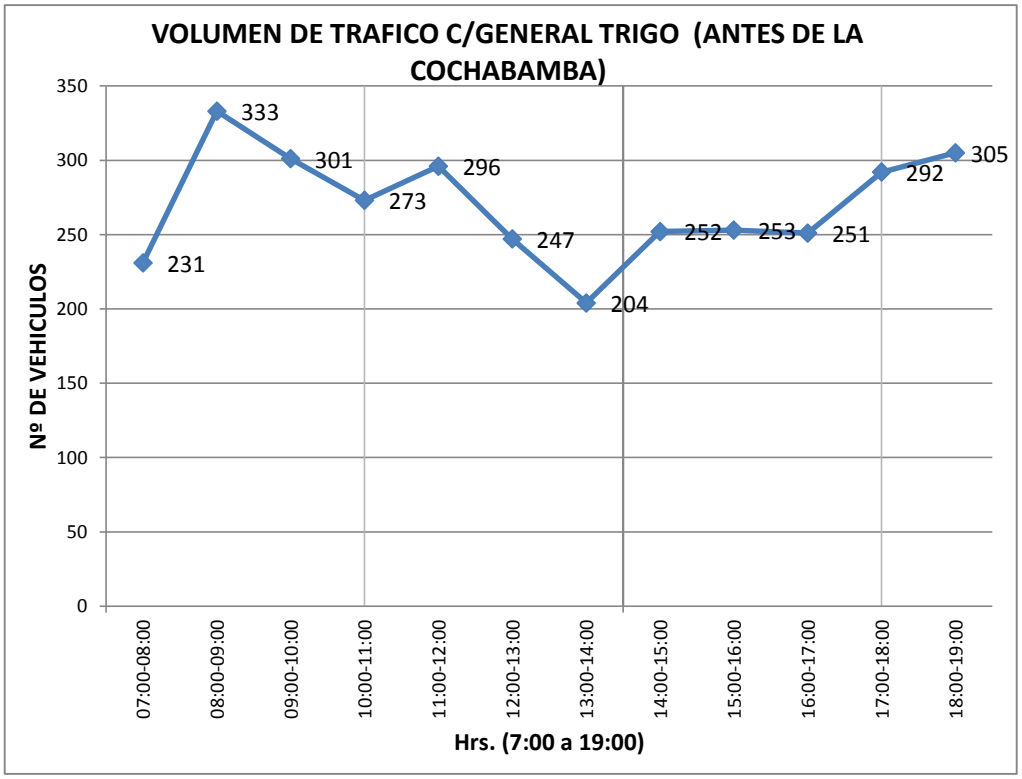
CALLE: General Trigo (antes de la Cochabamba) FECHA: Miercoles 26/03/2014

SENTIDO: 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	145	0	15	38	32	1		231
08:00-09:00	214	0	16	47	50	6		333
09:00-10:00	205	2	17	34	41	2		301
10:00-11:00	157	1	16	42	54	3		273
11:00-12:00	162	4	18	60	48	4		296
12:00-13:00	162	0	15	38	31	1		247
13:00-14:00	129	0	14	31	29	1		204
14:00-15:00	135	0	16	48	51	2		252
15:00-16:00	146	1	14	48	41	3		253
16:00-17:00	145	1	16	51	36	2		251
17:00-18:00	179	0	15	48	48	2		292
18:00-19:00	176	1	17	58	48	5		305

