

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está dirigido evaluar la eficiencia del transporte público de pasajeros que es la operación necesaria que debe existir un servicio permanente se necesita además de que el servicio sea suficiente, para que el servicio satisfaga las necesidades de su ruta, debe tener el número adecuado de unidades cubrir la demanda del movimiento de los usuarios.

En Ciudad de Tarija se realizaron unos cuantos estudios similares de servicio del transporte público en su mayoría realizado por alumnos de la Universidad Juan Misael Saracho pero trabajos destinados a estudiar diferentes aspectos del Transporte público como por ejemplo el cambio de rutas o la creación de nuevas líneas no se cuenta con estudios realizados por la Gobernación ni tampoco por la Alcaldía adecuados para poder mejorar el servicio de manera eficiente.

El autor propone Evaluar la eficiencia del sistema de transporte público de manera que permita mejorar las altas demandas que existe en horas picos para la cual pretende realizar estudios técnicos de ascenso y descenso , recuento de pasajeros y tiempos de recorridos los cuales nos darán la suficiente información de la eficiencia de cada línea.

El aporte teórico es la utilización de una rama de la Ingeniería de Trafico que es la Sistema de Transporte Publico aplicado a las líneas de micros de la ciudad de Tarija el cual pretende ayudar a mejorar la eficiencia de las líneas en horas picos es plantear una alternativa que mejore la eficiencia del sistema de transporte sin tomar en cuenta el cambio de rutas o paradas será planteara una alternativa para aplicarlo como solución para las rutas de las líneas de micros aplicando las normas

La relevancia social estará enfocada a que el usuario no tenga que esperar en una parada durante mucho tiempo por la ya saturación de dicha línea de esta forma mejorando no solo el servicio de micros sino aumentando el beneficio tanto para el usuario como el del conductor

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Debido a que la ciudad de Tarija se encuentra en una situación de emergencia en cuanto se refiere al congestionamiento vehicular se ha visto necesario realizar una evaluación de la eficiencia del transporte público, el cual buscara beneficiar al usuario (relacionado con peatones y conductores) el vehículo y la vialidad, pero sobre todo a peatones y conductores que deben ser entendidos claramente con el propósito de ser controlados y guiados en forma apropiada. Dentro de los estudios relacionados con la Ingeniería de Tráfico consideraremos al transporte público de pasajeros, como un factor de muchísima importancia debido a que el volumen de pasajeros que hace uso del transporte público llega a constituir un factor primordial de atención de ahí la importancia que merece estudiar con profundidad al transporte público. De manera que la eficiencia del Transporte Público buscara una evaluación que nos permita buscar un mejor ofrecimiento de servicio de transporte a los pasajeros aspecto que armonice con el ordenamiento vehicular de la ciudad.

En vías urbanas el transporte público de pasajeros influye poderosamente en el tránsito, no solo por los problemas de circulación que puede causar sus vehículos en la vía pública, sino que es un factor de suma importancia debido a que buena parte de la población de cualquier ciudad es usuario del transporte público y además porque la extensión en que se emplee ese medio de transporte depende del volumen de tránsito que producirán los viajes personales en un región urbana.

El presente trabajo está dirigido fundamentalmente a realizar una evaluación general de la eficiencia de las líneas del sistema de transporte público.

En nuestro medio, el transporte público no ha sido tomado muy en cuenta a través del paso del tiempo y las diferentes líneas de micros se las creó a criterio de las diferentes cooperativas de transporte, sin haber realizado un previo estudio de la justificación de la existencia de las mismas, y por otra parte casi todas las líneas tienen ruta de recorrido común en la zona central de la ciudad, esto debido a que generalmente todas las instituciones, lugares de trabajo, colegios y universidad se encuentran en esta zona

## **1.3 DISEÑO TEÓRICO**

### **1.3.1. Planteamiento del problema**

Actualmente surge la necesidad de desarrollar una evaluación del sistema de transporte público de micros. Cuando se tiene que realizar un proyecto del uso del transporte público no se cuenta con los datos necesarios para hacer una correcta evaluación, un análisis o estudios del servicio de transporte público de micros mucho tiene que ver la voluntad de las líneas de transporte público para mejorar su servicio y del usuario a la hora de exigir un mejor servicio pero sobre todo de estudios que nos muestren lo más íntimo de su funcionamiento pero para poder observar el funcionamiento del sistema de transporte es insuficiente por eso es necesario realizar un estudio técnico en conjunto que quiere decir esto, significa ver el comportamiento de las líneas durante un mes para ver qué tan eficiente es para así evaluar su eficiencia la cual nos permitirá obtener elementos que mejoren la eficiencia del servicio de pasajeros en el sistema de transporte público de micros el cual no está encaminado a mejorar rutas sino a mejorar la servicialidad del sistema de transporte de micros.

#### **1.3.1.1. Situación problemática**

La eficiencia del transporte es un requisito indispensable para garantizar la movilidad a mediano y largo plazos del transporte público en especial en las ciudades donde es relevantemente muy importante ya que afecta en gran manera el crecimiento de una ciudad.

Existen factores muy interesantes que suceden en las horas de máxima demanda donde se puede apreciar un aumento en la demanda de micros para poder trasladarse de un lugar a otro tanto así que existe una excedencia apreciable de pasajeros que se ven forzados a esperar un transporte público durante 30 min o más.

Es necesario realizar una evaluación a la eficiencia del sistema de transporte público para poder observar las fallas que tiene, para poder dar alternativas de solución que genere un mejor servicio a los pasajeros.

### **1.3.1.2. Problema**

¿De qué manera una evaluación de la eficiencia del sistema de transporte público en micros, podría indicar si la calidad en el servicio de pasajeros, mejoraría?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la eficiencia de las rutas existentes que usa el sistema de transporte público de micros, considerando el ascenso y descenso de pasajeros, Velocidad Media y Tiempos de Recorrido de tal manera que se pueda identificar elementos que se deben modificar o dar una solución para mejorar dicho sistema.

### **1.4.2 Objetivo específico**

- Realizar un marco referencial de la ingeniería de tráfico para realizar el estudio del transporte público enfocado a zonas urbanas.
- Establecer la ubicación de los puntos de máximas demandas de pasajeros en horas de máxima demanda.
- Evaluar los resultados obtenidos observando la eficiencia del sistema de transporte público de pasajeros mediante un análisis de los datos de campo
- Categorizar la servicialidad de las líneas en función de su eficiencia identificando elementos que deban modificarse.

## **1.5. HIPÓTESIS**

Si se realiza una evaluación mediante un estudio técnico de ascenso y descenso de pasajeros tiempo de recorrido y recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda, entonces se podrá obtener elementos que mejoren la eficiencia del servicio de pasajeros en el sistema de transporte público de micros.

## **1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES**

En el presente proyecto se tiene según nuestra hipótesis las siguientes variables siendo llamadas (X) variables independientes que influenciarán en la en nuestra variable dependiente (Y)

En el proyecto solo se tendrá una sola variable dependiente y se tendrán tres variables independientes de los cuales dependerá nuestros resultados y la variable independiente

### **1.6.1 Variables independientes**

- Ascenso y descenso de pasajeros
- Tiempo de recorrido
- Recuento de pasajeros en puntos de Máxima demanda

### **1.6.2. Variables dependientes**

- La variable dependiente que se tendrá será la Eficiencia

### 1.6.3. Conceptualización y operación de las variables

Cuadro 1.1. Conceptualización de variables

VARIABLE	COMCEPTUALIZACION	DIMENSION	INDICADORES	VALOR/ACCION
Ascenso y descenso de pasajeros	Es el número de pasajeros que suben y bajan a lo largo de una ruta de transporte publico	Cantidad de personas	Unidad y/o Volumen	Cuantas personas suben cuantas bajan
Tiempo de recorrido	Es el tiempo en que una movilidad realiza una ruta durante un determinado tiempo	Duración del recorrido de una ruta	Horas	Manual con cronometro
Recuento de pasajeros en puntos de Máxima demanda	Es el volumen de pasajeros en los puntos de máxima demanda y en otros lugares especiales a lo largo de una ruta	Cantidad de personas en paradas	Unidad	Conteo de pasajero en la hora de máxima demanda

Fuente: Propia

## 1.7. DISEÑO METODOLÓGICO

### 1.7.1. Componentes

#### 1.7.1.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio será ascenso y descenso de pasajeros en los puntos de máxima demanda y tiempos de recorrido.

### 1.7.1.2. Población

La población que se tomó como referencia fueron Sindicatos de micros La Tablada, Sindicato Luis de Fuentes, Cooperativa de Transporte Tarija, Cooperativa de Transporte Virgen de Chaguaya teniendo en total de Líneas activas las cuales se muestra a continuación

Cuadro 1.2. Líneas del transporte público

SINDICATO Y/O COOPERATIVA	LINEAS	TOTAL =19
Sindicato Luis de fuentes	E, F, 5 ,10, San Jacinto	5
Sindicato la Tablada	A, B, D, C, S, CH ,K	7
Cooperativa Tarija	Z	1
Cooperativa Chaguaya	1, 2/9, 4, 6, 7, ,11	6

Fuente: Propio

### 1.7.1.3. Muestra

En estadística se conoce como muestreo a la técnica para la selección de una muestra a partir de una población por lo que se escogió la técnica estratificada

Con el fin de tener la mayor muestra se trabajara con un total de 19 líneas las cuales serán evaluadas y estudiadas por un día realizando estudios de Ascenso y Descenso de Pasajeros y Tiempos de Recorrido.

## 1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

### 1.8.1 Selección de métodos y técnicas

Para poder realizar el siguiente proyecto, para los estudios de tiempo de recorrido y demoras necesarios para la eficiencia del transporte público trabajamos con el Manual de Estudios de Ingeniería de Transito el cual contiene todos los estudios necesarios para diferentes estudios vasado en la norma AASTHO

El método consiste en realizar el estudio de cada línea cronometrando su tiempo recorrido desde una parada a la otra donde se cronometrara el tiempo de recorrido total y el tiempo total de retraso además también al mismo tiempo se realizara un estudio de ascenso y descenso que consiste en subirse al micro y contar cuantas personas suben y bajan de los micros este será un estudio manual siendo que no se cuenta con los aparatos automáticos para realizar estos estudios

### **1.8.2. Técnicas de muestreo**

En estadística se conoce como muestreo a la técnica para la selección de una muestra a partir de una población por lo que se escogió la técnica estratificada

Con el fin de tener la mayor muestra se obtuvo con el nivel de confiabilidad un total de 19 líneas de muestra las cuales serán evaluadas durante una semana para el presente proyecto también se realizara el muestreo de las variables independientes por separando de donde se obtuvo para una población infinita.

### **1.8.3. Descripción de los equipos e instrumentos utilizados para la obtención de datos**

Para poder realizar el presente proyecto se contara con autorización de los dos sindicatos y cooperativas para poder realizar la evaluación de la eficiencia del sistema de transporte público. Por lo que será factible su realización y ejecución también se contara con personal de apoyo para poder realizar los estudios de ascenso y descenso y tiempos de recorrido de las líneas del transporte público también se contara con planillas para el llenado de datos los tiempos de recorrido se tomaran con dos cronómetros uno para el tiempo total y el otro el tiempo de retraso.

### **1.8.4. Procedimiento de aplicación**



Se realizara un aforo vehicular general de las calles más concurridas de la ciudad de Tarija las cuales son: PUENTE SAN MARTIN. Calle Hermanos Uriondo, PANAMERICANA entre Froilán Tijerina, Av. AMERICA entre España y BOLIVAR entre Campero que son las calles por donde pasan todas las líneas de la ciudad de Tarija. De estos puntos se obtendrá la gráfica de volúmenes para sacar las HORAS PICO de máxima demanda. Una vez obtenido las horas pico se procederá a realizar los tres ensayos necesarios para sacar la eficiencia del transporte público los cuales son:

- **Recuento de Ascenso y Descenso de Pasajeros**

Que permitirá determinar la ocupación del vehículo en cualquier punto y el movimiento de ascenso y descenso de pasajeros en cada parada los resultados individuales nos permitirán ubicar los puntos de máxima demanda.

- **Recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda**

Se trata de investigar los volúmenes de pasajeros en los puntos de máxima demanda y en otros lugares especiales, de una ruta. Una vez determinados los puntos importantes del recorrido se deben contar los pasajeros en cada unidad, que suben en ese punto los resultados se mostraran en barras de diagrama.

- **Tiempo de Recorrido**

Se trata de determinar el tiempo total de recorrido haciendo un análisis de los tipos, causas y magnitud de los retardos que ocurren en la ruta donde se mostrara el tiempo de recorrido y los tiempos de demora de cada línea.

### **1.8.5. Cantidad de aforos a realizar**

La cantidad de aforos a realizar se muestra en la siguiente tabla las cuales se realizaran según las especificaciones técnicas del manual de transporte público.

ESTUDIO TECNICO	CANTIDAD POR LÍNEA
-----------------	-----------------------

Cuadro 1.3. aforos	Ascenso y Descenso de pasajeros	4	Numero de
	Recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda	4	
	Suma	8	

Fuente: Propia

## 1.9. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez realizados los tres estudios técnicos se procederá a realizar gráficos de dispersión los cuales serán

Comparación de eficiencia en ascenso y descenso de pasajeros entre las líneas

Eficiencia de tiempo de recorrido entre las diferentes líneas

Eficiencia de velocidad de media de recorrido

Para poder evaluar la eficiencia mediante un proceso ordenado aplicando criterios que proporcionen los medios para identificar y comparar las consecuencias.

Para poder sacar la eficiencia entre las líneas el problema residirá en que no se tiene un parámetro de cuál de los tres parámetros es el más importante por eso se realizara un estudio de VALORACION que consiste en que un grupo de personas o personas capacitadas aplicando un buen juicio asignan números a los diversos factores. La asignación de valores a los diversos criterios ayuda a superar el problema.

## 1.10 ALCANCE

El presente estudio está orientado a evaluar la eficiencia del transporte público urbano de micros que existe en nuestra ciudad donde se trabajara con El Sindicato Luis de

Fuentes, Sindicato La Tablada, Cooperativa Tarija, Cooperativa Virgen de Chaguaya para lo cual se tendrá que tomar en cuenta lo siguiente:

Se contratara personal de apoyo que ayude a realizar los estudios técnicos correspondiente para el correcta toma de información para lo cual también se pedirá autorización a los Sindicatos y Cooperativas mediante cartas de Solicitud.

Se contara con lo elemental en cuanto a información del Transporte Publico, es decir, de las normas y/o manual de Transito en las cuales se basa para operar, los elementos básicos que intervienen y la influencia de estos en el transporte público.

Ya establecido lo básico se procederá a ver los tipos de aforos que se van utilizar y a estudiar los sentidos de flujo vehicular, de esta manera, ya teniendo un poco de criterio se realizara los aforos para tener el recorrido de cada una de las líneas del transporte público.

Los estudios que ser realizaran para este tema serán aforos realizados del tal manera que se tendrán datos de ascenso y descenso de pasajeros, tiempos de recorrido, demoras y el recorrido total de cada una de las líneas de trabajo dándonos como resultado, puntos de máxima demanda, frecuencias, bifurcaciones con esto podremos tener un mejor conocimiento de las líneas y sus características.

Ya teniendo estos estudios se procederá a analizar y evaluar la eficiencia en tres aspectos importantes entre las líneas que son el Ascenso y Descenso de Pasajeros, Tiempo de Recorrido y Velocidad Media con los cuales se determinara la eficiencia total de cada línea.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

##### **2.1.1. Historia y evolución de la ingeniería de tráfico**

El hombre desde épocas remotas busco la forma de crear sus vías de comunicación o sea los caminos, que estaban orientados para la comunicación entre los antiguos pueblos existentes.

Pero estos caminos o vías de comunicación eran de una construcción precaria que solo consistía en el aplanamiento del terreno para el paso de personas o animales de carga, pero con la invención del automóvil que al principio fue un artefacto de mucho costo que solo lo adquirirían las personas pudientes y que luego poco a poco se convirtió en un artefacto útil a la sociedad, tanto para su movilización a los distintos lugares de trabajo y también para la recreación, obligo a mejorar físicamente los diferentes caminos, disminuyendo las pendientes, dando mayores radios de curvaturas, etc. Así mismo el mejoramiento de la capa de rodadura a una más liza y confortable para que vaya de acuerdo al avance tecnológico del automóvil, ya que este evoluciono a pasos agigantados por lo que se requería un mayor confort y seguridad al transitar por estos caminos que al paso de los años se convirtieron en vías o calles urbanas o carreteras.

Lo que se pudo prever en ese tiempo fueron los problemas de se iban a producir por la alta tasa de motorización que se dio en las principales ciudades del mundo, nos referimos a los congestionamientos y caos vehicular que se dieron, esto debido a que

las vías urbanas no tenían las características físicas suficientes para permitir el flujo normal de los vehículos que transitaban por las mismas.

Es a causas de este problema que tiene su origen la ingeniería de tráfico que en principio solo estaba orientado al estudio de las causas de accidentes, y la prevención mediante la aplicación de restricciones que en muchas veces solo iban a causar demoras y molestias a los usuarios, tanto a los conductores como a peatones, y para la aplicación de las restricciones se tuvo que recurrir a la policía.

En el años de 1920 en los EEUU se inició la ingeniería de tráfico como rama dependiente de la ingeniería civil, debido al problema de la gran concentración de vehículos, la difícil modificación de las vías urbanas y también debido a la presencia de grandes edificaciones urbanas.

Y en 1930 donde se fundó el Instituto de Ingeniería de Tráfico con los respectivas atribuciones y funciones que paulatinamente su acción se fue engrandeciendo hasta abarcar todos los aspectos que intervienen en esta problemática social como ser el usuario, la vía la calle y el automóvil.

En Inglaterra hacia 1950 se empieza a desarrollar considerablemente la ingeniería de tráfico. Anqué los ingenieros encargados de la carreteras y de las vías urbanas habían dedicado ya cierta atención a resolver problemas de tráfico desde mucho antes.

La ingeniería de tráfico surgió por la concentración de vehículos que rebasaron las medidas dictadas por una práctica elemental y aplicada por la policía. En un principio se orientó hacia el campo de la ordenación de la circulación y de la seguridad vial en el sentido de buscar un mayor rendimiento de las calles existentes.

Al paso del tiempo, los problemas de tráfico se fueron tratando con criterios ingenieriles, que puede ya solucionar los problemas de ordenamiento de forma cuantitativa; y se ha desarrollado también teniendo una visión hacia el futuro mediante el planeamiento urbano , y del transporte en su conjunto,

### **2.1.2. Definición de la ingeniería de tráfico**

Se define a la ingeniería de tráfico como:

“La rama de la ingeniería que trata del planeamiento, trazado y funcionamiento de las calles y carreteras, así como de los aparcamientos, terrenos colindantes y zonas de influencia y de su relación con otros medios de transporte. Su objetivo es que el movimiento de personas y mercancías, se realice de la forma más segura, eficaz y cómoda”

Otras definiciones tenemos del Instituto de Ingeniería de Transporte, ITE, citado por W.S. Homburger, define la Ingeniería de Transporte y la ingeniería de Transito de la siguiente manera:

- INGENIERIA DE TRANSPORTE “aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente”
- INGENIERIA DE TRANSITO “aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte.”

La ingeniería de Tráfico tiene como objeto obtener la información, analizar y plantear soluciones sobre la problemática del transporte tomando en cuenta a todos los elementos que intervienen.

### **2.1.3. Elementos de la ingeniería de tráfico**

En el problema de tráfico se establecen 3 elementos fundamentales que son:

- Usuario
- Vehículo

- Vía o calle

### 2.1.3.1. El usuario

Consideramos al elemento usuario a los peatones y conductores de vehículos en forma separada, los cuales circulan en las calles o carreteras y que son parte del problema de tráfico

**2.1.3.1.1. El peatón** es aquella persona que al transitar a pie por las calles o carreteras se convierte en parte del problema de tráfico, especialmente por las aglomeraciones de personas que se dan cita en las zonas comerciales de la ciudades, provocando problemas de circulación vehicular y ocasionando demoras en las maniobras de los vehículos.

Sin embargo se debe estudiar soluciones adecuadas en los lugares más problemáticos o de mayor ocurrencia de accidentes de peatones con vehículos.

