

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE PARA  
REDUCIR EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN  
CIUDADES URBANAS”**

**PRESENTADO POR:**

**JAIME ANTONIO MICHEL VASQUEZ**

GESTIÓN 2014

TARIJA-BOLIVIA

### **DEDICATORIAS:**

Este proyecto está dedicado a toda mi familia quienes confiaron en mí, me apoyaron y supieron darme una invaluable proyección a mi vida.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios, por la vida y permitirme culminar con una etapa muy importante de mi formación.

A mis padres por su apoyo moral y material además de su entrega incondicional.

También en forma especial a los ingenieros que colaboraron en la realización del presente proyecto.

Y a todos los docentes que apoyaron de manera positiva a lo largo de mi formación profesional.

**PENSAMIENTO:**

“Aprender es descubrir lo que ya sabes.  
Actuar es demostrar que lo sabes.  
Enseñar es recordarles a los demás que  
saben tanto como tú”

RICHARD BACH

## INDICE

Advertencia  
Dedicatoria  
Agradecimiento  
Pensamiento  
Resumen

Página.

### **CAPÍTULO I GENERALIDADES**

1.1 Introducción .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Situación problemática.....	3
1.3.2 Problema .....	5
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
1.5. Alcance.....	7
1.6 Metodología .....	8

### **CAPITULO II CARACTERISTICAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO**

2.1 Introducción .....	9
2.2 Generalidades del transporte público .....	9
2.3 Evolución del transporte público .....	10
2.4 Concepto de la Ingeniería de Tráfico .....	11
2.5 Factores del tráfico que inciden en el transporte público.....	11
2.5.1 El Usuario .....	11
2.5.1.1 El Peatón .....	12
2.5.1.2 El Conductor .....	13
2.5.2 El Vehículo.....	15

2.5.2.1 Radio de giro .....	20
2.5.2.2 Resistencias del vehículo a diversos factores.....	22
2.5.2.3 Potencia del vehículo .....	24
2.5.3 La Vía.....	24
2.5.3.1 Vías Urbanas o Calles .....	25
2.6 Parámetros de tráfico.....	27
2.6.1 Velocidad .....	27
2.6.1.1 Tipos de Velocidad .....	27
2.6.1.2 Velocidad de punto .....	27
2.6.1.3 Velocidad de Recorrido Total .....	28
2.6.1.4 Velocidad de cruceo.....	29
2.6.1.5 Velocidad Directriz .....	30
2.6.2 Volúmenes de tráfico .....	31
2.6.2.1 Transito promedio diario.....	31
2.6.2.2 Transito promedio horario.....	32
2.6.2.3 Volumen directriz.....	32
2.6.3 Composición del volumen .....	32
2.6.4 Variaciones de los volúmenes de tráfico.....	33
2.7 Relación de la ingeniería de tráfico con el transporte público .....	34
2.8 Transporte público urbano .....	36
2.8.1 Autobús .....	36
2.8.2 Taxi .....	36
2.9 Autobús de tránsito rápido .....	36
2.9.1 Ventajas del BRT .....	39
2.9.2 Desventajas del BRT.....	40
2.10 Influencia del Transporte Público .....	40
2.11 Flujo de Pasajeros .....	41
2.12 Estudio de Sindicatos y cooperativas de micros de la ciudad de Tarija.....	42
2.12.1 Número de unidades de trabajo y frecuencia de partida .....	43
2.12.2 Longitud de recorrido de las líneas de micros .....	46

2.12.3 Rutas de las líneas de micros .....	53
2.12.4 Tiempos de recorrido .....	66
2.12.5. Determinación de los tiempos y velocidades medias de recorrido .....	69
2.13 Contaminación Atmosférica por el Transporte Público.....	72