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ GENERAL TRIGO



AFORO VEHICULAR

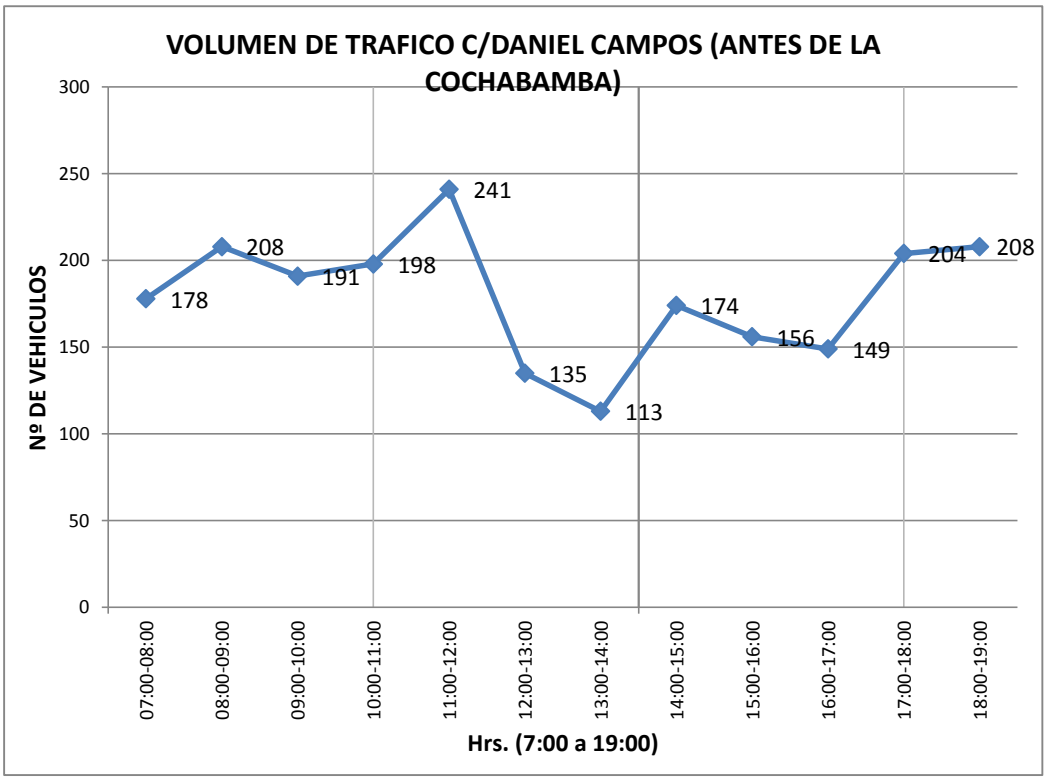
CALLE: Daniel Campos (antes de la Cochabamba) FECHA: Jueves 27/03/2014

SENTIDO: 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	95	0	9	42	31	1		178
08:00-09:00	103	0	10	45	49	1		208
09:00-10:00	98	0	10	42	39	2		191
10:00-11:00	105	0	9	38	42	4		198
11:00-12:00	125	0	11	45	59	1		241
12:00-13:00	60	0	10	29	36	0		135
13:00-14:00	49	0	9	26	29	0		113
14:00-15:00	71	0	10	41	51	1		174
15:00-16:00	68	0	9	37	41	1		156
16:00-17:00	62	0	9	39	39	0		149
17:00-18:00	85	0	11	45	62	1		204
18:00-19:00	86	0	10	52	59	1		208