A mayor población se tiene una mayor incidencia de los peatones en la problemática del tráfico, las velocidades en que transitan los peatones en ciudades de más de 100.000 habitantes, por estudios realizados en otros países se han determinado que varía entre 1.4 y 2 (m/s) y para ciudades con menos de 100.000 habitantes la velocidad de circulación de los peatones es menor a 1.0 (m/s).

A semejanza con los servicios para vehículos se puede establecer un nivel de servicio para el tránsito de peatones. Según datos aportados en la Reunión Regional de la Federación Internacional de Carreteras, en Buenos Aires, Argentina, en 1980, se pueden considerar los valores mostrados en la siguiente Tabla 2.1

Tabla 2.1 Nivel de servicio para peatones

NIVEL DE SERVICIO		m <sup>2</sup> POR PEATÓN	VELOCIDAD MÍNIMA DE OPERACIÓN

	VOLUMEN DE SERVICIO (peat/min/m)		m/min	Km/h
A	22	3.5	77	4.6
B	30	2.5	75	4.5
C	46	1.5	69	4.1
D	62	1.0	62	3.7
E	81	0.5	40	2.4
F	variable	<0.5	<40	<2.4

FUENTE: Federación Internacional de Carreteras, Reunión Regional, Buenos Aires, Argentina 1980

#### **2.1.3.1.2. El conductor**

Es aquella persona que maneja un vehículo motorizado que circula por las calles o carreteras, este elemento está sujeto en su comportamiento a reacciones bajo un condicionamiento físico y psicológico.

El elemento conductor es importante a partir del principio de que se debe tener la capacidad física y psicológica para conducir el vehículo que permita tener la seguridad propia y la seguridad de los usuarios peatones.

Las características y condiciones de un conductor están relacionadas con algún impedimento físico que no habilite al usuario conductor para conducir los vehículos, normalmente no ocurre, si no en casos excepcionales que usuarios conductores con algún impedimento físico pretendan conducir vehículos. Sin embargo es muy usual que una condición física que se necesaria como lo es la visión en muchos casos pese a ser un impedimento con medidas correctivas se les pueda otorgar permisos para conducir vehículos



De este problema de la visión puede haber problemas de miopía, estrabismo cataratas, etc. Que pueden corregirse, pero la enfermedad del daltonismo que se refiere a la visión equivocada de los colores es un impedimento para conducir vehículos.

En el aspecto psicológico el conductor puede tener dos tipos de reacciones.

- **Reacciones psicológicas condicionadas**

Dentro de los usuarios conductores es muy probable que se presenten reacciones psicológicas condicionadas que están ligadas al hábito, a la forma de conducir, a los recorridos de circulación, a los horarios de conducción. Etc.

Por lo que el conductor debido a esos factores tienen una forma ya establecida de conducción y todas sus reacciones (psicológicas condicionadas) son de carácter aceptables y predeterminado. Sin embargo también puede tener el usuario conductor reacciones inesperadas debido a factores psicológicos no condicionados.

- **Reacciones psicológicas no condicionadas**

El usuario conductor a pesar de la responsabilidad que tiene al conducir un vehículo es muy probable que tenga reacciones inesperadas debido a situaciones psicológicas temporales a las que esté sometido el usuario conductor, algunos de esos factores son las condiciones de estado emocional del conductor, estado de fatiga del conductor las condiciones climatológicas del entorno, estas condiciones pueden afectar la forma de proceder del conductor, reflejada en la forma de conducir siendo en algunos casos condiciones muy críticas que pongan en peligro al conductor y a los peatones.

### **2.1.3.2 El vehículo**

Es el elemento que dentro de la problemática de tráfico ha sufrido más transformaciones a través del paso del tiempo, desde la aparición del vehículo actual que transita por calle y carreteras, este ha sufrido una gran evolución tanto en características físicas como operacionales. Pero lo que hay que lamentar es que esta transformación que ha sufrido el vehículo no ha sido paralela a la transformación o modernización de calles o

carreteras, y por lo tanto se tiene vehículos de condiciones altamente tecnológicas que están circulando por calles y carreteras que no cuentan con la geometría adecuada ni la capacidad para contener los tipos de vehículos contemporáneos, por eso es importante que al analizar el problema de tráfico se determine la influencia del vehículo como elemento fundamental del problema de tráfico.

- **Dimensiones**

A continuación mostramos características y límites de diferentes tipos de vehículos:

#### Automóviles

Tabla 2.2 Dimensiones de automóviles

MAXIMO	DIMENSIONES	MINIMO
6.0 m.	Largo	4.56 m.
2.06 m.	Ancho	1.14 m.
1.75 m.	Alto	1.25 m.

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

#### Camiones

Tabla 2.3 Dimensiones de camiones

DIMENSIONES	MAXIMO	MINIMO
-------------	--------	--------

Largo	11.0 m.	5.75 m.
Ancho	2.44 m.	1.88 m.
Alto	3.81 m.	1.75 m.

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

Autobuses

Tabla 2.4 Dimensiones de autobuses

DIMENSIONES	MAXIMO	MINIMO
Largo	12.25 m.	7.15 m.
Ancho	2.44 m.	2.44 m.
Alto	2.9 m.	2.44 m.

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

### 2.1.3.3. La vía o calle

El elemento vía o calles es el lugar destinado para la circulación de vehículos, el cual debe estar acondicionado para esta función; es el cuarto elemento fundamental en la problemática del tráfico que debe tomarse en cuenta bajo los siguientes factores;

- **Factor físico**

Que tiene que ver con la estructura misma de la calle o camino como ser ancho de carril y bermas en carreteras , el ancho de aceras en calles urbanas, las pendientes longitudinales y transversales y los taludes de relleno y corte en carreteras , estos son elementos físicos de cuyas dimensiones y características depende también el problema del tráfico.

- **Factor ordenamiento**

También nos interesa la vía o calle desde el punto de vista del ordenamiento peatonal y vehicular donde no involucra un cambio físico, sino más bien un cambio en las condiciones de circulación vehicular y peatonal, factores que tienen que ver con el ordenamiento son el número de sentidos, las direcciones de flujo o de circulación, señalización, semaforización, los estacionamientos. Etc. Que son elementos de ordenamiento sobre la calle o carretera que pueden ser base para las soluciones propuestas. Las vías urbanas se denominan calles y avenidas cuando son más anchas y el tránsito circula por estas con carácter preferencial y mayormente en doble sentido, generalmente las calles están bordeadas por un cordón y ambos lados se construyen las aceras para el paso de peatones.

Donde una o más vías se unen o se cruzan se conoce comúnmente como una intersección y tiene la función de facilitar los giros de los diferentes vehículos que circulan por ella.

Se denomina cruce al lugar donde una calle se atraviesa o se une a otra o en algunos casos a otras, y a las porciones longitudinales de las calles por donde los vehículos llegan a la intersección.

- **Visibilidad de vías urbanas**

En las calles de una ciudad conviene mantener una distancia mínima de visibilidad igual a la distancia de parada en todo el recorrido.

#### **2.1.4. Parámetros importantes de la ingeniería de tráfico**

##### **2.1.4.1. Velocidad**

Se define 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 siendo los más importantes:

- **Velocidad de punto**

Es aquella que se obtiene en una sección de carretera o calle cuyo intervalo de distancia esta previamente definido siendo usual la utilización de distancias de 25, 50, 75, 100 metros. La característica fundamental de este tipo de velocidad es que las distancias definidas se toma al vehículo que va recorrerla en un flujo libre sin interferencias de demoras.

- **Velocidad de recorrido total**

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 demoras normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez, cuanto menor la velocidad de recorrido total mayor el descongestionamiento del tráfico, cuanto mayor la velocidad de recorrido total mayor la fluidez.

- **Velocidad de crucero**

Es la que se registra como la relación de una distancia de recorrido total sobre un tiempo de circulación del vehículo sin tomar en cuenta el tiempo de demoras. Esta velocidad de crucero es comparada con la velocidad de punto con el propósito de definir o establecer cuál es la incidencia por causa de las demoras que tiene la velocidad de un vehículo en movimiento.

Un análisis que se puede realizar entre la velocidad de punto, la velocidad de recorrido total y velocidad de crucero deberá permitirnos establecer soluciones a la circulación del tráfico con referencia al factor velocidad.

- **Velocidad directriz**

Este se crea como una necesidad de no poder utilizar ni el T.P.D. (tráfico promedio horario) máximo ni el T.P.H máximo como valores de diseño, ya que es evidente que una vía debe ser diseñada o proyectada con capacidad suficiente para absorber todo el tráfico que circule por ella, pero no es lógico ni económico proyectarla para un volumen máximo que se produce muy pocas veces al año.

#### **2.1.4.2. Volumen de tráfico**

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

- **Tránsito promedio diario (T.P.D.)**

Es la cantidad de vehículos que circulan por una sección en un periodo 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 periodo de un año o más. 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.

- **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 y horas pico, cuales las de menor volumen y horas de baja intensidad. Etc.

- **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 con 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 correspondiente 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.

Cabe la posibilidad 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. ente el 12% al 15% del T.P.D.

#### **2.1.4.3. Capacidad vehicular**

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto sección uniforme de una calle o carretera durante un tiempo determinado, bajo ciertas condiciones como la infraestructura vial, condiciones del tránsito y dispositivos de control.

El objetivo de obtener la capacidad es determinar el valor o la cantidad de vehículos que realmente pueden pasar por una sección en un tiempo determinado, para que de esta manera poder comparar este valor con el volumen de tráfico aforado en el momento actual y también poder proyectarlo hacia el futuro.

Las relaciones entre volumen y la capacidad nos permiten realizar un análisis del comportamiento del tráfico las condiciones que pueden ser las siguientes.

- Si el volumen de tráfico es menor ( $<$ ) a la capacidad, las condiciones de circulación pueden ser aceptables.
- Si el volumen de tráfico es igual ( $=$ ) a la capacidad, las condiciones de circulación son criticas pero aceptables.
- Si el volumen de tráfico es mayor ( $>$ ) a la capacidad, la condición de la circulación ya no es aceptada.

##### **2.1.4.3.1. Nivel de servicio**

Se utiliza el concepto de nivel de servicio para medir la calidad del flujo vehicular, ya que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del flujo vehicular estas condiciones se describen en términos de factores tales con la velocidad y el tiempo de recorrido la libertad de maniobras, la comodidad y la seguridad vial.

Se ha establecido seis niveles de servicio denominados A, B, C, D, E, F que va del mejor al peor y los cuales describimos a continuación.

- **NIVEL DE SERVICIO A.-** Representa una circulación a flujo libre, los usuarios considerados en forma individual, están virtualmente exentos de la presencia de otros en la circulación. poseen una libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. Este nivel es - un nivel de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación del motorista, pasajeros o peatón, es excelente
- **NIVEL DE SERVICIO B.-** Esta dentro del rango del flujo estable aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes en la circulación. la libertad de selección de las velocidades sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobras en relación con la del nivel de servicio de nivel A. el nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A pero que la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
- **NIVEL DE SERVICIO C.-** Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
- **NIVEL DE SERVICIO D.-** Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. la velocidad y libertad de maniobra queda seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.
- **NIVEL DE SERVICIO E.-** El funcionamiento está en él, o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil. Y se



consigue forzando a un vehículo o peatón a ceder el paso. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapso.

- **NIVEL DE SERVICIO F.-** Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. en estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de paradas y arranque, extremadamente. Inestable.

#### **2.1.4.4. Estacionamiento**

La determinación de estacionamiento en las proximidades de una intersección debe tomarse como una medida de control de tráfico, ya que la existencia o no de estacionamientos tiene mucha importancia que merece la pena ocuparse de ello antes de otros factores.

Por otro lado, es sabido que la restricción de estacionamiento siempre produce un aumento significativo en la capacidad, es por eso que siempre que se está estudiando la posibilidad de eliminar o restablecer el estacionamiento deberá considerarse el efecto que producirá en la calle.

La restricción del ancho de un vehículo parado es mucho mayor que el ancho del propio vehículo. Por qué se necesita espacio para abrir las compuertas sin que esto signifique realizar una maniobra para los vehículos que circulan por su lado.

## **2.2. TRANSPORTE PÚBLICO**

En la ciudad hay tres formas de transporte: a pie en vehículo privado y en medio los colectivos.

El medio de transporte principal determina en cierto modo las dimensiones del área urbana, habiéndose encontrado que el diámetro de una ciudad evoluciona a través del tiempo de manera aproximadamente proporcional a la velocidad del medio de transporte más representativo. Generalmente, el radio medio corresponde a la distancia que se puede recorrer en un tiempo de 30 a 45 minutos. Así, una ciudad basada en el transporte a pie tendría un radio máximo de unos 2 km, si estuviera basada en una red de tranvías, el radio sería de unos 8 km, y si el coche privado es el medio de transporte esencial, se pueden rebasar los 25 km de radio.

### **2.2.1. Influencia del transporte público**

La influencia del transporte público en el Congestionamiento vehicular es la siguiente.

- Es importante recalcar que en las vías con mayor volumen de tráfico general, en la mayoría de los casos los volúmenes de transporte público oscila entre el 50% a 80% de ocupación de la vía con respecto a los volúmenes generales ; lo cual demuestra la gran incidencia del transporte público en los problemas de congestión de las vías y puntos más conflictivos.
- En general las líneas de transporte público no tienen muchas alternativas de origen y destino, precisamente por estar centralizado por algunas arterias de la ciudad, lo que limita las posibilidades de origen y destino de la población en general.

La influencia del transporte público en el ordenamiento vehicular es la siguiente

- Que de esta manera se construirá una ciudad más ordenada y segura sin peligros ni accidentes.
- Que el usuario peatón va a tener mayor oportunidad de origen y destino ya que este será beneficiado sobre todo en su seguridad al transitar por menos calles congestionadas y el usuario conductor que también será beneficiado de manera en la que ya no se cometa infracciones de tránsito.
- Con el ordenamiento de paradas también se dará lugar a que el usuario peatón y conductor respeten dichas paradas.

### **2.2.2. Flujo de pasajeros**

El flujo de pasajeros está en función directa de las necesidades de origen y destino de los vehículos y por consecuencia del trazado de las líneas de transporte público existentes, los parámetros básicos sobre los cuales nos debemos basar para realizar la planificación y trazado de rutas de transporte público más importantes son las que tenemos a continuación:

- Traslado hacia centros de trabajo.- Oficinas públicas y privadas en el área central y otras zonas concurridas de la ciudad.
- Traslado hacia centros de abasto.- Mercados y centros de abastos en general,
- Traslado hacia centros comerciales.- En la zona central y otras zonas concurridas de la ciudad.
- Traslado hacia diferentes destinos de la Ciudad.- Donde se engloban las diversas necesidades de la población.

### **2.2.3. Contaminación atmosférica por el transporte público**

La emisión de contaminantes a la atmósfera proveniente de vehículos automotores es considerada como una de las principales fuentes que contribuyen a elevar los niveles de contaminación.

Los vehículos de transporte público los que son de uso intensivo y en general los que se encuentran en mal estado mecánico producen humos y contaminantes en grandes cantidades, de tal forma que sus emisiones se hacen evidentes.

Los vehículos de transporte público se deterioran en periodos más cortos que los de uso particular, debido al uso intensivo al que están sujetos y en muchas ocasiones a la falta de mantenimiento por parte de sus propietarios.

El transporte contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero acelerando el cambio climático y la destrucción de la capa de ozono, debido a la utilización de carbonos en las espumas de los asientos y en los sistemas de acondicionamiento de aire del parque automotor actual o sus sustitutos. El automóvil destruye el ozono de la

estratosfera, donde es más necesario, pero aquí abajo, en la troposfera donde no lo necesitamos, el automóvil produce grandes cantidades de ozono troposférico al reaccionar los óxidos de nitrógeno los hidrocarburos en presencia de la luz solar, dañando la salud de las personas, los cultivos, los árboles y las plantas en general o contribuye además con un 8 % al efecto invernadero

El transporte es junto a las centrales termoeléctricas de carbón la principal causa de las lluvias ácidas debido a la emisión de óxidos y de dióxidos de azufre.

#### **2.2.4. Aforos**

Uno de los primeros pasos en cualquier estudio de tráfico es la evaluación de los movimientos que se producen, para lo que es preciso medir el número de vehículos que pasan por cada carril en un determinado periodo de tiempo.

Los objetivos que normalmente se pretenden a través de los aforos, todos ellos encaminados a conocer aspectos importantes de la demanda de tráfico.

##### **2.2.4.1. Aforos manuales**

Si se cuenta con suficiente personal y adecuadamente preparado, los aforos manuales suministran una información más completa durante periodos de tiempo cortos. Sin embargo, mantener una información permanente con aforos manuales es muy difícil y costoso.

Si las intensidades horarias son elevadas, o si se requiere información simultánea de muchos movimientos o de tipos de vehículos, son necesarios varios observadores.

La experiencia demuestra que si se superan los 2000 vehículos/hora es difícil realizar aforos manuales prolongados, aun con observadores bien entrenados, pues se requiere una atención muy concentrada. Es aconsejable, si es preciso clasificar los vehículos no pasar de 800 veh. /hora por observador. A veces se realizan aforos manuales en periodos muy cortos –inferiores a 15 minutos- de forma que un solo observador puede recoger datos, en la misma hora de varios movimientos diferentes

#### **2.2.4.2. Aforos automáticos**

Hasta hace pocos años los contadores automáticos utilizados para los aforos eran casi exclusivamente de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre calzada transmite un impulso a una membrana que cierra un circuito eléctrico.

En los últimos años se han extendido considerablemente aparatos complejos que fundamentalmente son de cuatro tipos. De presión, electromagnéticos, electrónicos (radar, ultrasónicos o infrarrojos) y Fotoeléctricos.

Aunque todos ellos sirven para el objetivo fundamental de contar el número de vehículos que pasan por una calzada, generalmente se utilizan cuando se pretende algo más que el simple hecho de realizar un aforo. Por ejemplo, para accionar los semáforos para conseguir un sistema de control electrónico del tráfico en un cruce una calle o una zona o para comprobar barreras de peaje.

En general y salvo instalaciones complicadas, los aforos mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que los planes de aforo han de complementarse con datos manuales. Sin embargo determinados aparatos pueden distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud, aunque por su coste y complicación pocas veces se justifican solamente para fines estadísticos, utilizándose más bien cuando se requiere un control directo muy preciso.

#### **2.2.4.3. Aforos desde vehículo**

Es posible conseguir información simultánea sobre intensidades de tráfico y velocidades medias haciendo que un observador desde un vehículo, que circule dentro de la corriente de tráfico, aproximadamente a la velocidad media.

Este procedimiento es más exacto si dos vehículos circulan en sentido opuesto para hallar el valor medio, pero si se trata de tramos de longitud no muy grande, un solo vehículo puede hacer viajes de ida y vuelta.

Para obtener con este procedimiento que desde luego no puede utilizarse en vías de más de dos carriles una precisión aceptable, es conveniente realizar varios recorridos, este sistema solo suele utilizarse como complemento de otros estudios de tráfico o para obtener rápidamente alguna información de un tramo concreto, pero no como medio sistemático de realizar un plan de aforos, los resultados son más fiables si las intensidades de tráfico no son muy distintas en los dos sentidos.

Si las condiciones de aplicación son adecuadas, la fiabilidad de este método parece que es del mismo orden de la de unos aforos normales de la misma duración, en cuanto al conocimiento del tráfico global en la zona recorrida.

#### **2.2.4.4. Aforos en zonas urbanas**

La experiencia demuestra que las características del tráfico son distintas en las vías urbanas y suburbanas que en las carreteras en pleno campo. Los ciclos anuales y diarios son más uniformes, las interacciones están próximas y en general son más complicadas, la saturación es más frecuente y la distribución por sentidos casi siempre es más equilibrada.

Por otra parte, los objetivos de los aforos son algo diferentes: en general, en la ciudad interesa más la intensidad en la hora punta y son más frecuentes los aforos encaminados al estudio de una solución determinada.