### **CAPITULO III CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR**

3.1 Congestión vehicular.....	76
3.1.1 Definición.....	76
3.1.2 Causas .....	76
3.1.3 Efectos negativos .....	78
3.2 Capacidad Vehicular .....	79
3.3 Niveles de servicio .....	80
3.4 Factores que afectan a la capacidad .....	82
3.5 Factores que se refieren al tráfico .....	83
3.6 Factores que afectan a la capacidad en vías de flujo interrumpido.....	84
3.7 Estacionamiento .....	86
3.8 Otros factores .....	86
3.7 Tramos y zonas conflictivas.....	89
3.10 Aforos de Tráfico .....	90
3.11 Aforo de volúmenes .....	91
3.11.1 Aforos manuales.....	91
3.11.2 Recuentos automáticos.....	92
3.12 Recuento de ascenso y descenso de pasajeros .....	92
3.13 Volúmenes Direccionales de Flujo Vehicular general.....	95
3.14 Sentidos de flujo vehicular.....	95
3.15 Volúmenes direccionales de flujo vehicular .....	97
3.16 Tipos de solución a los problemas de congestionamiento .....	97
3.16.1 Solución de bajo costo .....	97
3.16.2 Solución de alto costo .....	98

3.16.3 Solución integral .....	98
--------------------------------	----

## **CAPITULO IV APLICACIÓN PRÁCTICA:**

4.1 Generalidades .....	100
4.1.1 Zona de estudio .....	100
4.2 Aforos de volúmenes.....	103
4.2.1 Análisis de aforos .....	104
4.2.2 Análisis de resultados.....	130
4.3 Recuento de ascenso y descenso de pasajeros .....	131
4.3.1 Análisis de resultados.....	148
4.4 Capacidad en vías interrumpidas .....	150
4.5 Tramos y zonas conflictivas.....	184
4.6 Análisis de cada una de las líneas en cuanto se refiere a puntos en conflicto....	186
4.6.1 Número de líneas sobre una misma calle .....	187
4.6.2 Número de líneas que pasan por puntos de máxima demanda.....	193
4.6.3 Líneas con tramos de recorrido similares.....	195
4.7 Factores determinantes para la modificación de recorridos y la implementación del sistema de transporte masivo.....	197
4.7.1 Crecimiento demográfico.....	197
4.7.2 El crecimiento del parque automotor .....	197
4.7.3 La consolidación de nuevas urbanizaciones y asentamientos en la ciudad ..	198
4.8 Planteamiento de alternativas.....	198
4.8.1 Alternativa 1 Redistribución de líneas .....	198
4.8.1.1 Parámetros.....	198
4.8.1.2 Redistribución de las líneas de micros .....	201
4.8.1.3 Redistribución de Paradas .....	222
4.8.1.3.1 Parámetros y Características Físicas .....	222
4.8.1.3.2 Parámetros y Características Funcionales.....	223
4.8.2 Alternativa 2 Implementación de buses de transporte masivo.....	226



4.8.2.1	Parámetros.....	226
4.8.2.2	Ruta línea 100 .....	228
4.8.2.3	Paradas línea 100.....	229
4.8.2.4	Distancia Total y distancia entre paradas para línea 100 .....	231
4.8.2.5	Ruta línea 101 .....	233
4.8.2.6	Paradas línea 101.....	234
4.8.2.7	Distancia Total y distancia entre paradas para línea 101 .....	235
4.8.2.8	Dimensiones del bus .....	236
4.8.2.9	Ancho de vías y análisis de carril exclusivo para transporte masivo.....	237
4.8.2.10	Oferta de número de pasajeros.....	241
4.8.3	Alternativa 3 Restricción del ingreso de vehículos a los lugares mas congestionados de la ciudad, en función a la terminación de la placa.....	246
4.8.3.1	Zonas restringidas .....	247
4.8.3.2	Análisis de la cantidad de vehículos a ser restringidos en las zonas establecidas .....	248
4.8.3.3	Determinación de los nuevos niveles de servicio en base a la propuesta Planteada .....	254
4.9	Análisis social frente a las alternativas planteadas .....	258

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	261
5.2	Recomendaciones.....	269