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ DANIEL CAMPOS

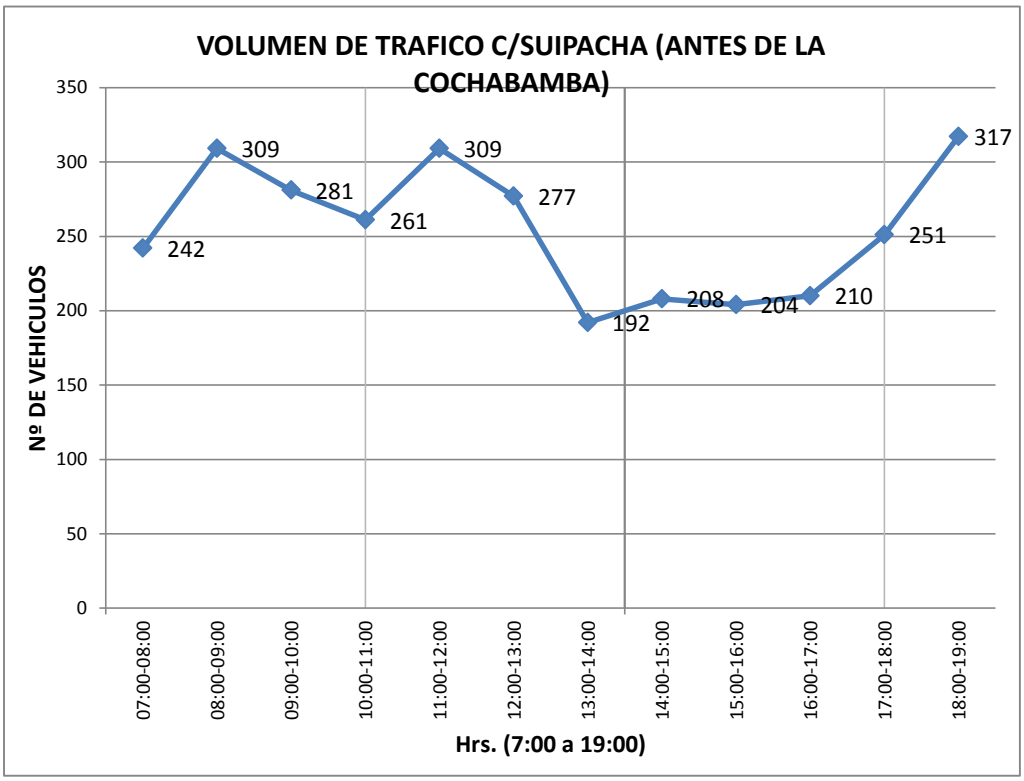


AFORO VEHICULAR

CALLE: Suipacha (antes de la Cochabamba) FECHA Viernes 28/03/2014
SENTIDO 1
HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	136	0	18	40	47	1		242
08:00-09:00	178	0	19	50	60	2		309
09:00-10:00	154	0	19	46	59	3		281
10:00-11:00	149	0	17	40	54	1		261
11:00-12:00	168	0	19	48	70	4		309
12:00-13:00	145	0	18	44	66	4		277
13:00-14:00	89	0	17	36	49	1		192
14:00-15:00	93	0	19	41	53	2		208
15:00-16:00	101	0	18	38	46	1		204
16:00-17:00	98	0	18	40	51	3		210
17:00-18:00	124	0	19	44	62	2		251
18:00-19:00	151	0	20	60	85	1		317

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ SUIPACHA



AFORO VEHICULAR

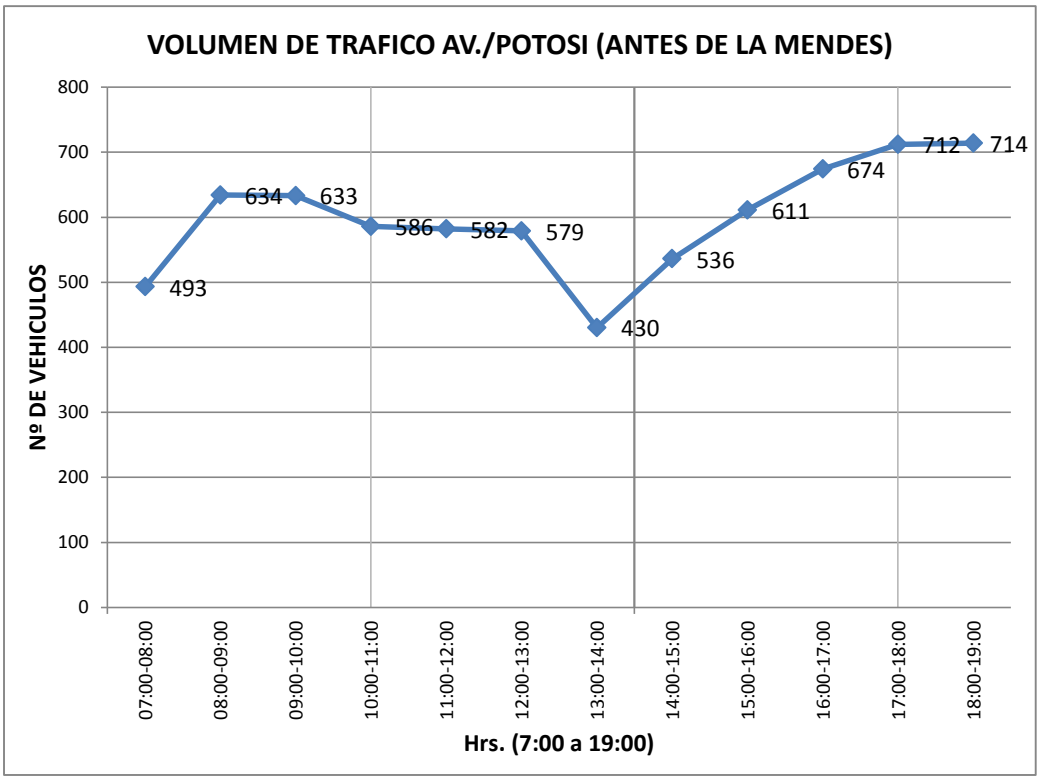
CALLE: Potosi (antes de la mendes) FECHA Lunes 10/03/2014