La uniformidad característica de los ciclos del tráfico urbano permite simplificar los planes de aforos, que pueden reducirse a estaciones de cobertura aforadas durante 12, 24, 48 horas y a muy pocas estaciones del control o permanentes. Por otra parte y puesto que en la ciudad es normal que la intensidad de tráfico de domingos y días festivos sea siempre inferior a la normal, los aforos se pueden reducir a los días laborales.

#### **2.2.5. Medida de la velocidad y de otras características de los vehículos**

En gran número de estudios de tráfico es necesario conocer la velocidad o el tiempo de recorrido a lo largo de un tramo determinado de una vía o bien en un punto de ella. Al hacer evaluaciones del tipo económico por ejemplo, el coste del transporte depende fundamentalmente de la velocidad. También en el proyecto de nuevas vías es importante el conocimiento previo de la velocidad a la que los vehículos podrán circular. En zonas urbanas la medición de los tiempos de recorrido puede indicar en que ocasiones son necesarias determinadas mejoras en una vía o itinerario, y una vez ejecutadas estas, los tiempos de recorrido pueden proporcionar una idea clara de su efectividad. Podrían añadirse otros muchos ejemplos de posibles acotaciones que, en algún modo dependen de la velocidad de circulación.

Siempre que sea posible, será conveniente la medición de estos datos mejor que su estimación. En general los dos problemas que se presentan son la medida de la velocidad en un punto a lo largo de un tramo. En este segundo caso, es también interesante obtener el tiempo durante el cual el vehículo ha estado detenido, esta medida es particularmente útil en zonas urbanas.

La medida de la velocidad exige el conocimiento del tiempo empleado en recorrer el espacio comprendido entre dos puntos determinados. La precisión de la medida depende de:

- La precisión con que se mide el tiempo. En general, cuanto mayor sea la precisión exigida, más complicadas serán los métodos a emplear
- La precisión con que se determina la posición exacta de los vehículos
- Como la velocidad de los vehículos se obtienen frecuentemente midiendo el tiempo que han empleado en recorrer una distancia determinada, la precisión de las medidas dependerá también de la exactitud con que se mida esta distancia

Métodos para determinar la velocidad

**a) Métodos para determinar la velocidad instantánea**

– Medida del tiempo de recorrido en una distancia fija: Midiendo una distancia sobre la vía, se calcula con un cronómetro el tiempo que emplea el vehículo en recorrerla. La

longitud de la línea base se determina por la visibilidad, características físicas de la vía y la velocidad general de los vehículos que se observan.

Cuando el tránsito es muy intenso, no es posible medir la velocidad de cada vehículo y hay que hacer una selección al azar; por ejemplo observando un vehículo cada 2 minutos – 3 minutos, etc o cada 15 a 20 seg.

- **Medidores de velocidad.** Existen dos clases, los que usan un motor de velocidad constante y un embrague eléctrico y los electrónicos que emplean un circuito de descarga calibrada. Ambos se activan cuando las ruedas delanteras del vehículo pisan el primer tubo para detenerse cuando cruzan el segundo detector, midiendo la velocidad con la que transcurre el vehículo, siendo necesario ponerlos en cero después de cada observación.
- **Radar.** Se basa en el principio fundamental de una onda de radio reflejada por un objeto en movimiento que experimenta una variación en su frecuencia en función velocidad del objeto. Estos instrumentos son portátiles y cuando se apunta con ellos a un vehículo indican inmediatamente su velocidad en un cuadrante, con una precisión de unos 3 km/h. No tienen elementos que haya que colocar sobre la calzada y trabajan a una distancia de hasta 45 m; pero funcionan mejor a unos 10m de la trayectoria de los vehículos y a un ángulo de 15° de ella.
- **Otros métodos.** Existen otros métodos para determinar la velocidad instantánea en un punto, que ofrecen mayor exactitud y número de datos, para realizar investigaciones técnicas, pero el equipo es muy costoso y la obtención de datos toma mucho tiempo. Entre ellos tenemos el procedimiento fotográfico y células fotoeléctricas con instrumentos registradores gráficos.

#### b) **Métodos para determinar la velocidad media**

Estos métodos se emplean generalmente para medir las condiciones de fluidez de una ruta, en las horas de mayor tránsito (horas punta), determinando además el tiempo en que el vehículo no está en movimiento por causas ajenas a la voluntad del conductor (Semáforos, paso de peatones, por esperar a otros vehículos detenidos, paso preferencial, etc.), denominado demora o retardo.



- **Método de observaciones a cierta altura.** Desde un edificio o en algún punto alto se miden los tiempos de recorrido de los vehículos en la corriente de tránsito sobre un trayecto cuya longitud se ha medido previamente. Con un cronómetro se toma el tiempo que tarda cada vehículo en recorrer la longitud total.
- **Flotando en el tránsito.** En este método el observador forma parte de la corriente de tránsito; ingresando con su vehículo en la ruta que previamente ha fijado con un punto inicial y uno final, procurando siempre mantener los movimientos normales personalmente va midiendo su tiempo de recorrido.
- **Mediciones dentro de la corriente.** En este método el observador también forma parte de la corriente de tránsito pero no se mide así mismo, sino que hace el recorrido varias veces y cada vez escoge el vehículo o los vehículos más cercanos a él y va observando sus tiempos.

#### c) Método de la observación de placas de circulación

Se emplea en tramos de la vía de longitud entre 2 a 3 kilómetros, colocando dos personas en cada extremo del mismo, un observador provisto de cronómetro y un anotador. Se sincronizan ambos cronómetros y a partir de cierto tiempo convenido los observadores dictan a los anotadores las 3 o 4 últimas cifras de las matrículas de los vehículos que pasan frente a ellos y las lecturas de los cronómetros en esos momentos, para el presente estudio se utilizó este método con la siguiente hoja de campo:

- **Análisis de los datos**

El resultado de los estudios de velocidad podría representarse por una sola cifra que Indique el valor más representativo de las velocidades de todos los vehículos, como es usual, pero un valor único no indica adecuadamente las diversas magnitudes que pueden revelar un estudio sobre velocidades.

### 2.2.6. Elementos del transporte urbano, características y análisis de la demanda

#### 2.2.6.1. Evolución de zonas urbanas

La tendencia a que población vaya concentrando en las grandes ciudades es común a todos los países, acusándose quizás con mayor intensidad en los menos desarrollados

Un sistema vial completamente funcional provee para una serie de movimientos de distintas características dentro de un viaje. Hay seis etapas dentro de la mayoría de los viajes: movimiento principal, transición, distribución, colección, acceso y final.

La jerarquía de movimientos en áreas urbanas se ilustra en la Figura 1. Sin embargo, la clasificación de vialidades es un poco complicada en áreas urbanas, ya que debido a la Alta densidad y usos de suelo, los centros específicos de generación de viajes son muy difíciles de identificar; por lo tanto se deben tomar en cuenta consideraciones adicionales, tales como continuidad de las vialidades, distancia entre intersecciones, accesibilidad, de manera de poder definir una red lógica y eficiente

Clasificación Funcional de Sistemas Viales Urbanos

Los cuatro sistemas funcionales de vialidades para áreas urbanas son las arterias principales y las arterias menores (vialidad primaria), los colectores (vialidad secundaria) y las calles locales.

#### **a) Sistema de arterias urbanas principales**

Este tipo de sistema sirve a los mayores centros de actividad en áreas urbanas, los corredores con los más altos volúmenes vehiculares, los deseos de viaje más largos y lleva una proporción alta de la totalidad de los viajes urbanos a pesar de que constituyen un pequeño porcentaje de la red vial total de la ciudad.

Este tipo de sistemas incluyen autopistas y arterias principales con control de acceso parcial o sin control de acceso.

#### **b) Sistema de arterias urbanas menores**

Este sistema se interconecta y complementa al sistema anterior. Incluye a todas las arterias no clasificadas como principales. Este sistema pone más énfasis en acceso y ofrece menos movilidad de tránsito que el sistema inmediatamente superior. Este sistema puede servir a rutas de autobuses locales y proveer continuidad entre comunidades, pero idealmente, no debería penetrar vecindarios.

#### **c) Sistema de colectores urbanos**

Este sistema provee acceso y circulación de tránsito dentro de vecindarios residenciales, áreas comerciales e industriales. Este sistema colecta tránsito de calles locales y los canaliza hacia el sistema de vialidades primarias.

#### **d) Sistema de calles locales**

Este sistema permite acceso directo a generadores de viajes, conectándolos con los Sistemas de vialidades superiores. Ofrece el nivel más bajo de movilidad y por lo general, no debiera llevar rutas de autobuses (por deficiencias en los sistemas viales de nuestras ciudades, esto muchas veces no se cumple).

### **2.2.6.2. Factores esenciales que condicionan la demanda de transporte**

Existen tres aspectos del desarrollo urbano que condicionan fuertemente la demanda de transporte, en cuanto a su importancia global y en cuanto a su distribución por medios: La densidad, el desarrollo y dimensiones de la ciudad, la situación y características del centro. Estos factores no son absolutamente independientes, sino que generalmente están relacionados entre sí.

#### **2.2.6.3. La densidad de población y su distribución**

La densidad de población quizás sea el elemento urbano que más condiciona el problema de transporte en una ciudad.

La densidad es una característica de cada ciudad, en los datos referentes a densidades deben tenerse en cuenta las posibles diferencias de criterio al definir el área urbana, lo que produce resultados que muchas veces no son homogéneos.

En general la densidad tiende a ser mayor al aumentar la importancia de la ciudad y tiende a reducirse a medida que la ciudad haya crecido en fecha más reciente, cuando la motorización era más elevada. El coche, en cierto modo y a largo plazo, influye en la estructura de la ciudad.

Estas tendencias se observaron en las ciudades de los Estados Unidos, en que coinciden las circunstancias de su relativa modernidad y de su crecimiento dentro de la era del

automóvil, por lo que en general las densidades son muy inferiores a las de las ciudades americanas, en función de su población, aunque dentro de cada grupo la dispersión es alta.

Dentro de cada ciudad americana, y probablemente en las de otros países, se observa que la densidad de una zona, depende de su distancia al centro. En Chicago por ejemplo la densidad a 6 km. Del centro es el 60 por 100 de las zonas que distan 1.5km del centro y a 15 km la densidad es solo el 20 por 100 de la del centro

En Europa se observa tendencias análogas, aunque los valores absolutos son diferentes. Al resumir los trabajos de los congresos de la OTA de 1962 y 1964, establece una correlación entre densidades y números de habitantes de ciudades europeas, resultando cifras del orden de 2000 a 5000 habitantes por km<sup>2</sup> para ciudades de 100.000 a 500.000 habitantes y densidades de 10.000 a 15.000 habitantes por km<sup>2</sup> para ciudades de 1.5 a 2.5 millones; en el mismo trabajo se comprueba que en los Estados Unidos las densidades son muy inferiores (en 4.000 a 6.000 habitantes por km<sup>2</sup> menos que en Europa).

La densidad influye en dos aspectos de la demanda de transporte: por un lado en el número total de viajes/día que realizan cada persona y por otro, en los medios de transporte utilizados.

De la experiencia americana se deduce que el número medio de viajes por persona y día en el conjunto de los medios de transporte, baja de 2.5 a 1.7 cuando la intensidad de población aumenta de 1.000 a 3.500 habitantes por km<sup>2</sup> probablemente por la influencia de los viajes a pie.

Las zonas urbanas con densidad muy baja apenas tienen otra solución que el vehículo privado, compatible solo con unos transportes colectivos a base de autobuses, en líneas de mantenimiento costoso y con una calidad de servicio probablemente deficiente. Esta es la citación de muchas ciudades americanas que en un alto porcentaje de su superficie tiene densidades de 10 a 20 habitantes por hectárea. Son ciudades orientadas

hacia el uso preferentemente del vehículo privado, y en ellas es posible disponer de una amplia red viaria capaz para un alto grado de motorización, aunque cuando la población se acerca al millón de habitantes, en determinadas zonas céntricas se llegan a producir problemas de congestión.

Este tipo de ciudad, impuesto por el automóvil, tiene ciertas ventajas, pero indudablemente también considerables inconvenientes. Por su excesiva dispersión la ciudad resulta vacía y solitaria. A veces insegura y las distancias son enormes, aunque pueden recorrerse a gran velocidad.

Las zonas urbanas con una densidad media del orden de 50 a 100 habitantes por hectárea, permiten un uso extenso del vehículo privado (excepto en los centros de las ciudades que llegan a dimensiones enormes, como es el caso de Londres) al mismo tiempo que los autobuses pueden servir eficazmente a una parte muy importante de la población. Las ciudades relativamente pequeñas con densidades de este orden, se prestan bien a soluciones satisfactorias de sus transportes, sin excesivas restricciones a los vehículos privados.

#### **2.2.6.4. El desarrollo y dimensiones de la ciudad**

La forma en que se produce el crecimiento de una ciudad y las dimensiones que esta alcanza son también factores que condicionan decisivamente los sistemas de transporte.

Pueden distinguirse dos formas generales (cada una de ellas con múltiples variantes) de crecimiento de una ciudad. La extensión continua e indefinida y a expansión discontinua, dejando dentro de la malla urbana importantes zonas intermedias sin edificar.

La mayor parte de las ciudades europeas e incluso algunas americanas, se formaron alrededor de un núcleo antiguo de calles muy estrechas, cuya estructura se creó antes de la existencia de los medios mecánicos de transporte; estos núcleos crecieron muy lentamente, por razones concéntricas. Alrededor de ellos y en fechas más recientes pero anterior a los últimos 50 años, se desarrollaron unos barrios más modernos con calles

relativamente amplias y con un trazado generalmente rectangular. En general todas estas zonas son de gran densidad de población y los distintos usos del suelo (viviendas, oficinas, comercio, industria) están mezclados, lo que tiene como consecuencia que una parte importante de los recorridos pueden hacerse a pie.

La aparición de los medios mecánicos de transporte, provocó una gran expansión de las ciudades urbanizándose extensas zonas con los dos criterios antes mencionados y que se diferencian con claridad

En América y en los países anglosajones, donde predomina el edificio aislado unifamiliar, la expansión urbana del siglo XX se ha desarrollado en forma discontinua dejando amplios espacios libres entre las zonas urbanizadas y aun en estas, la densidad es baja.

La existencia de espacios libres, ha hecho posible el establecimiento posterior de nuevas arterias sin destrucción importante de las estructuras urbanas existentes y con la ventaja de los ruidos y la contaminación atmosférica (que indudablemente aumentan como consecuencia del tráfico) afectan mucho menos a los habitantes de la ciudad.

Esta expansión urbana poco compacta, tiene además la ventaja de reducir el precio del suelo urbanizado, no porque el coste de la urbanización sea menor, sino porque coloca en circunstancias análogas extensiones muy grandes.

En la política de expansión discontinua puede llegarse a los casos límites de creación de nuevas ciudades, a varias decenas de kilómetros de la ciudad principal. Este ha sido el camino seguido en las nuevas ciudades inglesas, implantado con éxito variable. Aunque desde el punto de vista del transporte solo es conveniente si la nueva ciudad incluye no solo conjuntos residenciales, sino puestos de trabajo suficientes para que sus habitantes no dependan enteramente de la población principal, con los consiguientes problemas agobiantes del transporte a las horas de entrada y salida del trabajo. Esta autonomía relativa parece difícil de conseguir si la nueva ciudad no tiene, al menos cien mil habitantes.

### **2.2.6.5. La situación y características del centro**

El centro comercial y de negocios de una ciudad es otro elemento esencial de su problema de transporte.

Se considera centro aquella parte de la superficie urbana en la que predomina una intensa actividad de los negocios y del comercio. En las ciudades americanas del centro suele estar bien diferenciado del resto de la ciudad y su definición es fácil, pero en EUROPA la definición del centro en cada ciudad no siempre responde a criterios claros y homogéneos por lo que los datos oficiales han de tomarse con ciertas reservas.

En un estudio de las superficies ocupadas por los centros de diversas ciudades europeas mayores de un millón de habitantes. Se comprobó que en la mayor parte de los casos el centro ocupa del 0.5 al 2 por 100 de la superficie total de la ciudad y que en ellos se encuentran del 10 al 50 por 100 de todos los puestos de trabajo, con densidades de 100 a 800 puestos de trabajo por hectárea. Lo que supone concentraciones de 10 a 20 veces superiores al resto de la ciudad. Esta es una de las características de los centros

## **2.3 EFICIENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO**

Según Idalberto Chiavenato, “significa utilización correcta de los recursos o medios de producción disponibles.” Cuando tenemos una correcta utilización de los medios de producción, se tiene un buen resultado. Es así como se construye el principio de eficiencia, llegando a las tendencias del siglo actual, donde el punto es obtener servicios que sean atractivos.

La eficiencia del transporte es un requisito indispensable para garantizar la Movilidad a mediano y largo plazos, especialmente en las principales ciudades de Bolivia, así como la salud y el bienestar de sus habitantes. Dado que el transporte es una de las actividades más contaminantes.

Los consumidores, como usuarios del transporte público y de las vialidades, requieren un transporte público ordenado, seguro, eficiente y no contaminante, que sea una verdadera opción colectiva para la movilidad urbana.

Sólo de esa manera se podrá garantizar: reducir los tiempos de traslado, eliminar el riesgo de colapso vial por la saturación de las calles con automóviles particulares.

Uno de los mayores estímulos para comprar un auto son las deficiencias en el transporte público, las mejoras de ingresos, cada vez mayores distancias de traslado y hasta la creencia de que un automóvil propio mejora el statu.

Las deficiencias en la infraestructura vial restan competitividad a la economía boliviana, ya que incrementan los costos de transporte.

Cuando se habla de eficiencia, se toma muchos aspectos en general como la seguridad, protección del medio ambiente y sobre todo que represente una alternativa competitiva frente al uso del carro particular. Por lo que buscar una implementación del sistema integrado de transporte público busca ser jerarquizado y organizado. Porque la eficiencia permite un adecuado desarrollo o solución del conflicto.

El conocimiento racional de la circulación permite que la ingeniería de tránsito mejore la circulación aplicando medios restrictivos racionales logrando la eficiencia que no se lograba con las medidas arbitrarias implementadas antes de la ingeniería de tránsito

El resultado del estudio debe indicar el comportamiento de la velocidad promedio a lo largo de la distancia recorrida, las desviaciones estándar para todo el tramo o porciones de él y la clasificación de las demoras registradas.

Sirven para medir el grado de eficiencia relativo de un sistema de calles de una ciudad; para mostrar las velocidades promedio de un sistema de calles para asignación del tránsito.

### **2.3.1. Factores que afectan la eficiencia en el transporte público**

- a) Sobreoferta de servicios
- b) Vehículos obsoletos en términos de edad y diseño;
- c) Esquema empresarial inapropiado (la mayoría de las empresas del transporte colectivo no son propietarias de los vehículos y generaban la mayor parte de sus recursos por el sistema de afiliación de los mismos
- d) Sistema de rutas y servicios no jerarquizado, donde buses y microbuses competían entre sí, afectando la rentabilidad de las rutas



- e) Esquema (formula) de determinación de tarifa donde factores de eficiencia y calidad del servicio no eran reflejados adecuadamente en el mejoramiento del sistema
- f) Sistema de recaudo y de remuneración con incentivos inapropiados (esquema que propiciaba la denominada “guerra del centavo”, contribuyendo al deterioro de la seguridad vial y a la reducción del nivel de servicio de las vías)
- g) Esquema de rutas y servicios con cobertura deficiente en zonas periféricas de la ciudad de bajos ingresos
- h) Esquema de paraderos que no reunían condiciones técnicas para la espera y el abordaje de pasajeros a los vehículos
- i) Malla vial deteriorada en varios sectores, lo cual contribuía a la reducción de la velocidad y a mayores costos de operación de los vehículos.

En general, estos factores contribuyen a una menor calidad de vida de la ciudad, reflejada en mayores índices de congestión, accidentalidad y contaminación, así como en el deterioro y desvalorización de algunos corredores de la ciudad.”

### **2.3.2. Método para medir la eficiencia del transporte**

La evaluación de un conjunto de criterios presenta dificultades. ¿Qué importancia se debe asignar a un factor, comparado con otro? ¿Cómo se puede comparar un criterio tangible con otro que no lo es? La asignación de valores a los diversos criterios ayuda a superar el problema que consiste en que un grupo de personas aplicando un buen juicio asignan números a los diversos factores.