SENTIDC 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	275	1	18	79	118	2		493
08:00-09:00	379	2	19	97	132	5		634
09:00-10:00	384	1	17	98	130	3		633
10:00-11:00	345	4	15	88	130	4		586
11:00-12:00	295	1	19	124	132	11		582
12:00-13:00	307	1	18	127	116	10		579
13:00-14:00	249	1	15	75	89	1		430
14:00-15:00	258	1	20	118	136	3		536
15:00-16:00	325	1	15	113	154	3		611
16:00-17:00	359	2	15	132	159	7		674
17:00-18:00	399	3	20	120	164	6		712
18:00-19:00	386	3	19	128	173	5		714

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA AV./ POTOSI



AFORO VEHICULAR

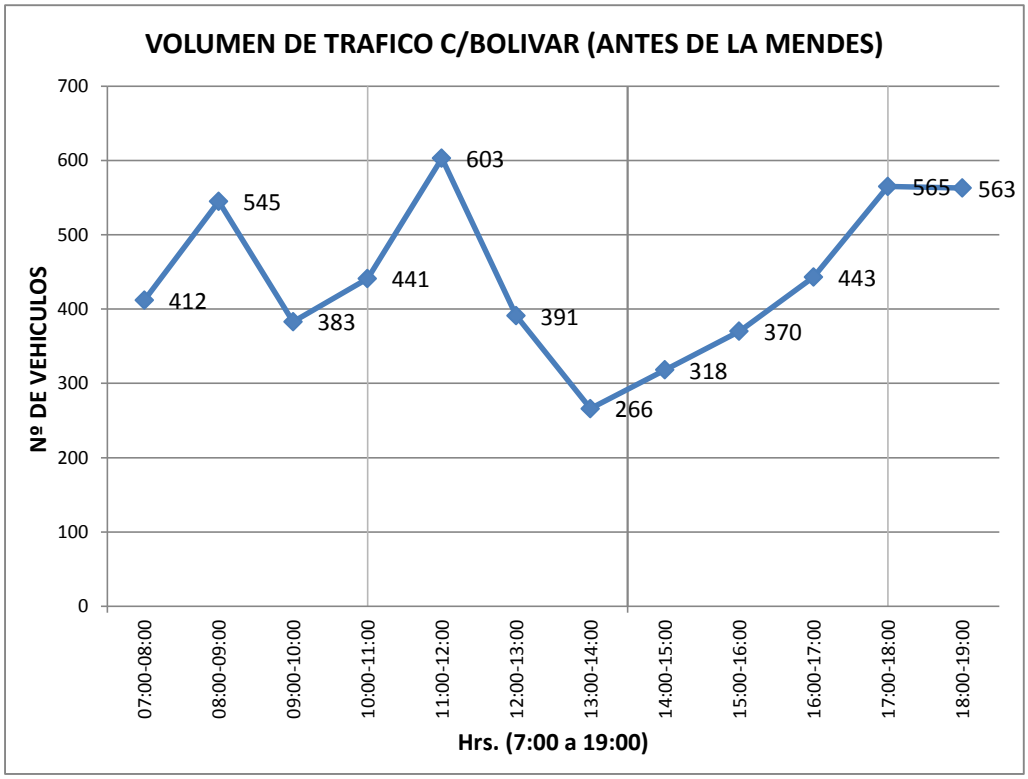
CALLE: Bolivar (antes de la mendes) FECHA: Martes 11/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	112	0	61	152	86	1		412
08:00-09:00	120	0	75	247	98	5		545
09:00-10:00	95	0	61	140	84	3		383
10:00-11:00	92	0	62	175	108	4		441
11:00-12:00	138	0	67	223	174	1		603
12:00-13:00	75	0	60	150	105	1		391
13:00-14:00	59	0	54	108	44	1		266
14:00-15:00	65	0	62	123	67	1		318
15:00-16:00	69	0	61	156	82	2		370
16:00-17:00	108	0	67	122	135	11		443
17:00-18:00	148	0	74	200	131	12		565
18:00-19:00	142	0	64	204	147	6		563

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ BOLIVAR



AFORO VEHICULAR

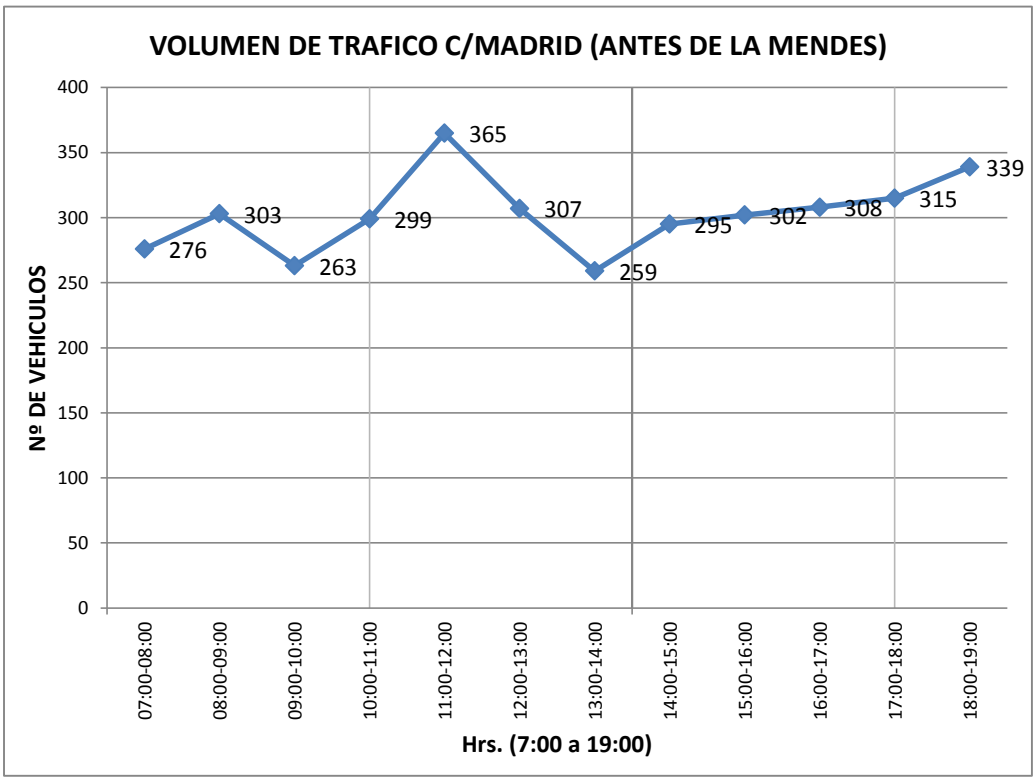
CALLE: Madrid (antes de la mendes) FECHA: Miercoles 12/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	145	1	22	51	55	2		276
08:00-09:00	157	1	21	54	66	4		303
09:00-10:00	123	1	20	52	65	2		263
10:00-11:00	158	1	21	53	65	1		299
11:00-12:00	188	0	20	67	84	6		365
12:00-13:00	135	1	23	73	74	1		307
13:00-14:00	125	1	21	47	63	2		259
14:00-15:00	131	0	20	72	71	1		295
15:00-16:00	139	1	21	79	61	1		302
16:00-17:00	130	2	20	84	70	2		308
17:00-18:00	153	0	18	69	72	3		315
18:00-19:00	140	1	17	88	92	1		339