Para dar la clasificación más alta al criterio más importante, se asignan categorías convertidas con base  $n-1$ ,  $n-2$ , etc. En donde  $n$  es el número total de factores que se clasifican. Para reducir los efectos de la tendencia subjetiva, varias personas o grupos deben reducir los efectos de la tendencia subjetiva, varias personas o grupos deben

formular clasificaciones a partir de las cuales se pueda elaborar una clasificación compuesta. La categoría del criterio J es simplemente la suma de las categorías asignadas a J por el juez (i) cuando hay (m) jueces clasificando n Criterios; es decir la categoría compuesta (Rj) viene a ser:

$$R_j = \sum_{i=1}^{i=m} R_{ji}$$

Para  $j= 1,2,\dots, n$

Y la categoría compuesta normalizada, importancia o valor utilitario ( $u_j$ ) se obtiene dividiendo la categoría compuesta del criterio (j) por la suma de un número (n) de esas clasificaciones.

$$u_j = \frac{R_j}{\sum_{i=1}^{i=m} R_{ji}}$$

Una vez establecidos los criterios se aplican a las alternativas individuales para determinar el valor de eficiencia de cada una. Cada criterio lo considera independientemente cada juez, quien le asigna su propio valor de eficiencia. 1.0 cuando una alternativa en particular puede satisfacer todos los aspectos del criterio, 0.5 cuando no hay una ventaja o desventaja evidente. 0 indica que el criterio no se satisface.

Para cualquiera de un número (k) de alternativas, el valor de eficiencia multiplicada por el valor utilitario de un criterio en particular da el valor utilitario alternativo de ese criterio, ( $u_j$ ) de n criterios:

$$U_t = \sum_{j=1}^{j=n} e_{ij} * u_j(\text{prom})$$

En donde

$U_t$ = eficiencia total de una alternativa

Los procedimientos anteriores se basan en un método dado en la referencia anterior de un estudio realizado por Vodrazka, Schimpeler y Carradino.

### **2.3.3. Requerimientos del tamaño de la muestra para la eficiencia**

El tiempo de la toma de datos es algo muy importante por esta razón para evaluar la eficiencia se realizó mediante el MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO el cual tiene una especificación especial para el tamaño de muestra para realizar el tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra para estudios de velocidades de viaje y demoras depende de las necesidades específicas para las cuales la información haya sido recopilada.

A continuación se sugieren ciertos rangos para errores permitidos en el estimado de la velocidad media de viaje para diferentes estudios.

1. Planeación de transporte y necesidades para los estudios en carreteras - +/- 5,0 a +/- 8,0 kph
2. Operaciones del tránsito, análisis de tendencias y evaluaciones económicas - +/- +/- 3,5 a +/- 6,5 kph
3. Estudios de antes y después - +/- 2,0 a +/- 5,0 kph

Después que el primer grupo de velocidades de viaje ha sido observado, se obtiene un conjunto de diferencias absolutas entre el primer y el segundo valor, el segundo y el tercer valor, etc. Estas diferencias se suman y el total se divide entre el número de diferencias, de esta manera se calcula la media del rango en velocidades de viaje para los datos iniciales.

Este procedimiento es representado por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\sum S}{N - 1}$$

Donde,

R = rango medio en velocidades de viaje (kph)

S = sumatoria de los valores de las diferencias en velocidad

El rango medio en velocidades de recorrido se calcula usando la ecuación anterior después que el primer conjunto de velocidades ha sido aforado utilizando la técnica del vehículo flotante. El tamaño mínimo aproximado de la muestra se obtiene usando el Cuadro 2.5 para el valor medio del rango de velocidades y el error permitido deseado. Si el tamaño de la muestra requerido es mayor que el número inicial de recorridos, entonces se deben hacer recorridos adicionales bajo condiciones similares a las iniciales  $N =$  número de recorridos Requerimientos aproximados del tamaño mínimo del muestreo para tiempos de viaje y estudios de demora con un nivel de confianza del 95%

Tabla 2.5 Requisitos para el tamaño mínimo aproximado de muestra

Rango Medio Velocidades Viaje (kph)	Número Mínimo del Muestreo para el Error Permitido Especificado				
	+/- 2,0 kph	+/- 3,5 kph	+/- 5,0 kph	+/- 6,5 kph	+/- 8,0 kph
5,0	4	3	2	2	2
10,0	8	4	3	3	2
15,0	14	7	5	3	3
20,0	21	9	6	5	4
25,0	28	13	8	6	5
30,0	38	16	10	7	6

**Fuente:** Manual de Estudios de Ingeniería de Transito

Para el proyecto realizado se realizó primeramente el aforo de tiempos de recorrido de donde se obtuvo la distancia de recorrido y con esto se obtuvo

la velocidad promedio como parámetro de 15 km/h y según nuestro proyecto es un estudio de tránsito por lo que se tomó como error máximo de +/-6.5 km con estos datos se obtuvo que la muestra mínima tendría que ser de 3 aforos de velocidad de recorrido.

#### **2.3.4. Estudios técnicos para la eficiencia del transporte público**

En el transporte público el aspecto de la seguridad es primordial. La condición fundamental para operar un servicio de transporte público, ya sea de pasajeros o carga, es que llene los requisitos de seguridad para garantía de la vida humana y de la propiedad.

En segundo lugar, se considera el aspecto de la eficiencia del transporte. En cuanto a la eficiencia de la operación del transporte, es necesario que exista un servicio permanente y suficiente. Para que exista un servicio permanente, es indispensable que una autoridad competente conceda permisos de ruta a empresas responsables que garanticen un servicio continuo, en todas las épocas del año y que no esté supeditado a las condiciones de los vehículos. Se necesita además que el servicio sea suficiente, es decir, para que un servicio satisfaga las necesidades de una ruta, debe tener el número adecuado de unidades para abrir la demanda de movimiento de esa ruta.

Finalmente el servicio debe ser cómodo. Este aspecto tiene mayor importancia de la que generalmente se le concede.

**Son muchos los estudios técnicos** que pueden y deben llevarse a cabo para obtener o estudiar la eficiencia del transporte público. A continuación se citan los más importantes con un abreviado descripción de los mismos.

##### **2.3.4.1. Uso del transporte público (ascenso y descenso)**

El servicio de transporte público junto con la estructura vial estructura vial y el estacionamiento, son parte importante del sistema de movilidad urbana un proyecto de mejoras al tránsito debe tomar en cuenta todos los elementos del transporte. Para tratar

los problemas de movilidad urbana, es necesario establecer un equilibrio adecuado entre las mejoras de las calles y los sistemas de transporte público.

El estudio del uso de transporte público se realiza para obtener información real sobre las características y número de pasajeros que suben y bajan en horas y lugares determinados, a lo largo de una ruta en estudio. Un muestreo de los recorridos del transporte público de pasajeros para diferentes rutas, es empleado además, para definir otras características del uso de transporte público por la comunidad. aun cuando este estudio de tránsito está orientado al servicio de transporte superficial de pasajeros como autobuses sobre calzadas existentes, es factible aplicarlo a otros modos de transporte público incluso taxis y ferrocarriles.

La información del uso del transporte público, es necesaria en la evaluación de la operación del servicio de transporte público de pasajeros. La programación de salidas así como la ubicación de las paradas, se basan fundamentalmente en la demanda de los pasajeros.

Otras decisiones en la operación del transporte público que involucran el ascenso y descenso de pasajeros, consiste en la evolución de factibilidad de crear o cambiar rutas, incrementar o reducir los recorridos y seleccionar la ubicación de los cierres de circuito. Una adecuada operación del transporte consiste en dar a los usuarios un servicio que cumpla razonablemente con sus requerimientos del tiempo y distancia, sobre todo para aquellos pasajeros que dependen o pueden usar el transporte público para sus actividades cotidianas. La reducción del servicio en horas y días seleccionados, puede generar una disminución considerable del número de usuarios durante otros periodos, porque puede darse el caso de que el servicio no sea suficiente.

#### **2.3.4.1.1. Estudio de rutas**

Todas las rutas del transporte público son útiles para hacer una evaluación de acuerdo con los usuarios. Cada ruta debe ser estudiada periódicamente con el fin de obtener

patrones diarios, semanales, mensuales y anuales para la evolución operacional y el análisis de las tendencias.

#### **2.3.4.1.2. Tiempo de estudio**

Los estudios se realizan en una ruta de transporte, para determinar los patrones de ocurrencia de los autobuses, así como las características de ascenso y descenso de pasajeros, para recorridos durante las horas dentro y fuera de la máxima demanda. Estas condiciones se identifican comúnmente con los periodos siguientes; aun cuando estas horas pueden variar para ajustarse a situaciones particulares que ocurran en una determinada comunidad, como los cambios de turno en los centros de trabajo

Tabla 2.6 Horas de estudio para aforos

1	000 a 0500	Madrugada
2	0500 a 0700	Temprano
3	0700 a 0900	Máxima demanda
4	0900 a 1600	Base
5	1600 a 1800	Máxima demanda
6	1800 a 2400	Nocturno

Fuente: manual de estudios de ingeniería de Transito

Este estudio se hace en días de transito normal y bajo buenas condiciones atmosféricas. Sin embargo, hay ocasiones en que se desea obtener características del uso bajo condiciones adversas y por lo tanto se efectúa el aforo en malas condiciones atmosféricas.

Si los resultados son para comparar un análisis de antes y después, entonces deben existir condiciones similares en ambas fases de la recopilación de datos

#### **2.3.4.1.2. Análisis y resumen de datos**

El número de pasajeros en un autobús sobre cada sección de transporte, y el número de pasajeros que suben y bajan en una parada, se obtienen directamente de la hoja de campo para cada recorrido estudiado. Estos volúmenes se suman entonces para cada periodo seleccionado.

#### **2.3.4.2. Tiempo de recorrido**

A menudo, la eficiencia de sistemas de tránsito se evalúa en términos de velocidad de los vehículos. Existen dos tipos de velocidades medias, para medir la tasa de movimiento del tránsito. La velocidad media en una vía es la velocidad media de viaje, que se calcula como la distancia de viaje dividida por el tiempo promedio de viaje de varios viajes sobre la vía en estudio.

Los propósitos de los estudios de tiempos de viaje y estudios de demora son para evaluar la calidad del movimiento de tránsito a lo largo de una ruta y para determinar la ubicación, tipo y alcance de las demoras de tránsito. La eficiencia del flujo de tránsito se mide en función de las velocidades de viaje y recorrido.

Las informaciones de demora son tomadas cuando el flujo de tránsito se encuentra parado o con retardo excesivo. La duración de la demora de tránsito es medida en unidades de tiempo, anotando la ubicación correspondiente, la causa y la frecuencia de demoras en el viaje.

- **Objetivos**

Con estos estudios se pretende conocer la velocidad promedio a lo largo de un recorrido específico y las causas de su variación con el propósito de evaluar operacionalmente el tránsito, corregirlas y mejorar el nivel de servicio en el tramo de vía observada.

Se puede medir mediante dos métodos que son: el de las placas y el del vehículo de prueba (vehículo flotante).

Dependiendo del propósito del estudio, los vehículos observados pueden escogerse entre automóviles privados o vehículos de transporte público, en este último se combinan con estudios de ascenso y descenso de pasajeros.



- **Las Demoras**

Es el tiempo durante el cual el conductor de un vehículo se encuentra restringido en su deseo particular de transitar, es decir, de circular a su velocidad deseada debido a la limitación que le impone un vehículo lento que lo antecede en su circulación o la ocurrencia de otro suceso como la indicación roja del semáforo, o el ascenso y descenso de pasajeros en un bus, la ocasionada por la congestión, un accidente, etc.

Demora total:

Es la diferencia entre el tiempo total de recorrido y aquel ideal para el mismo tramo de vía. También es la sumatoria de las demoras registradas por diferentes causas.

Demora por detención:

Es el resultado de acumular los tiempos durante los cuales el vehículo se encuentra detenido, es decir, no se incluye el tiempo de aceleración y deceleración.

Demora total por seguimiento:

Es la sumatoria de los tiempos durante los cuales el vehículo se encuentra formando cola o integrando un pelotón de vehículos mientras circula por la vía. Se mide principalmente en carreteras rurales donde la circulación es continua.

- **Aplicaciones**

Los resultados de tiempos de viaje y demora son de utilidad en la evaluación general de Movimientos de tránsito dentro de un área o a lo largo de una ruta seleccionada. Datos de demora ayudan al ingeniero de tránsito a definir las localidades con problemas donde las mejoras de diseño y operacionales son esenciales para incrementar la movilidad y la seguridad. A continuación se presenta una lista de aplicaciones para la información de tiempos de viaje y demoras:

1. Determinación de la eficiencia de una ruta para mover tránsito.
2. Identificación de localidades congestionadas en los sistemas viales

3. Definición de la congestión acorde a la localidad, tipo de demora, la duración y la frecuencia de la fricción de tránsito.
4. Evaluación de las mejoras al tránsito mediante el uso de estudios de "antes y después".
5. Cálculo de costos del usuario en la evaluación económica de vías y mejoras al tránsito.
6. Establecimiento de las tendencias de las velocidades de viaje mediante el muestreo de rutas principales.
7. Cálculo de volúmenes de servicio y capacidades para tránsito discontinuo.
8. Establecimiento de velocidades o tiempos de viaje a lo largo de segmentos para la aplicación de modelos de distribución de viajes y/o asignación de viajes en planeación de transporte.

- **Horas de estudio y recorridos**

Dependiendo de los objetivos del estudio pueden hacerse durante los periodos de mayor demanda de viajes o en los periodos valle de un día típico lo cual implica que debería hacerse un estudio de volúmenes para conocer estos periodos.

También puede estar orientado a conocer el tiempo o velocidad de recorrido en una vía específica con propósitos de gestión del tránsito (actividades para el mejoramiento de la operación).

Deben hacerse tantos recorridos como las necesidades de confianza estadística lo exijan resultando en duraciones del estudio prolongadas o la utilización de varios vehículos.

El análisis de los patrones de variación de los tiempos de recorrido con flujo máximo y fuera de los máximos indica que se requiere 12 a 13 recorridos en cada dirección para asegurar una precisión de  $\pm 10\%$ . (BOX y OPPENLANDER, 1964).

De cualquier manera los recorridos deben planificarse para que representen las condiciones que se desean medir en la vía

#### **2.3.4.2.1. Método del vehículo de prueba**

Este método ofrece gran flexibilidad para evaluar la calidad del flujo del tránsito. En este método, un vehículo se maneja a lo largo de una ruta en estudio de acuerdo con una de las siguientes condiciones de operación:

1. Técnica del vehículo flotante: El vehículo de prueba "flota" en el flujo tránsito, pasando tantos vehículos como los que lo pasan.

2. Técnica del vehículo medio: En esta técnica el vehículo viaja de acuerdo a la apreciación que tenga el conductor de la velocidad predominante en el flujo de tránsito.

3. Técnica del vehículo máximo: En esta técnica el vehículo viaja al límite de la velocidad para la vía en particular, a menos que el tránsito no lo permita.

Antes de comenzar los recorridos, se deben identificar los puntos iniciales y finales de manera que el vehículo de prueba sea manejado por estos lugares de acuerdo con las condiciones operacionales seleccionadas. Intersecciones importantes y otros puntos de control son seleccionados a lo largo de la ruta en estudio como puntos de referencia. En estas estaciones se anota el tiempo, de manera que se pueda calcular la velocidad en estos segmentos a lo largo de la ruta. La información durante el estudio se anota en una hoja de campo, como la ilustrada en la figura 2.1. Se recomienda que se usen dos cronómetros para anotar el tiempo, uno para los puntos de control y tiempo de viaje y otro para las paradas y demoras

Figura 2.1 Ejemplo de planilla de la técnica del vehículo prueba para tiempos de viaje y demoras

FECHA \_\_\_\_\_ CLIMA \_\_\_\_\_ No. DEL VIAJE \_\_\_\_\_ RUTA \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN \_\_\_\_\_  
 PRINCIPIO VIAJE \_\_\_\_\_ (UBICACIÓN) \_\_\_\_\_ (KILOMETRAJE)  
 FINAL VIAJE \_\_\_\_\_ (UBICACIÓN) \_\_\_\_\_ (KILOMETRAJE)

PUNTOS DE CONTROL		ALTOS Y REDUCCIONES DE LA VELOCIDAD		
UBICACIÓN	HORA	UBICACIÓN	SEQ. DE Demoras	CAUSAS

LONGITUD DEL VIAJE \_\_\_\_\_ HORA DEL VIAJE \_\_\_\_\_ VELOCIDAD DE VIAJE \_\_\_\_\_  
 TIEMPO DE RECORRIDO \_\_\_\_\_ TIEMPO PARADO \_\_\_\_\_  
 VELOCIDAD DE RECORRIDO \_\_\_\_\_

**Formatos de campo**

Antes de iniciar los recorridos, se debe planificar comenzando con la descripción de la sucesión de calles eligiendo los puntos adecuados (generalmente en las intersecciones se usa como referencia del paso del vehículo observado la línea imaginaria de prolongación del bordillo o el centro de la intersección) o sitios característicos donde se vaya a tomar los tiempos de recorrido. El observador debe registrar la duración, lugar y causa de cada detención y demora utilizando el cronómetro.

Alternativamente puede usarse una grabadora lo que implica que los datos deberán transcribirse posteriormente.

La distancia recorrida proviene generalmente de mediciones hechas en un plano a escala de las vías a transitar o de las lecturas del odómetro del vehículo.

El resultado del estudio debe indicar el comportamiento de la velocidad promedio a lo largo de la distancia recorrida, las desviaciones estándar para todo el tramo o porciones de él y la clasificación de las demoras registradas.

Sirven para medir el grado de eficiencia relativo de un sistema de calles de una ciudad; para mostrar las velocidades promedio de un sistema de calles para asignación del tránsito o medir el efecto del control del tránsito en los estudios “antes” y “después”.

El dibujo adecuado de los datos de campo convertidos generar perfiles de velocidad a lo largo de la ruta.

Si se tiene la precaución de registrar los tiempos de recorrido a intervalos de minuto podría permitir la preparación de curvas isócronas que son fundamentales para los estudios de movilidad.

#### **2.3.4.2.2. Análisis de datos y sumario de estadística**

En el análisis de tiempos de viaje, las medidas de tiempo son convertidas en velocidades medias de viaje. Se pueden desarrollar diversos tipos de sumarios de estadísticas de acuerdo a las terminologías de tiempos de viajes y demoras presentadas al inicio de este capítulo. Los sumarios usados dependen del tipo de estudio y su finalidad. Como se mencionó anteriormente, el método del vehículo prueba ofrece alta flexibilidad en la determinación de las velocidades de viaje y demoras. Se pueden desarrollar sumarios de estadísticas para varias secciones de vías entre puntos de control seleccionados y para toda la ruta en estudio. Las velocidades de viaje y de recorrido se calculan a partir de los tiempos totales de viaje y de recorrido, aplicando las ecuaciones que se presentan a continuación.

Las velocidades de viaje se calculan a partir del tiempo de recorrido mediante la fórmula siguiente:

$$S = \frac{60D}{T}$$

Donde,

S = velocidad de viaje (kph)

D = longitud de la ruta en estudio o sección (kilómetros)

T = tiempo de viaje (min)

La velocidad media de viaje se puede calcular usando la ecuación siguiente:

$$S = \frac{60ND}{\sum T}$$

Donde,

S = velocidad de viaje (kph)

D = longitud de la ruta en estudio o sección (kilómetros)

T = tiempo de recorrido (min)

N = número de viajes de prueba.

### **CAPÍTULO III**

#### **3. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN TARIJA**

##### **3.1. Recolección de datos e información**

### **3.1.1. Tramos de estudio**

Primeramente definiremos como tramos y zonas conflictivas a aquellas que por sus vías circula un gran volumen de flujo vehicular y peatonal en horas y días pico.

Además de estar congestionada por flujo vehicular y peatonal, se adiciona de sobremanera los servicios de vehículos de transporte público los cuales aumenta el congestionamiento vehicular en mayor proporción.

A esto se comercio informal y la poca o ninguna educación vial de la población en general y especialmente de los conductores.