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ MADRID



AFORO VEHICULAR

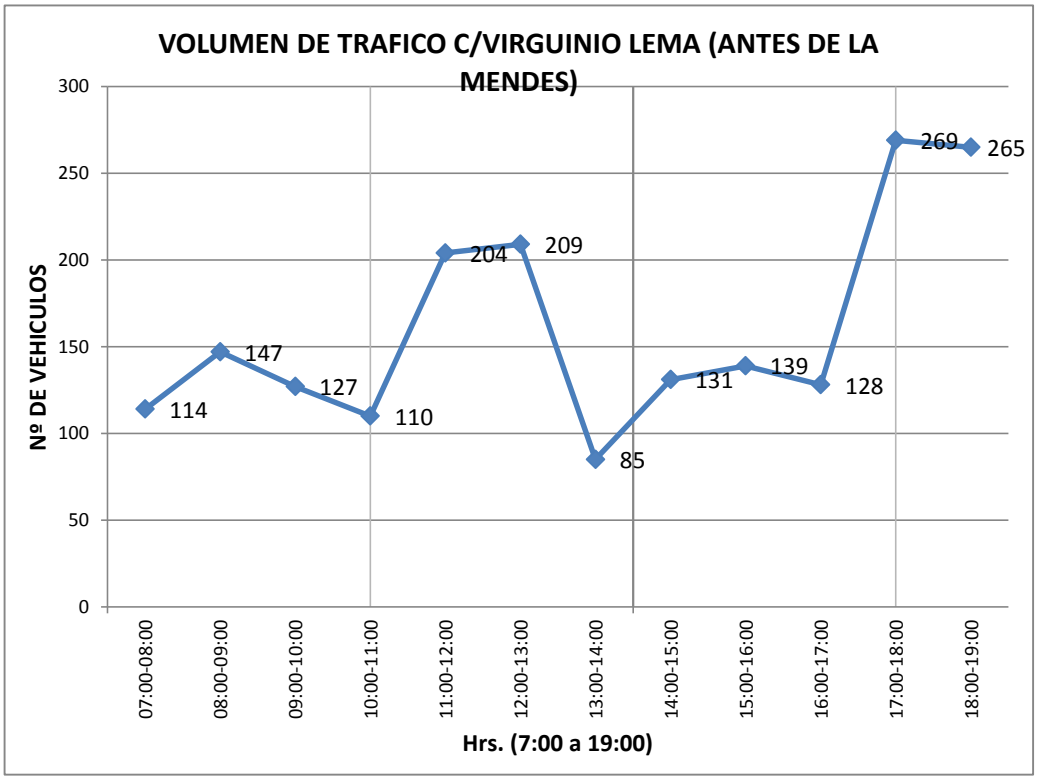
CALLE: Virguinio Lema (antes de la mendes) FECHA: Jueves 13/03/2014

SENTIDO 1

HORA: 07:00 - 19:00

HORAS	PUBLICOS			PRIVADOS			OTROS	VOLUMEN TOTAL
	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS		
07:00-08:00	52	0	5	26	30	1		114
08:00-09:00	74	0	6	31	35	1		147
09:00-10:00	61	0	7	30	27	2		127
10:00-11:00	44	0	7	35	23	1		110
11:00-12:00	71	0	6	59	64	4		204
12:00-13:00	68	0	7	62	68	4		209
13:00-14:00	37	0	5	23	19	1		85
14:00-15:00	56	0	6	37	31	1		131
15:00-16:00	61	0	7	25	44	2		139
16:00-17:00	41	0	6	45	34	2		128
17:00-18:00	91	0	7	75	91	5		269
18:00-19:00	89	0	7	71	95	3		265