Los tramos y zonas cogestionadas serán aquellas por la cuales haya bastante flujo vehicular y peatonal debido ya sea al gran número de oficinas públicas y privadas, también puede haber establecimiento de educación básica o superior, a esto agregar la gran presencia del comercio informal y la aglomeración del comercio formal e informal comerciantes informales que no se conforman con ubicarse sobre la aceras, sino también en las diferentes calzadas de las diferentes vías congestionadas.

No olvidando la gran cantidad de paradas de transporte público, las mismas que en la mayoría son utilizadas como terminales por parte del servicio público, obstruyendo la circulación del flujo vehicular y peatonal en general.

Para la recolección de los datos fundamentales se procedió a pedir la información respectiva y necesaria a los Sindicatos y Cooperativas

## **3.2. COOPERATIVAS Y SINDICATOS DE LA CIUDAD DE TARIJA**

### **3.2.1 Estudios de las líneas del sindicato la Tablada**

#### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “A”**

La línea “A” es la primera línea en circulación ya que el mismo Sindicato es la primera institución en prestar sus servicios a la población, presta sus servicios por varios años tiene su recorrido a la comodidad del usuario. Llegando a si al Barrio San Jorge II – Nueva Terminal - Aeropuerto- Ciudad Universitaria – Palacio de Justicia - Mercado Central – Mercado la Loma – Mercado Campesino – San Mateo – Barrio El Paraíso- Bosquecillo.

## **RECORRIDO**

### **Partida:**

Nueva Terminal - Av. Juan de Dios Mealla (Barrio San Jorge II) – Av, Jaime Paz – Av. La Paz – C. Madrid – C. Colon - C. Bolívar – C. Campero – Av. Cochabamba – C. Venezuela – C. N. del Prado -Av. Cochabamba- Av. Panamericana- Bosquecillo (Tomatitas).

### **Retorno:**

Bosquecillo (Tomatitas). – Av. Panamericana – Av. Cochabamba – C. C. de Jesús – Av. Domingo Paz - C. O Conor - C. Belgrano – C. Padilla – Av. Jaime Paz – Av. Juan de Dios Mealla (Barrio San Jorge II) – Nueva Terminal

## **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “A” cuenta con una frecuencia de salida de 3 minutos esto variando de acuerdo a la salida de sus bifurcaciones siendo estas Tomatitas, San Mateo, El paraíso.

## **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “A” a cuenta con 30 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

## **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “A” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.1 Recorrido línea A



DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Tomatitas – Nueva Terminal	13 Km
Subida	Nueva Terminal - Tomatitas	13 Km
Total		26 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “B”**

La línea B realiza prestar su servicios tanto de Tomatitas a Bartolome Attard a San Jorge tiene diferentes bifurcaciones siendo estas iguales a los de la línea A de esta manera estas líneas son intercaladas para realizar su recorrido ya que sus unidades de ambas líneas serian compartidas prestan sus servicios a otras bifurcaciones como San Mateo, Barrio Paraíso dando de esta manera comodidad tanto a estudiantes universitarios que proceden de estos lugares o barrios.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

Av. Cap. Castellano (barrio Bartolome Attard) – Av. Carapari – Av Valdivieso –Av. Romero – Av. Circunvalación – Av. Font –Av. Belgrano – Av. La Paz – C. Bolívar – C Suipacha – C. Virginio Lema – C. Campero – Av Domingo paz – Av. Beni – Av. Panamericana – Bosquecillo ( Tomatitas )

#### **Retorno:**

Bosquecillo (Tomatitas) – Av. Panamericana- Av. Cochabamba –Nueñez del Prado – Av. Domingo Paz – C O Conor – C. Oruro – Av. La Paz – Av. Belgrano – Av. Font – Av. Circunvacion- Av. Romero – Av. Baldiviezo – Av. Carapari – Av. Cap. Castellanos

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “B” cuenta con una frecuencia de salida de 3 minutos esto variando de acuerdo a la salida de sus bifurcaciones siendo estas Tomatitas, San Mateo, El paraíso.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “B” a cuenta con 25 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “B” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.2 Recorrido línea B

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Tomatitas – Nueva Terminal	11 Km
Subida	Nueva Terminal - Tomatitas	11 Km
Total		26 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

## **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “C”**

Primeramente diremos que esta línea tiene un recorrido desde el Barrio 1 de Mayo, San Bernardo Mercado Campesino, estos puntos son puntos de lanza poco transitada por las líneas es además una de las líneas que no influyen en mucho en el congestionamiento en el centro.

## **RECORRIDO**

### **Partida:**

Av. La Paz (Barrio 1° de Mayo) – c. Nestor paz – c. Luis Castillo – c sin nombre – c. Santa Lucia – c. 10 de Noviembre – Av. San Cristobal. – Av. Marcelo Quiroga – Av. San Bernardo- Av. Circunvacion – c. Suipacha – c. Murillo – c. Daniel Campos – c. Ayoroa – c. M. Lea Plaza – C. Suipacha – c. Corrado – c. Ballivian- Av. Cochabamba- Av. Panamericana (doble via )

### **Retorno:**

Av. Panamericana (doble Via ) – Av. Beni – Av. Domingo Paz – C. Juan Misael – c. Ingavi – Av. San Cristobal – c. 10 de Noviembre – c. Santa Lucia. – c. / sin nombre – c. Luis Castillo – c. Nestor Paz – Av. La Paz (Barrio 1 ° de mayo)

## **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “C” cuenta con una frecuencia de salida de 4 minutos.

## **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “C” a cuenta con 20 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

## **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “C” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.3 Recorrido línea C

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	1 de Mayo – Mcdo Campesino	9.5 Km
Subida	Mcdo Campesino – 1 de Mayo	9.5 Km
Total		19 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “CH”**

La línea CH no tiene circulación por las calles de máxima tráfico en horas pico dicho de otra manera no afecta el congestionamiento ya existente en la ciudad por lo que su recorrido tanto de su partida como de su retorno no afectan en gran manera la circulación en el casco viejo la ciudad de Tarija por otro lado es una de las líneas más utilizadas y concurridas en el Mercado Campesino.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

Barrio Los Chapacos – Av. Froilán Tejería – Av. Daniel Zamora – Av. Brasil – c. Ecuador – Av. Ballivian – c. Núñez del Prado – c. D. de Aguirre – c. FMM – c. Juan Misael - Av. Víctor Paz. – c. Campero – c Alejandro del Carpio – c. Padilla – Av. Jaime paz – c. España – c. Belgrano – Av. La paz – Av. Circunvalación – Av. Las Vegas – c. sin nombre – Av. Itau (barrio Constructor)

#### **Retorno:**

Av. Itau – c. sin nombre – Av. Las Vegas – Av. Circunvalación – Av. La paz - c. Bolívar – c. Méndez . – c. Corrado – c. Ballivian – c. Colombia – Av. Brasil - Av. Daniel Zamora – c. Timoteo Raña – c. Mexico – Av. Froilán Tijerina – Barrio Los Chapacos

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “CH” cuenta con una frecuencia de salida de 3 minutos esto variando de acuerdo a la salida de sus bifurcaciones que tiene.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “CH” a cuenta con 30 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “CH” consta de una distancia total de recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.4 Recorrido línea CH

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	B. los Chapacos – Av Itau	9.0 Km
Subida	Av. Itau – B. los Chapacos	9.0 Km
Total		18.0 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “D”**

La línea “D” prestar sus servicios desde la barrio Lourdes – Barrio La Florida – Barrio Abaroa. no solo hace fácil sus accesos al usuario al centro de la ciudad sino también

a centros importantes de estudio también a usuarios peatones que realizan trabajos en la Zona Alta los que accede esta línea, sienta la Zona Alta de Tarija.

## **RECORRIDO**

### **Partida:**

Av. Colon/ Av. Chiriguano (barrio Lurdes) – c. 26 de Mayo - Av. Mejillones – c. Litoral – c. General Trigo – c. Aroyoa – c. M. Lea Plaza – c. Suipacha – c. Bolivar – c. Ramon Rojas – Av. Victor Paz - Puente San martin - Av. H de la Independencia – Av. Los Ceibos – Av. Julio Arce- Av. H de la Independencia - Av. 6 de Agosto – Av. Los Molles (barrio Mendez Arcos )

### **Retorno:**

Av. Los Molles (barrio Mendez Arcos ) - Av. 6 de Agosto - Av. H de la Independencia – Av. Julio Arce – Av. Los Ceibos – Av. H. de la Independencia – Puente San Martin- c. 15 de Abril- c Campero – Av. Cochabamba – c. Colon – c. Chorolque – c. Sucre – c. Ayoroa – Av. Mejillones – Av. Circunvalacion – Av. Colon – Av. Colon/ Av. Chiriguano (barrio Lurdes)

## **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “D” cuenta con una frecuencia de salida de 4 minutos esto variando de acuerdo a la salida de sus dos bifurcaciones que tiene.

## **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “D” cuenta con 22 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

## **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “D” consta de un recorrido como se muestra a continuacion

Cuadro 3.5 Recorrido línea D

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Méndez Arco – Lourdes	8.0 Km
Subida	Lourdes - Méndez Arco	8.0 Km
Total		16 km

**Fuente:**

Elaboración Propia

**ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “K**

La línea tampoco toca las calles o puntos de conflicto existentes en la ciudad, siendo esta línea la que menos congestiona el tráfico vehicular ya que en su recorrido es desde el Barrio Méndez Arcos hasta Palmarcito uno de sus puntos más usados en cuanto a paradas en la Av. Jaime Paz / España tanto de partida como de retorno en ambos carriles

**RECORRIDO****Partida:**

Av. Gamoneda / av. Santa Cruz (barrio Palmarcito) - Av. Santa Cruz – Av. Las palmeras – c. F. Gutierrez – c. Eudal Valdez – c. C. Rios – Av. Circunvalacion - Av. Gamoneda – Av. Los Menbrillos. – c. Bolivar - c. España Av. Jaime Paz - Av. Victor Paz – C. Junin – c. V. Lema – c. Sevilla – av. Victor Paz – Puente San Martin – Av. H

de Independencia – Av. Los Ceibos – Av. Julio Arce – Av. H de la Independencia - Av. 6 de agosto – Av. Los Molles

**Retorno:**

Av. Los Molles - Av. 6 de Agosto – Av. H de la Independencia – Av. Julio Arce – Av. Los Ceibos – Av. H. de la Independencia – Puente San Martín – c. 15 de Abril. – c. Juan Misael – Av. Víctor Paz – c. Campero- c. Alejandro del Carpio – c. Suipacha – Av. Víctor Paz - Av. Jaime Paz – c. Español- c. Ingavi – Av. Los membrillos – Av. Gamoneda – Av. Circunvacion – c. Felix Soto – c. J. Lema - c. Carlos Rios - c. Eudal Valdez - c. F Gutierrez - Av. Las Palmeras – Av. Santa Cruz / Av. Gamoneda

**FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “K” cuenta con una frecuencia de salida de 5 minutos.

**CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “K” a cuenta con 15 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

**DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “K” consta de un recorrido

Cuadro 3.6 Recorrido línea K

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	B. Mendez Arcos - Palmarcita	8.2 Km
Subida	Palmarcito – B. Mendez Arcos	8.2 Km
Total		16.2 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia



## **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “S”**

La línea S tiene un flujo vehicular centralizado Teniendo un recorrido muy importante por los Barrios San Gerónimo Centro, Barrio San Sur, y el Barrio San Luis siendo la única línea que pasa por estos barrios y entrando un 1 Km más adentro de su parada hacia las zonas menos pobladas de San Luis.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

Av. San Luis ( barrio San Luis ) – c. Tcnl. Beltran – Av. A. de la Alianza – Av. Jaime Paz – Av. Victor Paz – c. Colon – c. Virginio Lema – c. Campero – Av. Domingo Paz - Av. Beni – Av. Panamericana – Av. Froilan Tejerina – c. Reg. Aroma ( barrio 3 de Mayo)

#### **Retorno:**

c. Reg. Aroma (Barrio 3 de Mayo) – Froilan Tejerina – c. Comercion – Av. Panamericana – Av. Cochabamba – c. Venuezuella – c. Calvimontes – c. C. de Jesus - Av. Domingo Paz - c. Juan Misael - c. Ingavi – c. Daniel Campos – c. de Abril - Av. Belgrano – Av. La Paz - Av. Jaime Paz – Av. A. de la Alianza - c. Tcnl Beltran – Av. San Luis (Barrio San Luis )

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “S” cuenta con una frecuencia de salida de 4 minutos.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “S” a cuenta con 31 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “S” tiene un recorrido total como se muestra en la siguiente tabla 3.7

Cuadro 3.7 Distancia de recorrido S

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	San Luis – B 3 de Mayo	12 Km
Subida	b. 3 de Mayo – San luis	13 Km
Total		25 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### 3.2.2 Estudio de las Líneas del Sindicato Luis de Fuentes

#### ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “F”

La línea F es la única que presta su servicios por la Loma , al decir única nos referimos al Sindicato Luis de Fuentes y que de esta institución solo hay línea que viene desde el barrio 3 de mayo hasta el Barrio el Constructor la Línea F teniendo un recorrido por calles no pavimentadas un aproximado de 2 km de camino de tierra llegando a lugares de alejados de la ciudad de Tarija barrios recién poblados.

#### RECORRIDO

##### Partida:

c. sin nombre - Harrington - Av. G. Medina – Av. Abel Costas – c. Cecilia Avila de Paz – Av. Mariscal Santa Cruz – Av. Las Palmeras – C. sin nombre – c. Tordota – Av. Cap . Castellanos – Av. Circunvalación – Av. Gamonedo – Av. Potosí – c. Corrado – c. Ballivian – Av. Cochabamba – c. Venezuela – c. N del Prado – Av. Cochabamba – Av. Panamericana – Av. Froilan Tejerina.

##### Retorno:

Av. Froilan Tejerina – Comercio – Av. Panamericana – Av. Cochabamba – c. F.M. Mingo - c. Juan Misael - c. Domingo Paz - c. Junin – Av. Potosi – Av. Gamoneda – Av. Circunvalacion – Av. Cap. Castellanos - c. P.F. Tordota - c. sin nombre - Av. Las Palmeras – c. Cecilia Avila de Paz - Av. Mons. Abel Costas – Av. Medina – c. Harrington – c. sin nombre.

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “F” cuenta con una frecuencia de salida de 4 minutos.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “F” a cuenta con 20 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “F” consta de un recorrido total como se muestra en la Tabla 3.8

Cuadro 3.8 Distancia de recorrido línea F

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Barrio el Constructor – Barrio 3 de Mayo	11 Km
Subida	Barrio 3 de Mayo – Barrio el Constructor	11 Km
Total		22 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “5”**

Esta línea tiene el principio de equidad esta línea presta sus servicios desde Alto Senac al Hospital San Juan de Dios y la vía transitada que utiliza es la calle Ingavi esto de línea que tiene el recorrido a Alto Senac siendo ya un barrio muy grande.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

Av. Alto Senac – Av. Los Molles – Av. H. de la Independencia – c. Lino Morales – c. Catoira – c. Perez – c. Valencia – Hnos. Ruiloba – Av. Julio Arce – Av. Los Ceibos - Av. H de la Independencia – Puente San Martin – c. 15 de Abril – c. Campero – c. Ingavi. – c.Colon – c. Domingo Paz - c. Junin – c. Gualberto Villaroel – Av. 4 de Octubre - c. A. Zamora - sin nombre / Av. Santa Cruz

#### **Retorno:**

Av. Santa Cruz – c. Bolivar – c. Juan Misael - c. Madrid – c. Ramon Rojas – Av. V. Paz - Puente San Martin – Av. H. de la Independencia - Av. Los ceibos - Av. Julio Arce – Av. Hnos Ruiloba – c. Valencia – c. Perez – c. Catoira – c. Lino Morales – Av. H. de la Independencia – Av. Los Molles.

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “5” cuenta con una frecuencia de salida de 7-6 minutos de pendiendo de la hora de tráfico.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “5” a cuenta con 20 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “5” consta de un recorrido total como se muestra en la siguiente tabla 3.9

Cuadro 3.9 Distancia de recorrido línea 5

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Alto Senac - 27 de Mayo	9.4 Km
Subida	27 de Mayo – Alto Senac	9.4 Km
Total		18.8 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “10”**

Esta línea tiene un recorrido por los B. Catedral, B. Senac , San Martin, el Molino siendo una de las líneas que tiene recorrido muy alejado de la ciudad y que ya casi trabaja en solo horas de máxima demanda

### **RECORRIDO**

#### **Partida :**

Av. Principal ( Barrio Catedral ) - Av. Jose Perez - c. Hnos. Ruiloba – c. Isidro Pantoja – Av. Los Ceibos – c. J. Maria Aviles – c. C. Zenteno – Av. Julio Arce - Av. Los Ceibos – Av. H de la Independencia – Puente San Martin - c. 15 de Abril – c. Campero - c. Ingavi – c. Colon – Av. Cochabamba – c. Venezuela - c. N. del Prado – Av. Cochabamba - Av. Panamericana ( doble via )

#### **Retorno :**

Av. Panamericana – Av. Cochabamba - c. Suipacha - c. Bolivar - C. Juan Misael – c. Madrid – c. Ramon Rojas – Av. Victor Paz – Puente San Martin – Av. H de la

Independencia – Av. Los Ceibos - Av. Julio Arce – c. C. Zenteno – c. J. Maria Aviles – Av. Los Ceibos – c. Isidoro Pantoja - c. Hnos. Ruiloba – Av. Jose Perez – Av Principal ( Barrio Catedral ).

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “10” cuenta con una frecuencia de salida de 8-9 minutos de pendiendo de la hora de trafico.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “10” a cuenta con 10 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “10” consta de un recorrido como se muestra en la tabla 3.10

Cuadro 3.10 Distancia de recorrido línea 10

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Barrio Catedral – Mercado Campesino	8.4 Km
Subida	Mercado Campesino – Barrio Catedral	8.4 Km
Total		16.8 Km

**Fuente:** Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “E”**

La línea E aunque tiene un recorrido similar con la línea F, siendo la ruta la principal de sindicato Luis de Fuentes y debido a que es una línea directa solo toca uno de los puntos conflictivos que es la Av. Domingo Paz y presentando el servicio desde el Barrio Constructor - B Palmarcito – Hospital Obrero – Estadium – Ex parque Zoológico – Mercado Campesino - Barrio 3 de mayo.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

c. sin nombre ( Barrio el Constructor) – c. Harrington – Av. Medina – Av. Abel Costas – Av. Gamoneda – Av. Potosí – c. Corrado – c. Juan Misael – Av. Domingo Paz – Av. Beni – Av. Panamericana – Av. Froilan Tejerina.

#### **Retorno:**

Av. Froilan Tejerina – Comercio – Av. Panamericana – Av. Beni – Domingo Paz – c. Junin – Av. Potosí – Av. Gamoneda - Av. Abel Costas – Av. Medina – c. Harrington – C sin nombre

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “E” cuenta con una frecuencia de salida de 3 minutos de pendiendo de las bifurcaciones que tiene .

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “E” a cuenta con 25 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “E” consta de un recorrido como se muestra en la tabla 3.11

Cuadro 3.11 Distancia de recorrido línea E

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Barrio el Constructor – Barrio 3 de Mayo	8.2 Km
Subida	Barrio 3 de Mayo – Barrio el Constructor	8.2 Km
Total		16.4 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “SAN JACINTO ”**

Esta línea es la única que realiza su ruta por Barrio German Busch y Miraflores del Distrito 12 además de ser la única línea que va a San Jacinto un destino turístico de la Ciudad de Tarija una característica de esta línea es que la mayor cantidad de ascenso y descenso que tiene es en sus paradas.

### **RECORRIDO**

**Partida:**

c. Ingavi – c. Mendez - c. Corrado - c. R. Rojas - Av. V. Paz - Puente Bicentenario – Av. Los Sauces - Av. Los Callejones – Carretera a San Jacinto.



**Retorno:**

San Jacinto - Av. Los Callejones – Av. Los Sauces – Puente Bicentenario - C. 15 de abril - c. Campero – c. Ingavi.

**FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “SAN JACINTO” cuenta con una frecuencia de salida de 10 minutos de dependiendo exclusivamente de si tiene la cantidad de pasajeros.

**CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “SAN JACINTO” cuenta con 6 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

**DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “SAN JACINTO” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.12 Distancia de recorrido línea San Jacinto

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	San Jacinto – Ingavi / Daniel Campos	10.0 Km
Subida	Ingavi/Daniel Campos – San Jacinto	10.0 Km
Total		20.0 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

**3.2.3 Estudio de las líneas de la cooperativa Tarija****ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “Z”**

La línea Z es una de las líneas con un alcance amplio de los lugares a los que llega ya que desde la nueva Terminal – Aeropuerto – Ciudad Universitaria – Palacio de Justicia - Mercado La Loma - Mercado Campesino, presta sus servicios a gran cantidad de personas, siendo la única línea de su institución.

## **RECORRIDO**

### **Partida:**

Pintada – Av. Jaime Paz - c. Méndez – c. Madrid – c. Colon – c. Corrado - c. Sucre - Cochabamba – c. Venezuela – c. N del Prado - Av. Cochabamba – Av. Panamericana – c. Comercio.

### **Retorno:**

c. Comercio - Av. Panamericana - Av. Cochabamba – c. Venezuela – c. N del Prado – c. D. de Aguirre - . F.M. Mingo - c. Juan Misael – c. Domingo Paz - c. Daniel Campos – c. 15 de Abril – c. Belgrano – c. España – Av. Jaime Paz - Pintada.

## **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “Z” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 3 minutos.

## **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “Z” cuenta con 30 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

## **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “Z” consta de un recorrido como se muestra a continuación en la tabla 3.13

Cuadro 3.13 Distancia de recorrido línea Z

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	La Pintada – Mercado Campesino	12.5 Km
Subida	Mercado Campesino – La pintada	12.5 Km
Total		25 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **3.2.4 Estudio de las líneas de la cooperativa Virgen de Chaguaya**

#### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “1”**

La línea “1” accede a lagares importantes es corto el tiempo en que lo hace es un línea sobre todo para los estudiantes universitarios ya que estos son los que hacen rentable esta línea, pasa por muchos lugares como Barrio Lourdes – Barrio La Florida – Barrio Abaroa – Universidad – Barrio el Rosedal – Barrio Moto Méndez es una línea con un recorrido directo ya que no solo lo utilizan los estudiantes, sino también personas para llegar a su punto de trabajo dicho de otra manera es rápida por lo que una línea importante para los barrios mencionados y también la mejor para la institución a la que pertenece

#### **RECORRIDO**

##### **Partida:**

Av. De Chiriguano (barrio Lourdes) - Av. Colon – c. 15 de Agosto – c. Gral. Trigo – Av. Cochabamba – c. Daniel Campos - Av Víctor Paz – Av. Jaime Paz - Av. Font – Av. Circunvalación – Av. Romero – Av. Romero – Av. Baldivieso – Av. Carapari – c.

García – c. sin nombre – c. Garay – c. Cap. II Mendieta – c. Guerrero – Av. Santa Cruz (Barrio Moto Méndez)

**Retorno:**

Av. Santa Cruz – c. León – c. Cap II Mendieta – c. Garay – Av. Carapari – Av. Baldiviezo – Av. Romero – Av. Circunvalación – Av. Font – Av. Jaime Paz – Av. Víctor Paz – c. Colon – c. Corrado – c. Sucre – c. Ayoroa – Av. Mejillones – Av. Circunvalación – c. Gral. Trigo - c. 15 de Agosto – Av. Colon – Av. Chiriguano

**FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “1” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 3 minutos.

**CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “1” a cuenta con 30 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

**DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “1” consta de un recorrido como se muestra a continuación.

Cuadro 3.14 Distancia de recorrido línea 1

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Lourdes – Barrio Moto Mendez	8.5 Km
Subida	Barrio Moto Mendez – Lourdes	8.5 Km
Total		17.0 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

## **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “2/9”**

La línea 2/9 es similar a la línea S ya que por las vías más importantes de la ciudad las dos líneas pero la línea 2/9 tiene el recorrido más largo de todas las demás líneas siendo adema una línea con partida es decir trabaja como línea 2/9 hacia el norte y hacia el sur como línea 9.

## **RECORRIDO**

### **Partida:**

Temporal – Av. San Luis - Av. Tcnl Beltran – Av Alto de la Alianza – Av. Jaieme Paz - c. Eulogio Ruiz – Av. Belgrano – Av. La Paz - c. Madrid – c. Suipacha – c. V. Lema – c. Campero – Av. Domingo Paz – Av. Beni – Av. Panamericana – Av. Principal – Loma de Tomatitas.

### **Retorno:**

Loma de Tomatitas - Av. Principal – Av. Panamericana – Av. Cochabamba – c. Venezuela – Calvimontes – Av. Domingo Paz – c. Juan Misael - c. Ingavi – c. Daniel Campos – c. 15 de Abril – Av. Belgrano – c. Federico Avila – Av. Jaime Paz – Av. Alto de la Alianza – Av. Tcnl. Beltrán – Av. San Luis – Temporal.

## **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “2/9” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 6 minutos.

## **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “2/9” a cuenta con 15 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

## **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “2/9” consta de un recorrido como se muestra en la tabla 3.15

Cuadro 3.15 Distancia de recorrido línea 2/9

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Temporal – Moto Méndez	13.5 Km
Subida	Moto Méndez – Temporal	13.5 Km
Total		27 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

#### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “4”**

La línea 4 es una de las líneas que tiene el recorrido desde el Barrio San Jorge II hasta el Mercado Campesino y Barrio la unión, tocando las calles de conflicto, como ser la Av. Domingo Paz siendo esta la única línea que entra al barrio la Union.

#### **RECORRIDO**

##### **Partida:**

Av. Paz Galarza ( Barrio San Jorge II) – c. Silvetti – Av. Julio La Faye – c. Sustach – c. Alberto Kisen – Av. Justiniano – Av. Jaime Paz - Av. La Paz - c. Bolivar – c. Campero – Av. Domingo Paz - Av. Beni - Av. Panamericana – c. Comercio .

##### **Retorno:**

c Comercio – Av. Panamericana - Av. Beni – Av. Domingo Paz - c. O Connor – c. Oruro – Av La Paz - Av. Jaime Paz – Av. Justiniano – c. Alberto Kisen - Sustach - Av. Julio L a Faye – c. Silvetti – Av. Paz Galarza ( Barrio San Jorge).

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “4” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 6 a 4 minutos.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “4” a cuenta con 25 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “4” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.16 Distancia de recorrido línea 4

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Barrio Unión – Nueva terminal	11.5 Km
Subida	Nueva terminal- Barrio Unión	11.5 Km
Total		23 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “6”**

Esta línea 6 presta sus servicios desde el Barrio Magisterio hasta la Nueva Terminal, siendo también de acceso universitario, y de importancia para que la gente llegue a sus centros de trabajo, dándole a esta línea la mayor importancia en la zona alta de Tarija.

### **RECORRIDO**

**Partida:**

Barrio Magister – Barrio San Antonio – Av. 6 de Agosto – Av. H. de la Independencia – Av. Julio Arce - Av. Los ceibos – Av. H. de la Independencia – Puente San Martín – c. 15 de Abril – c. Campero – c. Ingavi – c. Padilla – Av. Jaime Paz – Aeropuerto

**Retorno:**

Nueva terminal – Aeropuerto - Av. Jaime Paz - c. España – c. Bolívar – c. Juan Misael – c. Madrid – c. Ramón Rojas – Av. Víctor Paz – Puente San Martín – Av. H de la Independencia – Av. Los Ceibos – Av. Julio Arce – Av. H. de la Independencia - Av. 6 de Agosto – Barrio San Antonio – Barrio Magisterio

**FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “6” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 3 a 4 minutos.

**CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “6” a cuenta con 25 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

**DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “6” consta de un recorrido como se muestra a continuación

Cuadro 3.17 Distancia de recorrido línea 6

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Terminal – Barrio Magisterio	10 Km
Subida	Barrio Magisterio – Terminal	10 km



Total		20 Km
-------	--	-------

**Fuente:** Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “7”**

La línea 7 que tiene recorrido desde el barrio Trigal hasta el Barrio Tejar es una línea que es su mayoría traslada universitarios al Barrio Tejar esta línea es una de las más concurridas por los universitarios a partir del Mercado Campesino.

### **RECORRIDO**

#### **Partida:**

c. Ávila (Barrio El Tejar) – c. España – Av. Jaime Paz - c. Padilla – c. Abaroa – c. Campero – Av. Domingo Paz – c. Ballivian – Av. Cochabamba – c. Venezuela - c. N. del Prado – Av. Panamericana - Av. Jerusalén – Av. Galilea – Barrio 12 de Octubre – Barrio Lourdes – Barrio Trigal.

#### **Retorno:**

Barrio Trigal – Barrio Lourdes – Barrio 12 de Octubre - Av. Galilea – Av. Jerusalén – Av. Panamericana – Av. Cbba – c. C. de Jesús – Av. Domingo Paz – c. Juan Misael - c. Ingavi – c. Daniel Campos – c. 15 de Abril – c. Suipacha – Av. Víctor Paz - Av. Jaime Paz - c. España – c. Ávila ( Barrio El Tejar)

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “7” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 5 minutos.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “7” a cuenta con 20 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “7” consta de un recorrido como se muestra en la tabla 3.18

Cuadro 3.18 Distancia de recorrido línea 7

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	El tejar – Barrio Trigal	10 Km
Subida	Barrio Trigal – El Tejar	10 Km
Total		20 Km

**Fuente:**

Elaboración Propia

### **ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “11”**

Esta línea tiene una longitud de recorrido considerable , su recorrido toma en cuenta desde Turumayo hasta el Mercado Campesino es una línea con poca rentabilidad y la vía conflictiva que toma pro recorrido sería la Av. Cochabamba.

### **RECORRIDO**

**Partida:**

Carretera San Andrés – Av. Los Molles – Av. H de la Independencia – Av. Julio Arce – Av. Los Ceibos – Av. H de la independencia – Puente San Martín – c. 15 de Abril – c. Campero – c. Ingavi – c. Colon – Av Cochabamba – c. Venezuela – c. N del Prado – Av. Cochabamba – Av. Panamericana – c. Comercio

**Retorno:**

c. Comercio – Av. Panamericana – Av. Cochabamba – c. Suipacha – c. Bolívar – c. Juan Misael – c. Madrid – c. Ramón Rojas – Av. Víctor Paz - Puente San Martín – Av. H de la Independencia – Av. Los Ceibos – Av. Julio Arce – Av. H de la Independencia – Av. Los Molles – Carretera a San Andrés.

### **FRECUENCIA DE SALIDA**

La línea “11” cuenta con una frecuencia de salida teórica de 10 minutos.

### **CANTIDAD DE MICROS CON LO QUE CUENTA**

La línea “11” cuenta con 6 unidades para su servicio a la población Tarijeña.

### **DISTANCIA DE RECORRIDO**

La línea “11” consta de un recorrido como se muestra en la tabla 3.19

Cuadro 3.19 Distancia de recorrido línea 11

DIRECCION	PUNTO FINAL DE RECORRIDO	TEORICO
Bajada	Tabladita – Mercado Campesino	9.5 Km
Subida	Mercado Campesino - Tabladita	9.5 Km
Total		19.0 Km

Elaboración

Fuente:  
Propia

### 3.3 CALCULO DE HORAS DE MÁXIMA DEMANDA

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

Para realizar el proyecto se realizó aforos durante 12 horas en tres puntos clave de la ciudad para poder medir las horas de máxima demanda de donde se obtuvo las horas de máxima demanda siendo estas

Cuadro 3.20 Horas de máxima demanda

EN LA MAÑANA	MEDIO DIA	NOCHE
8:00 A 9:00	12:00 A 13:00	18:00 A 19:00

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS MEDIOS DE RECORRIDO

Para poder tomar la muestra de los tiempos de Recorrido se procedió al llenado de la planilla mostrada en anexos,

- **Procedimiento de la practica**

Se procedió a tomar los datos de tiempo de recorrido y tiempo de demoras se trabajó con dos cronómetros uno para el tiempo de recorrido y el otro para el los tiempos de demora de esta manera se realizó la toma de los tiempos para cada línea del transporte público las condiciones que tenencia que cumplirse para realizar los aforos fuera que sea un día de semana sin ser fines de semana (sábado y domingo)

- **Tamaño de muestra**

La cantidad de aforos que se realizaron fueron cuatro aforos de tiempo de recorrido para cada línea del transporte público pero entra una pregunta aquí muy importante **¿son suficientes la cantidad de aforos que se realizaron para este proyecto?** Para

poder comprobar si es o no debemos recordar que con los tiempos de recorrido se sacan las velocidades de recorrido donde se dará una respuesta clara a esta pregunta.

Cabe remarcar que los diferentes tiempos de recorrió son valores medios de los obtuvimos de diferentes recorridos en horas pico.

A continuación se presenta la tabla de resumen de tiempos de recorrido

#### COOPERATIVA VIRGEN DE CHAGUAYA

Cuadro 3.21 Tiempos de recorrido cooperativa Virgen de Chaguaya

LINEA	TIEMPOS DE RECORRIDO (MIN)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	1	42.00	32.00	46.72	34.10	38.71
2 y 9	53.00	52.00	62.00	54.00	55.25	4.57
4	40.18	53.38	35.00	50.00	44.64	8.52
6	44.00	42.00	41.48	41.00	42.12	1.32
7	40.28	62.00	57.00	58.00	54.32	9.61
11	38.00	35.00	36.00	41.00	37.50	2.65

**Fuente:** Elaboración Propia

#### SINDICATO LUIS DE FUENTES

Cuadro 3.22 Tiempos de recorrido sindicato Luis de Fuentes

LINEA	TIEMPOS DE RECORRIDO (min)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	San Jasinto	27.00	21.00	26.17	22.00	24.04
E	55.00	42.00	47.08	45.58	47.42	5.49
F	52.32	50.00	61.00	54.00	54.33	4.74
5	50.00	55.00	47.44	43.15	48.90	4.95
10	31.25	36.00	22.00	23.00	28.06	6.72

**Fuente:** Elaboración Propia

## SINDICATO LA TABLADA

Cuadro 3.23 Tiempos de recorrido sindicato Tabla

LINEA	TIEMPOS DE RECORRIDO (min)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
A	46.00	45.00	44.55	48.50	46.0125	1.77
B	54.00	59.00	50.00	45.00	52.00	5.94
C	35.00	44.00	51.32	48.54	44.71	7.14
CH	50.00	54.00	51.21	55.32	52.63	2.45
D	52.00	54.00	53.46	57.46	54.23	2.31
S	57.00	51.00	55.49	50.00	53.37	3.40
K	34.00	29.00	34.55	28.15	31.42	3.32

**Fuente:** Elaboración Propia

## COOPERATIVA TARIJA

Cuadro 3.24 Tiempos de recorrido cooperativa Tarija

LINEA	TIEMPOS DE RECORRIDO (min)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Z	47.81	44.83	48.00	59.00	49.91	6.23

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5 DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES MEDIAS DE RECORRIDO

Cuando se realizó el estudio de tiempos de recorrido uno de los propósitos de ese estudio técnico es obtener las velocidades medidas de cada línea.

Pero también es necesario saber la distancia total de recorrido estos datos no fueron brindados por las líneas de manera que se tuvo que hacer mediante satélite se obtuvo las distancias de cada uno de las líneas del transporte público de esta manera se procedió a calcular las velocidades correspondientes

A continuación se muestran las velocidades medias de recorrido del transporte público en la ciudad de Tarija

#### COOPERATIVA CHAGUAYA

Cuadro 3.25 Velocidad de recorrido medio Virgen de Chaguaya

LINEA	VELOCIDADES DE RECORRIDO (Km/hr)				MEDIA	DESVIACIÓN
					ARITMÉTICA	ESTÁNDAR
1	12.14	15.94	10.92	14.96	13.49	2.35
2 y 9	15.28	15.58	13.06	15.00	14.73	1.14
4	17.17	12.93	19.71	13.80	15.90	3.13
6	13.64	14.29	14.46	14.63	14.26	0.44
7	14.90	9.68	10.53	10.34	11.36	2.38
11	15.00	16.29	15.83	13.90	15.26	1.05

**Fuente:** Elaboración Propia

#### SINDICATO LUIS DE FUENTES

Cuadro 3.26 Velocidad de recorrido medio sindicato Luis de Fuentes

LINEA	VELOCIDADES DE RECORRIDO (Km/hr)				MEDIA	DESVIACIÓN
					ARITMÉTICA	ESTÁNDAR
San Jacinto	15.56	20.00	16.05	19.09	17.67	2.20
E	8.95	11.71	10.45	10.79	10.48	1.15
F	12.61	13.20	10.82	12.22	12.21	1.01
5	11.28	10.25	11.89	13.07	11.62	1.18
10	16.13	14.00	22.91	21.91	18.74	4.35

**Fuente:** Elaboración Propia

## SINDICATO LA TABLADA

Cuadro 3.27 Velocidad de recorrido medio sindicato Tablada

LINEA	VELOCIDADES DE RECORRIDO (Km/hr)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
A	16.96	17.33	17.51	16.08	16.97	0.64
B	12.22	11.19	13.20	14.67	12.82	1.48
C	16.29	12.95	11.11	11.74	13.02	2.31
CH	10.80	10.00	10.54	9.76	10.28	0.48
D	10.38	10.56	10.66	9.92	10.38	0.33
S	12.63	14.12	12.98	14.40	13.53	0.86
K	14.47	16.97	14.24	17.48	15.79	1.67

**Fuente:** Elaboración Propia

## COOPERATIVA TARIJA

Cuadro 3.28 Velocidad de recorrido medio cooperativa Tarija

LINEA	VELOCIDADES DE RECORRIDO (Km/hr)				MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Z	15.69	16.73	15.63	12.71	15.19	1.73

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Medición de la cantidad de muestra**

Como ya se había mencionado anteriormente queda la incertidumbre de saber si es suficiente o no la cantidad de aforos que se realizaron. Sin embargo para los tiempos y



velocidades de recorrido, es difícil determinar los requisitos para el tamaño de la muestra feliz mente existe un método con el cual se procederá a verificar si el tamaño de la muestra cumple con lo estipulado con la norma AASTHO esta verificación de muestreo se detalla a continuación

Existen tres tipos de rangos permitidos como se muestra a continuación para cada tipo de estudio el nuestro es un Estudio de Operación del Transito es decir cómo se comporta el Transporte público por lo que ya tenemos nuestro rango

- Planeación de transporte y necesidades para los estudios en carreteras - +/- 5,0 a +/- 8,0 kph
- Operaciones del tránsito, análisis de tendencias y evaluaciones económicas - +/- +/- 3,5 a +/- 6,5 kph
- Estudios de antes y después - +/- 2,0 a +/- 5,0 kph

A continuación se procede a sacar las velocidades del transporte público de cada línea y con esos valores se entra a la tabla 2.5

De la tabla 2.5 podemos observar que nuestro rango de velocidades estará entre (3.5 kph y 6.5 kph) se tomara para este proyecto un error permitido de 3.5 kph ya que en el transporte público no puede ni debe haber error mayores que este, a continuación se saca el rango medio de velocidades para cada línea como se muestra en la siguiente tabla 2.5 recordando que se realizaron 4 aforos.

Cuadro 3.29 Rango de velocidades para la cantidad de aforos

LINEA	VELOCIDADES DE RECORRIDO (Km/hr)				RANGO PROMEDIO (km/hr)	CANTIDAD DE AFOROS A REALIZAR
1	12.14	15.94	10.92	14.96	4.29	3
2 y 9	15.28	15.58	13.06	15.00	1.58	3
4	17.17	12.93	19.71	13.80	5.65	4
6	13.64	14.29	14.46	14.63	0.33	3
7	14.90	9.68	10.53	10.34	2.08	3
11	15.00	16.29	15.83	13.90	1.22	3
SJ	15.56	20.00	16.05	19.09	3.81	3
E	8.95	11.71	10.45	10.79	1.46	3
F	12.61	13.20	10.82	12.22	1.46	3
5	11.28	10.25	11.89	13.07	1.28	3

10	16.13	14.00	22.91	21.91	4.01	3
Z	15.69	16.73	15.63	12.71	1.69	3
A	16.96	17.33	17.51	16.08	0.54	3
B	12.22	11.19	13.20	14.67	1.51	3
C	16.29	12.95	11.11	11.74	1.94	3
CH	10.80	10.00	10.54	9.76	0.71	3
D	10.38	10.56	10.66	9.92	0.34	3
S	12.63	14.12	12.98	14.40	1.35	3
K	14.47	16.97	14.24	17.48	2.82	3

Fuente: Elaboración Propia

El rango promedio se saca restando el primero con el segundo siempre y cuando sea mayor que el segundo caso contrario se restara el segundo menos el primero, seguidamente se procederá a realizar lo mismo entre el segundo y el tercero una vez sacadas las diferencias estas se suman y se dividen entre la cantidad total de muestras menos uno es decir (N-1) con esto entramos a la tabla y obtenemos la cantidad de aforos a realizar

Si el tamaño de la muestra requerido es mayor que el número de aforos realizados; entonces se deberá ampliar el estudio de registro, bajo condiciones de tránsito y ambientales similares; hasta obtener el tamaño mínimo de la muestra

### **3.6 ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS**

En este estudio técnico se procedió a subirse a la línea de estudio en su parada una vez dentro del micro procedió a realizar en estudio de cuantas pasajeros suben y cuantos pasajeros bajan a lo largo de su recorrido tomando en cuenta también la ocupación que tiene de la línea es decir cuántas personas van dentro la línea estos datos se los registra mediante la planilla de ascenso y descenso que se encuentra en anexos los datos recabados servirán para poder ubicar los puntos de máxima demanda en los cuales se puede realizar el conteo de pasajeros.

Cuadro 3.30 Ascenso y descenso en rutas

LINEAS	CANTIDAD DE ASIENTOS POR MICRO	TOTAL RECORRIDO DE RUTA																	
		2	3	5	10	11	13	16	19	21	23	28	27	29	18	13	11	4	
1	20	2	3	5	10	11	13	16	19	21	23	28	27	29	18	13	11	4	
		2	5	6	8	7	9	12	13	15	16	21	18	10	9	8	4	2	
2	20	2	4	6	8	10	11	12	16	18	19	21	23	31	30	25	13	2	
		3	7	8	9	10	1	12	13	14	18	17	8	7	5	3	2	1	
4	20	1	2	2	1	3	4	5	6	7	8	12	10	9	6	5	4	2	
		1	3	5	9	15	17	18	14	13	21	22	24	27	28	19	12	4	
6	20	2	5	6	7	8	7	8	13	12	11	14	12	6	4	3	2	2	
		1	2	3	5	8	10	12	13	15	19	22	17	16	12	10	7	4	
7	20	5	6	8	6	5	8	6	3	4	7	6	4	5	12	10	7	3	
		2	3	4	1	5	6	10	11	14	17	15	16	14	13	8	8	4	
11	20	3	4	3	2	2	3	4	5	7	4	5	8	8	5	4	3	1	
		5	6	9	10	9	8	10	12	9	8	10	15	13	10	6	4	2	
SAN JASINTO	20	16	15	14	12	11	10	9	8	6									
		5	2	4	6	2													
E	20	2	5	6	7	6	2	9	13	14	16	17	14	12	8	4	7	3	
		3	4	5	4	5	2	3	5	7	8	7	6	5	1				
F	20	10	11	14	15	16	14	15	13	15	16	12	11	8	6	4	3	2	
		3	4	5	7	8	11	12	13	11	10	11	7	9	16	18	14	8	
5	20	2	3	4	6	7	8	5	7	8	16	17	19	15	14	10	8	3	
		1	3	7	9	10	11	14	15	16	17	18	6	4	2	12	1		
10	20	4	15	18	20	23	20	19	11	10	11	10	9	8	16	11	7	4	
		9	11	13	15	13	10	9	10	7	4	2							
Z	20	8	9	11	12	13	11	12	10	11	9	8	7	6	7	8	5	3	
		2	5	7	9	10	11	13	15	18	17	22	23	27	26	23	20	19	
A	20	3	4	5	1	8	10	11	10	9	17	20	34	33	24	22	17	10	
		7	9	11	14	22	21	19	12	8	14	13	17	21	8	7			
B	20	10	12		9	6	10	14	11	10	7	8	4	3	7	8	12	7	
		5	7	8	6	4	9	10	11	14	15	16	17	11	9	8	6	4	
C	20	2	3	4	3	4	2	1	13	15	16	19	21	17	12	5	4	2	
		1	2	3	4	3	2	1	6	8	7	6	4	3	4	2			
CH	20	2	3	5	12	8	12	13	15	15	16	15	17	13	12	11	8	4	
		1	2	9	6	3	8	5	7	8	13	21	19	16	11	9	5	2	
D	20	5	6	8	7	10	8	10	11	14	13	8	7	8	6	4	2	2	
		2	4	5	6	7	8	9	12	10	15	13	9	7	8	2	4	2	
S	20	2	4	5	8	10	8	10	13	14	13	12	10	11	12	13	9	5	
		5	4	7	10	8	6	8	10	14	13	14	15	17	18	19	10	6	
K	20	1	3	4	9	11	10	9	10	9	8	7	7	6	5	3	2		
		1	2	3	4	5	6	7	8	6	5	4	3	2	3	2	1		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7. PUNTOS DE MÁXIMA DEMANDA DE LA CIUDAD DE TARIJA

Los puntos de máxima demanda son los que nos permiten ubicar los lugares donde existe mayor demanda a continuación se muestra la cantidad máxima de pasajeros en dichos puntos dentro de un micro.

Cuadro 3.31 Puntos de máxima demanda

PUNTOS DE MAXIMA DEMANADA								
CALLES	PANAMERICA/ COMERCIO	FROILAN /ZAMORA	DANIEL C/ BOLIVAR	DOMINGO PAZ/ CAMPERO	AV AMERICA/ ESPAÑA	CEIBOS/ JULIO ARCE	COLON/ DOMINGO PAZ	MAXIMO
1					26		35	35
2	18		21	28	11			28
4			20	32	13			32
6			23			24		24
7		20	19	25	11			25
11		12	15	18		19		19
San Jasinto			8					8
E		26						26
F		22						22
5			16			23	25	25
10						26		26
Z	4			18	24			24
A	26		20	30	18			30
B	25		21	32	15			32
C		31					32	32
CH		30			19			30
D		27	21	31		25	30	31
S		26		32	17			32
K						26		26

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.8. CALCULO DE LA EFICIENCIA

Dentro de la ley de tránsito Boliviano no se tiene un artículo con referencia a la eficiencia en su conjunto ni tampoco se pudo encontrar alguna referencia dentro de las otras normas o dar algunos parámetros necesarios para decir esto es eficiente si cumple estos requisitos de esta manera no podemos parame trizar los estudios que se

realizaron para saber la eficiencia que tiene cada uno de los estudios técnicos que son requisitos para la eficiencia.

La única solución es dar un parámetro a cada uno de los estudios que se realizó en función a lo que consideran como eficiente en la ley N° 165 LEY GENERAL DEL TRANSPORTE, REGLAMENTO DEL CODIGO DEL TRANSITO y el MANUAL DE DISEÑO DE CALLES PARA LAS CIUDADES BOLIVIANAS las cuales tienen datos importantes para poder parametrizar los tres estudios técnicos que se realizaron

### **3.8.1 Justificación de parámetros para la determinación de la eficiencia**

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible u orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva. En el ámbito de las matemáticas los parámetros consisten en variables que permiten reconocer, dentro de un conjunto de elementos, a cada unidad por medio de su correspondiente valor numérico.

De esta manera se procedió a buscar tres parámetros necesario que nos permitieran observar si las líneas del transporte público son o no eficientes la pregunta cómo identificar y bajo qué criterios tomar un parámetro es un asunto un tanto compleja debido a que se tendrían que tomar muchas cosas en cuenta para definir un parámetro guiados en leyes, manuales, y reglamentos se procedió a realizar la parametrizar para cada estudio técnico que se realizó a continuación se muestra el parámetro que se tomó y el por qué.

#### **3.8.1.1. Parámetro en tiempo de recorrido**

Al ser las líneas del transporte de público diferentes entre si no se podía tomar como parámetro un sola demora para todos de esta manera ayudados con la **ley N° 165 de agosto de 2011** (CAPITULO PRIMERO , Artículo 7 ( definiciones donde estipula ) donde da el concepto de transporte publico el cual en sus articulo menciona lo siguiente

**“Transporte público.** Serie de medios de transporte que actúan conjuntamente para Desplazar grandes cantidades de personas en periodos de tiempo cortos.”

También mediante el Manual de Estudios de Ingeniería de Transito capítulo 7 en donde describe que una relación entre el tiempo de recorrido y tiempo de demoras puede llegar a ser utilizado para la determinación de la eficiencia de una ruta. Donde estas demoras se registran cuando el flujo del tránsito es detenido o forzado.

De esta manera que mientras una línea de micro tenga menos demoras será más eficiente en su tiempo de recorrido.

### **3.8.1.2. Parámetro para poder sacar la eficiencia en la velocidad media**

De igual manera utilizar una velocidad para colocar como parámetro de eficiencia en el transporte público requiere muchos criterios pero principal criterios vasados en las normas o leyes que estipulan en nuestro país, para el transporte público debemos recordar que Bolivia cuenta con un Reglamento del cual se tomó como velocidad de parámetro la velocidad de 20 km/h que fue extraída como referencia del **Reglamento del Código de Transito,8 de junio de 1978** en el Artículo 113 sección ( b ) donde muestra la velocidad máxima y como promedio para el transporte donde existe una alta circulación de peatones y vehículos.

También se en contra otra referencia en el manual de **Diseño de calles para la ciudades Bolivianas** el cual indica en sus párrafos que (la velocidad comercial del transporte público en el medio urbano es generalmente de 10 a 12 km/h por lo que alcanzar 18 km/h es un buen objetivo).el cual puede ser también tomado como un parámetro de eficiencia para la velocidad del transporte público.

De esta manera se utilizara como parámetro para la velocidad los 20 km/h que es la velocidad comercial que muchos países toman como referencia.

### **3.8.1.3. Parámetro utilizado para poder obtener la eficiencia de ascenso y descenso**

Posiblemente el estudio técnico de mayor relevancia para el usuario no existe dentro la norma Bolivia un parámetro referente al Ascenso y descenso de pasajeros de esta manera bajo criterio basado en la Ley y el Reglamento se tomó parámetro de eficiencia la cantidad de asientos que un micro ofrece, que sería 20 asientos en la ciudad de Tarija el tipo de bus público que se utiliza es Micro (Coaster) el cual tiene 20 asientos para los usuarios. Esto vasado como referencia en la **Ley N° 165 de agosto de 2011** (TITULO V DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS USUARIAS Y USUARIOS), (CAPITULO PRIMERO DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS Y USUARISA), (Artículo 114 inciso (e))

También se puede respaldar este parámetro adoptado según el **Reglamento del Código de Transito,8 de junio de 1978** en el artículo 148° donde da una observancia al límite de pasajeros que un vehículo puede llevar refiriéndose exclusivamente a la capacidad que haya sido construido es decir a la cantidad de asientos que este ofrece también, cabe mencionar que los usuarios merecen la comodidad de viaje durante su recorrido.

### **3.8.2. Eficiencia en tiempo de recorrido**

A continuación se muestran los datos obtenidos en los aforos realizados.

Figura 3.1 Tiempos de recorrido del transporte público



**Fuente:** Elaboración Propia

De la gráfica podemos observar que las líneas con mayores tiempos de recorrido en horas pico son la línea 2, línea 7, línea E, línea F, línea B, línea Ch, línea D, línea S es decir estas líneas tienen un exceso en su tiempo de recorrido en las horas pico al observar las demoras podemos denotar que las líneas con mayor demoras son: Línea 2, línea 4, línea 7, línea Z, línea A y por último la línea Ch estas líneas en su mayoría tienen recorridos por el casco viejo de la ciudad y lugares aledaños y de alto tráfico en horas pico lo cual ocasiona un altas demoras en su recorrido.

Cuadro 3.32 Eficiencia en tiempos de recorrido



LINEAS	TIEMPO DE RECORRIDO PROMEDIO	TIEMPO DE DEMORAS PROMEDIO	TIEMPO MARCHA	% EFICIENCIA
1	38.71	6.37	32.34	83.54
2	55.25	13.86	41.39	74.91
4	44.64	12.60	32.04	71.77
6	42.12	4.58	37.54	89.13
7	54.32	14.31	40.01	73.66
11	37.50	3.49	34.01	90.69
San Jasinto	24.04	1.74	22.30	92.76
E	47.42	7.03	40.39	85.17
F	54.33	5.81	48.52	89.31
5	48.90	7.58	41.32	84.50
10	28.06	4.81	23.25	82.86
0	49.91	13.86	36.05	72.23
A	46.01	10.12	35.89	78.01
B	52.00	3.58	48.42	93.12
C	44.72	4.83	39.89	89.20
CH	52.63	10.33	42.30	80.37
D	54.23	7.47	46.76	86.23
S	53.37	7.58	45.79	85.80
K	31.43	6.37	25.06	79.73

**Fuente:** Elaboración Propia

En la siguiente tabla se puede observar que ya se ha aplicado en parámetro designado para el tiempo de recorrido que consistía en las demoras que tiene cada línea con respecto a su tiempo de recorrido. Recordando que cada línea tiene un diferentes recorridos y distancias de recorrido.

De esta manera aplicando los parámetros explicados líneas arriba se tiene estos resultados de eficiencia

Se muestra que la todas las Líneas de Micros por debajo de la tendencia lineal son las menos eficientes en su tiempo de recorrido lo que quiere decir es que con respecto a su tiempo de recorrido estas líneas del Transporte Publico tiene una altas demoras por lo que podríamos decir que son susceptibles al aumento de tráfico en horas pico.

Figura 3.2 Eficiencia de tiempos de recorrido



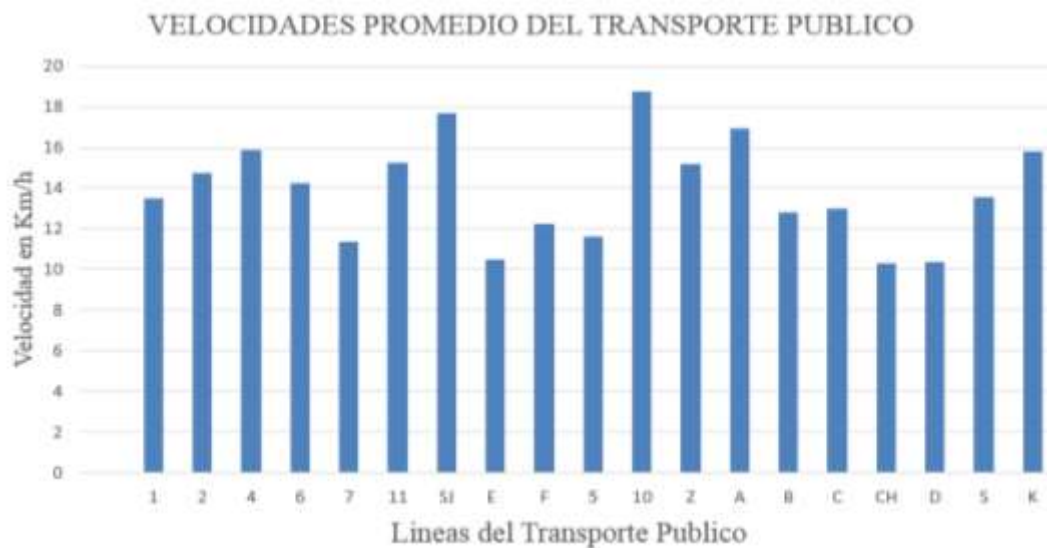
**Fuente:** Elaboración Propia

La eficiencia del transporte público se sacó en función del tiempo de retraso y tiempo de demora total que tienen las líneas, otro criterio que se habría haber tomado también podría haber sido los tiempos de recorrido que cada línea le da a un respectivo tramo. Pero para mejorar la eficiencia del transporte público se tomó como base el tiempo de retraso de las líneas.

De nuestros resultados podemos observar que las líneas con mayor retraso son las líneas menos eficientes entre las líneas con mayor retraso tenemos las Línea Z, Línea A, Línea 4, Línea 7, Línea 2 estas líneas son las más perjudicadas en sus tiempos de recorrido lo que les da una menor eficiencia en su tiempo de recorrido total. Las líneas por encima de la reta tienen retrasos aceptables.

### 3.8.3. Eficiencia de velocidades medias

Figura 3.3. Velocidad media en (Km/h)



**Fuente:** Elaboración Propia

La cooperativa Tarija solo consta de una sola línea debido a la ruta que tiene es también frecuentada por otros micros y también por los taxi trufis lo cual ha provocado que dicha cooperativa comience a tener una baja demanda.

Las velocidades medias son un promedio de los 4 aforos realizados en los tiempos de recorrido con relación a la distancia recorrida para cada línea siendo esta el promedio de todas ellas cabe hacer notar que entre las velocidades de recorrido en horas pico pueden variar mucho entre ellas estas velocidades nos muestran el comportamiento en cuanto a la velocidad promedio que tienen las líneas durante su recorrido total.

Cuadro 3.33 Eficiencia en velocidad media de recorrido

LINEAS	VELOCIDAD TEORICA DE RECORRIDO	VELOCIDADES PROMEDIO OBTENIDAS EN EL ESTUDIO	% EFICIENICA
1	20	13.49	67.44
2	20	14.73	73.66
4	20	15.90	79.52
6	20	14.26	71.28
7	20	11.36	56.81
11	20	15.26	76.28
San Jasinto	20	17.67	88.37
E	20	10.48	52.38
F	20	12.21	61.07
5	20	11.62	58.12
10	20	18.74	93.69
Z	20	15.19	75.94
A	20	16.97	84.85
B	20	12.82	64.09
C	20	13.02	65.11
CH	20	10.28	51.38
D	20	10.38	51.90
S	20	13.53	67.66
K	20	15.79	78.94

**Fuente:** Elaboración Propia

Para poder sacar la eficiencia en la velocidad media se puso como parámetro la velocidad de 20 km/h para ciudades otra forma de medirla sería tomando en cuenta el tiempo de recorrido que tienen las líneas del transporte público y la distancia total de recorrido que también sería un parámetro para sacar la eficiencia pero que no se utilizó por no ser un parámetro confiable.

Figura 3.4 Eficiencia de la velocidad media



**Fuente:** Elaboración Propia

Las Líneas menos eficientes en relación a su velocidad son las siguientes, línea E, línea 7, línea F, línea 5, línea CH, línea D, línea 7, línea C debemos recordar que la eficiencia en la velocidad si bien toma en cuenta el tiempo de recorrido pero también la distancia a recorrer esto hace que muchas líneas que no tienen un buen tiempo de recorrido puedan tener una mejor eficiencia en su velocidad.

#### **3.8.4. Eficiencia de ascenso y descenso**

Para sacar una mayor confiabilidad se realizó el estudio en puntos de máxima demanda y el ascenso y descenso en rutas sacando de ambas el promedio de pasajeros que lleva una línea.

Las gráficas de ascenso y descenso se presentaran en anexos

Cuadro 3.34 Puntos de máxima demanda

PUNTOS DE MAXIMA DEMANADA								
CALLES	PANAMERICA/ COMERCIO	FROILAN /ZAMORA	DANIEL C./ BOLIVAR	DOMINGO PAZ / CAMPERO	AV AMERICA/ ESPAÑA	CEIBOS/ JULIO ARCE	COLON/ DOMINGO PAZ	MAXIMO
1					26		35	35
2	18		21	28	11			28
4			20	32	13			32
6			23			24		24
7		20	19	25	11			25
11		12	15	18		19		19
San Jasinto			8					8
E		26						26
F		22						22
5			16			23	25	25
10						26		26
Z	4			18	24			24
A	26		20	30	18			30
B	25		21	32	15			32
C		31					32	32
CH		30			19			30
D		27	21	31		25	30	31
S		26		32	17			32
K						26		26

**Fuente:** Elaboración Propia

Debemos recordar que variara mucho del criterio del parámetro que se tome para medir la eficiencia en el ascenso y descenso en nuestro caso tomamos como referencia de parámetro de eficiencia la cantidad de asientos que ofrece una micro en su recorrido es decir 20 asientos por que un parámetro importante para calcular la eficiencia del transporte público es la comodidad que ofrece una línea bajo este criterio se decidió utilizar este parámetro para medir la eficiencia en ascenso y descenso

De donde tenemos la eficiencia de ascenso y descenso promedio como se muestra a continuación.