VOLUMEN DE TRAFICO DE LA C/ VIRGUINIO LEMA



CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se realizó la investigación bibliográfica sobre estudios realizados en países como: Chile, Colombia, Estocolmo, Londres, Edimburgo de acuerdo a estos estudios planteamos un modelo de cobro por congestión generado para el Centro de la Ciudad de Tarija donde se encuentra el área de peaje.
- Debido a la congestión vehicular que se vive en el centro de la ciudad por los diferentes causas que la provocan tanto el transporte vehicular, los peatones, las instituciones públicas que se encuentran en el centro, bancos, etc. obligan a los tarijeños a desplazarse hasta el centro para trabajar, realizar un trámite o ir al banco.
- Las calles de máxima demanda son la Potosí ingresando 711 vehículos/hora.
- La calle de mínima demanda son la Ballivian y la Daniel campos ingresando 216 veh./hora.
- Con el análisis realizado se llegó a la conclusión de que en toda nuestra área de estudio ingresan vehículos por hora los que corresponden a 3229 vehículos públicos y 3043 privados donde se observa que el 49% del transporte que ingresa al centro de Tarija es transporte privado.
- Cuando la demanda vehicular es igual a la oferta vial se observa que el sistema se encuentra inestable y congestionado.
- Con el análisis económico se llegó a la conclusión de que cuando mayor es el costo menor será el volumen de tráfico vehicular en la calle, oh viceversa.
- Luego de realizar el estudio pertinente se llegó a la con conclusión de que el peaje urbano en todas las calles del área de estudio será de 2Bs por ingreso.
- Se establecieron los puntos de peajes en todos los ingresos a al área de estudio que son 17 puntos de cobro los cuales corresponden a cada calle de ingreso al casco viejo de la ciudad / área de peaje urbano.
- Se estableció un sistema de cobro electrónico utilizando reconocimiento por video /reconocimiento automático de placas.

- Por lo tanto se configuro un modelo del peaje urbano oh cobro por congestión para su implementación analizando la viabilidad del mismo en la ciudad de Tarija y además planteando diferentes recomendaciones que se pueden utilizar con el cobro por congestión.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los aforos correspondientes durante todo el mes tanto en los días hábiles como en los no hábiles debido a que es la clave para realizar un estudio de tráfico vehicular y por ende implantar un peaje urbano bien sustentado.
- Se recomienda utilizar los recaudos del cobro por congestión para realizar un alcance más amplio basado en el logro de objetivos ambientales, sociales y financieros y así poder mejor los niveles de vida de los habitantes de Tarija.
- Además tomando en cuenta el crecimiento de la ciudad de Tarija las cuales requiere de alternativas como la implementación del peaje urbano se recomienda comenzar a implementar estas nuevas tecnologías que adoptaron varios países Europeos y Latinos. Tomando en cuenta que el área de estudio es como primer paso el cual se puede ampliar con el paso del tiempo.
- **recomendaciones de aplicación del cobro por congestión**

  La medida de cobro por congestión puede desarrollarse para un alcance más amplio basado en el logro de objetivos ambientales, sociales y financieros que fundamenten la adopción de un sistema de cobro por congestión como un elemento de la política de transporte de la ciudad.

  En este sentido el logro de una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, es un benefició deseable del cargo por congestión. Es posible formular un esquema de cobro por congestión que permita contribuir con la reducción de emisiones en el marco de una política integral de protección del ambiente.

  Por otro lado, el uso de modos de transporte más sostenibles que el automóvil, es otro objetivo deseado para la ciudad y es posible impulsarlo por un sistema de cobro por congestión. Este efecto se puede potenciar si se realizan medidas complementarias

que permitan mejorar las características de las alternativas de transporte y promuevan un uso eficiente del vehículo.

En términos de equidad, sólo es posible hacer del cobro por congestión una herramienta para beneficiar a todos los individuos, si éste está enmarcado en una política integral de mejoramiento de los modos alternativos al vehículo particular. En búsqueda de una ciudad equitativa existe la posibilidad de realizar una transferencia de beneficios entre modos, para el cual los ingresos generados por el recaudo del cobro por congestión pueden ser invertidos en adecuar la infraestructura para que sea utilizada por modos alternativos al automóvil. Es decir, que el espacio de vía ganado, por medio del cobro, se puede utilizar para acomodar infraestructura de transporte público o espacio público para modos no motorizados, transfiriendo los beneficios que obtendrían los vehículos privados a otros modos.

La confiabilidad del tiempo de viaje es otro objetivo a considerar a la hora de estructurar un esquema de cobro por congestión. La capacidad de planear un viaje con un nivel de certeza razonable respecto al tiempo de llegada al destino es de suma importancia para los ciudadanos. Inclusive, es de considerar que es preferible un aumento en la confiabilidad del tiempo de viaje que en la misma velocidad. El diseño de un sistema de transporte de la ciudad que sea confiable puede impulsarse por un sistema de cobro por congestión, no solo al reducir la congestión sino al invertir los recursos obtenidos por el cobro en otras medidas que mejoren la confiabilidad tanto del transporte privado como del público.