Figura 3.5. Eficiencia de ascenso y descenso promedio



**Fuente:** Elaboración Propia

Podemos observar que las líneas más eficientes de todas las líneas son la línea 11, línea F, línea Z, línea 6, línea 5, línea 7, línea 10, estas líneas son las más eficientes pero ahora también hay que analizar que son líneas con baja demanda de pasajeros en comparación a las demás líneas que no son eficientes las cuales tienen un sobre exceso de pasajeros.

### 3.9. Calculo de la eficiencia total de las líneas

A continuación se presenta los datos obtenidos para sacar la eficiencia del transporte público de la ciudad de Tarija el cual se lo realizo dando a cada parámetro de estudio (ascenso y descenso, tiempo de recorrido, velocidad media) un valor mediante una encuesta para poder dar la importancia a cada parámetro de esta encuesta realizada a usuarios se obtuvo que del total del 100% del valor que para su importancia es como sigue para ascenso y descenso 31% del valor total de la eficiencia, para la velocidad media de recorrido 42% y para el tiempo de recorrido un total de 27% con estos valores

y los valores de las eficiencia sacadas se obtuvo los siguientes resultados para la eficiencia.

Cuadro 3.35 Eficiencias del transporte público

COOPERATIVA/ SINDICATO	LINEA	EFICIENCIA DE LAS LINEAS EN ESTUDIOS TECNICOS			EFICIENCIA(%)
		ASC. Y DES. %	TIEMPO DE REC. (%)	VEL. MEDIA (%)	
VIRGEN DE CHAGUAYA	1	29.41	83.54	67.44	60
	2	44.12	74.91	73.66	65
	4	41.18	71.77	79.52	66
	6	82.35	89.13	71.28	80
	7	77.79	73.66	56.81	68
	11	85.00	90.69	76.28	83
TARIJA	Z	60.00	72.23	75.94	70
TABLADA	A	74.85	78.01	84.85	80
	B	89.12	93.12	64.09	80
	C	82.79	89.20	65.11	77
	CH	73.53	80.37	51.38	66
	D	67.65	86.23	51.90	66
	S	29.41	85.80	67.66	61
	K	57.21	79.73	78.94	72
LUIS DE FUENTES	SAN JASINTO	61.76	92.76	88.37	81
	E	67.65	85.17	52.38	66
	F	55.15	89.31	61.07	67
	5	62.21	84.50	58.12	67
	10	59.85	82.86	93.69	80

**Fuente:** Elaboración Propia

Con esta planilla tenemos los datos finales que nos ayudaran a graficar la eficiencia total de las líneas.



Figura 3.6 Eficiencia de las líneas del transporte público



**Fuente:** Elaboración Propia

Como podemos apreciar en la tabla final de resultados podremos observar que las líneas tienen una eficiencia mayor al 60% pero que significa esto, cuando se quiere un transporte público que cumpla con tres estándares que sea permanente, suficiente, cómodo para que una línea sea realmente aceptable como mínima oficina tendría que tener 70% eficiencia en estos tres parámetros para poder ser aceptables en nuestros resultados podemos observar que casi limitad de línea no cumple con estos estándares con un estudio mucho mayor y más minucioso por cada línea se tendría datos mucho más exactos que ayudarían con mayor comodidad a mejorar el sistema de transporte público.

### 3.10. Análisis de datos obtenidos en el estudio de eficiencia

Gracias a los estudios realizados se obtuvo los puntos más conflictivos y las líneas que pasan por ellas.

Cuadro 3.36 Puntos conflictivos y las líneas que pasan por ellas

CALLE DGO. PAZ (BAJADA)	CALLE DGO. PAZ (SUBIDA )	CALLE BOLIVAR	CALLE INGAVI	C. CBBA SUBIDA	C. CBBA BAJADA
A	C	A	C	A	A
B	S	B	S	C	B
C	2/9	D	2/9	D	C
4	E	4	6	S	D
7	F	6	7	2/9	S
2/9		7	11	7	2
E		2/9	10	11	7
F		11	5	10	9
Z		5	S.J.	F	11
		10		Z	F
		S.J.			10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.37 Puntos conflictivos y las Líneas que pasan por ellas

CALLE COMERCIO	CALLE CAMPERO	CALLE COLON	CALLE CORRADO
C	A	A	C
D	B	B	CH
S	D	C	E
4	S	D	F
7	2/9	1	
2/9	4	7	
11	7	11	
10	11	5	
E	5	10	
F	10	S.J.	
Z		Z	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10.1. Barrios vs líneas que prestan servicios

Cuadro 3.38 Barrios vs líneas

ZONAS O BARRIOS	LINEAS EN SERVICIO
La Loma	A, D, S, C, 2, 7, 10, 9, F, Z
Central	11, 6, 5, D, 10, SJ, 2, S, 7, 1, B, A, 4
San Roque	11, F, Z, E, 4, D, S, C, 7, 9, 10, A, B
San Antonio	6
Andalucia	10, 5
Alto Senac	5
15 de Noviembre	7
San Jacinto	S.J.
El Portillo	Z
Pedro Antonio Flores	CH
1° de Mayo	C
3 de Mayo	CH, E, F, S
Las pascuas	CH
Los Chapacos	CH
Luis de Fuentes	10
El Molino	11, 6, 5, D, 10 S.J.
Magisterio	6

Avaroa	1, D
San Marcos	C
La Florida	1,D
Obrajes	A,B
Juan Pablo II	7
Virgen de Chaguaya	7
La Pintada	Z
San Luis	S
Petrolero	S
San Jorge	4, A
El Tejar	7
Mendez Arcos	D, K,
Luis Espinal	E
Tabladita	6, 11
Moto Mendez	1,9
Rosedal	1, B
San Bernardo	C
Lourdes	D, 1
4 de Julio	CH,

IV Centenario	CH
---------------	----

**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.10.2. Observación crítica de las líneas del transporte público**

Como se podrá observar las líneas con mayor eficiencia son aquellas que están por encima de la función recta siendo estas líneas la Línea “11” Línea “6” , Línea “10”, Línea “F”, Línea “Z”, Línea “2/9” ,Línea “K” demos recordar que el estudio que se realizó por línea solo fue por un día sufriente para saber la eficiencia teórica estos datos variaran trabajando con datos de un mes el cual nos daría con mayor exactitud la Eficiencia de cada línea .

Por otra parte las líneas menos eficientes son la Línea “1” si bien es una línea rápida lo que la hace verdaderamente ineficiente es su alta demanda y su poca oferta de micros en horas pico, otras líneas como la “D”, “CH” no son muy eficientes debido a sus bajas velocidades en horas pico, en el caso de la línea “S” podemos observar también que tiene una gran demanda de pasajeros pero también no abastece en horas pico a la cantidad de demanda.

### **3.11. Soluciones para mejorar la eficiencia de las líneas del transporte público**

Para mejorar la eficiencia del transporte público se establecen tres posible soluciones dependiendo de la situación de cada línea se propone para cada línea una diferente solución para mejorar su eficiencia.

#### **3.11.1 Mejoramiento de señalización de la las paradas,**

Consiste en remarcar los puntos donde paran los micros estos puntos deberán ser estratégicos siendo los puntos de máxima demanda las cuales se mencionaran a continuación

Panamericana/Comercio, Froilan Tejerína/Daniel Zamora, Daniel Campos/ Bolívar, Domingo Paz/ Campero, Av. América/ España, Ceibos/ Julio Arce, Colon/ Domingo Paz . Siendo estos puntos de mayor afluencia de micros esto ayudaría no solo a que tengan espacio para estacionarse sino que evitara que los micros puedan parar a media cuadra o donde el usuario lo solicite causando congestión vehicular.

Debido a que las paradas del transporte público tienen una influencia considerable en la circulación de las mismas que puede ser antes o después del cruce, por lo que será necesario realizar un análisis individual de cada punto. Por qué recordemos que cada Línea de Servicio del Transporte Público requiere un cierto tiempo de parada que varía directamente con la demanda de pasajeros que suben y bajan, donde se tendrá que tomar en cuenta el número de vehículos que pueden utilizar una parada sin colas, varía con el tiempo de parada y en menor escala con la longitud de la misma.

### **3.11.2. Cambio de ruta**

A pesar de no ser tan aconsejable de ser necesario para mejorar la eficiencia del transporte público se sugiere cambiar las rutas de las líneas con mayor demora y que pasen por el centro tales como la Línea “2” , Línea “4”, Línea “7”, Línea “11” siendo estas líneas con mayores retrasos si bien la Línea “A” También tiene alto índice demora es la primer línea en servicio en Tarija por lo que sería imposible cambiar su recorrido

Pero para poder realizar un cambio de ruta de las líneas se tendrá que considerar los siguientes factores determinantes

#### **a. Crecimiento demográfico**

Primeramente diremos que el Crecimiento Demográfico o de la Población influye mucho en las horas de máxima demanda siendo esto muy dependiente de las zonas con mayor crecimiento en los últimos años lo cual incrementa las demandas en algunas líneas

#### **b. El crecimiento del parque automotor**

El crecimiento del parque automotor hoy en día es indiscutible ya que se tiene un incremento anual, por otra parte también es necesario señalar que el aumento de nuevos transportes públicos como los taxitrufis ha provocado un aumento en el flujo vehicular de muchas rutas importantes de los micros.

### **c. La consolidación de nuevas urbanizaciones**

Es un factor muy importante debido a que de una u otra forma tendrán que ser atendidas por el servicio del transporte público haciendo esto que se modifique o alargue un recorrido de una línea.

### **3.11.3. Reducción del tiempo de salida**

Si bien este método aumentara el tráfico en el casco de la ciudad aumentaría notablemente la eficiencia de algunas líneas en el centro siendo este solo aplicable a aquellas líneas que tiene una baja eficiencia en ascenso y descenso de pasajeros entre ellas tenemos a la Línea “1”, Línea “4” Línea “D”, Línea “S”, Línea “B”, Línea “C” estas líneas son las que menor eficiencia en ascenso de pasajeros en horas pico en horas de máxima demanda. Debemos también agregar que con un estudio detallado de una semana nos podría dar un mejor panorama para poder sacar la eficiencia del transporte público.

### **3.12. Análisis final de las líneas del transporte público de la ciudad de Tarija**

A continuación se presenta un análisis final de las líneas del transporte público de la ciudad de Tarija donde Podremos observar cuadros comparativos que nos permitan apreciar algunas características especiales de cada línea de transporte público.

#### **a) Líneas con mayor demora**



Figura 3.7 Demoras de las líneas en minutos



Fuente: Elaboración Propia

Las líneas con mayor demora son aquellas que tienen su recorrido en el casco viejo de la ciudad de Tarija entre ellas podemos mencionar la Línea 2, Línea 4, Línea 7, Línea Z, Línea A, Línea CH estas líneas son las más afectadas por el congestionamiento vehicular en el casco viejo de la ciudad de Tarija.

**b) Total de pasajeros llevados a lo largo de todo su recorrido de una línea**

Figura 3.8 Total de personas por ruta en horas pico



Fuente: Elaboración Propia

Como se podrá observar la mayoría de los micros sobrepasa el total de 50 personas en horas pico pero es necesario que este comportamiento solo se da en las horas pico así que para definir que líneas son más rentables no se tiene que observar que líneas tienen mayor demanda en horas pico sino que líneas tienen mayor demanda en todo un día.

**c) Comparación de total distancia de recorrido en (Km)**

Figura 3.9 Distancia de recorrido de líneas



Fuente: Elaboración Propia

La línea con mayor recorrido total es la línea 2/9 siendo su recorrido teórico de

13.5 km siendo la línea con mayor recorrido otras líneas con amplio recorrido son la línea Z, Línea A, Línea S

Nos acercamos a tiempos difíciles para el Transporte público de micros debido a que le ha aparecido una nueva competencia los Taxitrufis quienes al igual que los micros tienen rutas muy similares a los de las Líneas del Transporte público sería muy difícil definir si es un daño al Transporte público de pasajeros lo cierto es que las Líneas del Transporte público están comenzando a desaparecer por su poca rentabilidad tal es el caso de La línea G, Línea Y, Línea W, Línea 8 , Línea 3 que ahora solo quedan en el recuerdo. Con este proyecto se espera mejorar y aportar al mantenimiento del Transporte público para mejorar su eficiencia.

#### **CAPÍTULO IV**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

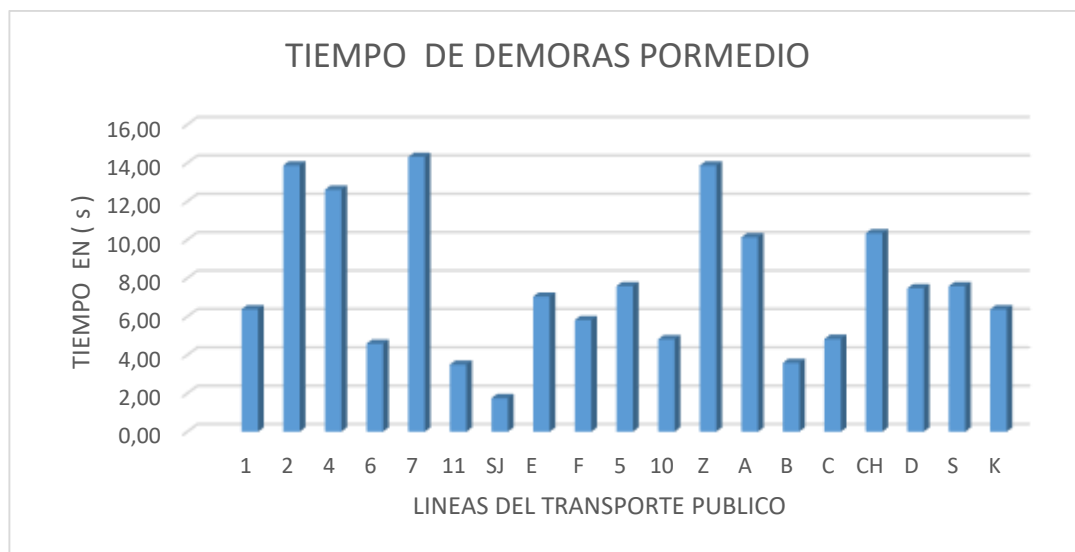
### 4.1 Conclusiones

Para que el presente estudio tenga resultados satisfactorios la realizar su implementación es necesario que se tome en cuenta las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Para mejorar la eficiencia en los tramos y zonas más conflictivas de la ciudad, necesariamente se debe restringir el ingreso del servicio de transporte público a estos puntos y zonas, o bien en su caso no permitir el flujo de taxis en horas pico dentro el casco viejo de la ciudad o bien disminuir el porcentaje de transito de movilidades particulares.

A continuación se muestra un cuadro de los tiempos de demora en las horas pico

Figura 4.1. Distancia de recorrido de líneas



Donde podemos observar que las líneas que pasan por el centro y mercado campesino son las más afectadas por el alto índice de tráfico en horas pico

tomando en cuenta estos tiempos de demoras se podría plantear soluciones como el cambio de ruta.

- Del recuento de ascenso y descenso de pasajeros realizado en todas las líneas de micros de la ciudad de Tarija, podemos afirmar que en la horas pico existe la mayor cantidad de pasajeros en todas las líneas, pero las líneas de micros que presentan mayor número de pasajeros son las siguientes líneas “1” con una cantidad de entre 25 a 35 pasajeros en su hora de máxima demanda, la línea “4” que lleva entre su hora de máxima demanda entre 20 a 32 cada micro, “A” la cual lleva entre 26 a 30 pasajeros por micro, la línea “S” la cual lleva entre 25 a 30 por línea sería muy difícil decir que las otras líneas no llevan esa misma cantidad pero en este caso se considera la frecuencia con que salen y el tiempo que sus micros están llenos siendo que incluso en horas pico se puede dar el caso de que no exista más de 20 pasajeros en los micros.
- Las calles con mayor demanda de pasajeros del transporte público en nuestra ciudad son Calle Bolívar, Calle Comercio, Calle Domingo Paz, Calle Campero, Calle Colon, Calle Campero, Calle España y Av. América esto se demuestra con la cantidad de pasajeros en horas pico que suben en dichas calles en horas de máxima demanda siendo puntos de gran demanda
- Las calles con mayor flujo vehicular del transporte público en nuestra ciudad son calle Bolívar, Av. y calle Domingo Paz, Calle Comercio, Av. Cochabamba donde cerca del 70% de las líneas pasan por estos lugares
- No hay equidad en cuanto al servicio que presta la modalidad de microbuses a los barrios de la ciudad, existiendo muchas diferencias entre los barrios más alejados y los barrios que se encuentran adyacentes a la zonas central existe recorridos verdadera conflictivos y altamente dañinos para algunas líneas entre las cuales las más afectadas tenemos La Línea “CH”, línea “F” línea “E”, Línea

“Z”, Línea “10”, Línea “C” teniendo estas recorridos por caminos de tierra los cuales disminuyen la vida útil de los micros .

- Así mismo, en este estudio también se han determinado los tiempos de recorrido, los tiempos de demoras y las velocidades medias para cada línea de micros que los resumimos en el siguiente cuadro que nos muestra un resumen de todas las líneas

Cuadro 4.1 Resumen general de las líneas

LINEAS	TIEMPO DE RECORRIDO PROMEDIO (Min )	DEMORAS PROMEDIO (Min)	VELOCIDADES PROMEDIO KM/h
1	38.705	6.37	13.5
2	55.25	13.86	14.7
4	44.64	12.6	15.9
6	42.12	4.58	14.3
7	54.32	14.31	11.4
11	37.5	3.49	15.3
San Jasinto	24.0425	1.74	17.7
E	47.415	7.03	10.5
F	54.33	5.81	12.2
5	48.8975	7.58	11.6
10	28.0625	4.81	18.7
0	49.91	13.86	15.2
A	46.0125	10.12	17.0
B	52	3.58	12.8
C	44.715	4.83	13.0
CH	52.6325	10.33	10.3
D	54.23	7.47	10.4
S	53.3725	7.58	13.5
K	31.425	6.37	15.8

**Fuente:** Elaboración Propia

- Para mejorar la eficiencia del transporte público será necesario implementar nuevas paradas donde el usuario no camine más de 200 m para poder tomar la línea correspondiente además que se obligue a las líneas de micros parar exclusivamente en sus paradas de esta manera se disminuirá las demoras que se tienen en el centro de la ciudad.

## 4.2. Recomendaciones

Del estudio realizado se dan las recomendaciones que se enuncian a continuación

- El Departamento de tráfico y Transporte será la única encargada de proyectos de cambios en las rutas establecidas de ser necesarios siempre que se respete las resoluciones emitidas por el departamento de Tráfico y Transporte los cambios solo se los podrá realizar previo estudio técnico y puesto en consideración de la comisión para así de esta forma mejorar la eficiencia del transporte público.
- Para mejorar el servicio del transporte público se recomienda incluir unidades de mayor capacidad siendo esto solo factible para las líneas que no ingresen al casco viejo de la ciudad debido a la morfología de las calles que sean lo suficientemente amplias como para poder transportar un mayor número de pasajeros.
- Crear paradas en los puntos de máximo demanda, para que funcionen como tales de manera que puedan tener la comida suficiente para el usuario mientras esté esperando la línea que debe tomar también dando preferencia en estos puntos a las líneas sin ser obstruidas por vehículos particulares, taxi trufis y taxis.
- Realizar un análisis de las rutas de los micros y proponer o dar un carril exclusivo solo para el transporte público en las avenidas que se vea necesario de la ciudad.
- Se recomienda no incrementar nuevas líneas de transporte público por los puntos y zonas congestionadas de la ciudad, de ser indispensable la creación de nuevas líneas por concepto de incremento demografía se recomienda modificar rutas de líneas cercanas o en su caso crear bifurcaciones.