

UNIVERSIDAD AUTÓNOMO “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DEL TRANSPORTE
PÚBLICO DE LOS TAXI TRUFIS EL CHAPACO EN LA CIUDAD DE
TARIJA”**

Por:

JHOSELYN ERICKA ROCHA RUEDA

Proyecto de grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académica
Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE I-2024

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMO “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DEL TRANSPORTE
PÚBLICO DE LOS TAXI TRUFIS EL CHAPACO EN LA CIUDAD DE
TARIJA”**

Por:

JHOSELYN ERICKA ROCHA RUEDA

Proyecto de grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO**”, como requisito para optar el grado académica
Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE I-2024

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico de manera muy especial a mis padres por estar siempre a mi lado, jamás dejarme sola ni dejarme vencer y motivarme en los estudios, darme la posibilidad de tener una licenciatura. Por hacer lo todo para que llegue hasta aquí.

Dedico esta tesis a las personas más importantes de mi vida y las que me han dado fuerza y motivos para nunca rendirme.

Como en todos mis logros, gracias por estar presentes. Quiero que siempre estén orgullosos de mí.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Antecedentes	1
1.2 Situación problemática.....	2
1.2.1 Problema	3
1.2.2 Relevancia y factibilidad del problema.....	3
1.2.3 Delimitación temporal y espacial del problema.....	3
1.2.3.1 Delimitación temporal del problema.....	3
1.2.3.2 Delimitación espacial del problema	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis.....	6
1.6 Operacionalización de las variables	6
1.6.1. Variable independiente	6
1.6.2 Variable dependiente.....	6
1.7 Identificación del tipo de investigación	7
1.8 Unidades de estudio y decisión muestral	7
1.8.1 Unidad de estudio.....	7
1.8.2 Población.....	7
1.8.3 Muestra.....	8
1.8.4 Selección de las técnicas de muestreo.....	8
1.9 Métodos y técnicas empleadas	8
1.9.1 Métodos.....	8
1.9.2 Técnicas.....	9
1.10 Procesamiento de la información	10
1.11 Alcance de la investigación.....	11

CAPÍTULO II
ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

	Página
2.1 Historia y evolución del transporte	12
2.1.1 Definición de la ingeniería de tráfico.....	15
2.2 Elementos de la ingeniería de tráfico	16
2.2.1 Usuario	16
2.2.1.1 Peatón.....	16
2.2.1.2 Conductor.....	16
2.2.2 Vehículo	16
2.2.2.1 Dimensiones.....	17
2.2.3 Vía o calle	18
2.3 Parámetros de la ingeniería de tráfico	19
2.3.1 Velocidad	19
2.3.2 Volumen de tráfico.....	21
2.3.3 Capacidad en vías de flujo interrumpido	22
2.3.4 Capacidad en vías de flujo interrumpido	22
2.3.5 Métodos para la determinación de capacidad vehicular	24
2.3.5.1 Capacidad en vías interrumpidas por método HCM en accesos urbanos	24
2.3.6 Nivel de Servicio.....	28
2.4 Transporte público	32
2.4.1 Importancia del transporte público.....	33
2.4.2 Transporte público Taxi-Trufi.....	34
2.4.3 Frecuencia	34
2.4.4 Influencia del transporte público.....	34
2.4.5 Flujo de pasajeros.....	35
2.4.6 Aforos.....	36
2.4.6.1 Aforos manuales.....	37
2.4.6.2 Aforo Automático.	37
2.4.6.3 Aforos desde vehículo.....	37
2.4.6.4 Aforos en zonas urbanas	38
2.5 Medida de la velocidad y de otras características de los vehículos	38

2.5.1 Métodos para determinar la velocidad	39
2.6 Elementos del transporte urbano, características y análisis de la demanda	41
2.6.1 Evolución de zonas urbanas	41
2.6.2 Factores esenciales que condicionan la demanda de transporte.....	42
2.6.2.1 La densidad de población y su distribución	42
2.6.2.2 El desarrollo y dimensiones de la ciudad	43
2.6.2.3 La situación y características del centro.....	44
2.7 Eficiencia del transporte público.....	44
2.7.1 Factores que afectan la eficiencia en el transporte público.....	45
2.7.2 Método para medir la eficiencia del transporte.....	46
2.7.3 Requerimientos del tamaño de la muestra para la eficiencia	48
2.7.4 Estudios técnicos para la eficiencia del transporte público.....	49
2.7.4.1 Ascenso y descenso.....	49
2.7.4.2 Estudio de rutas	50
2.7.4.3 Tiempo de estudio.....	51
2.7.4.4 Tiempo de recorrido.....	52
2.7.4.5 Método del vehículo de prueba.....	53
2.7.4.7 Análisis de datos y sumario de estadística	55

CAPÍTULO III

RELEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1 Ubicación del estudio.....	56
3.2 Administración de la asociación de transporte público “El Chapaco”	58
3.3 Estudios de las líneas de la asociación taxi-trufis “El Chapaco”	60
3.4 Cálculo de horas de máxima demanda.....	91
3.5 Determinación de los tiempos medios de recorrido y demora.....	91
3.6 Determinación de las velocidades de recorrido	92
3.7 Ascenso y descenso de pasajeros	95
3.8 Puntos de máxima demanda.....	99
3.9 Calculo de la eficiencia	101

3.9.1 Eficiencia en tiempo de recorrido	101
3.9.2 Eficiencia en velocidad de recorrido.....	102
3.9.3 Eficiencia en ascenso y descenso de pasajeros	103
3.10 Cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio	104
3.10.1 Ubicación de los puntos de estudio.....	104
3.10.2 Procesamiento de datos	106
3.10.3 Cálculamos el volumen de trafico.....	111
3.10.4 Cálculo del volumen total	112
3.10.5 Cálculo de maniobras.....	113
3.10.6 Cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio en las intersecciones	118
3.10.7 Procedimiento de determinación de la capacidad y nivel de servicio.....	121

CAPÍTULO IV

	Página
4.1. Eficiencia en tiempo de recorrido	125
4.2 Eficiencia en velocidad recorrido.....	127
4.3 Eficiencia de ascenso y descenso	129
4.4 Cálculo de la eficiencia total de las líneas	129
4.5 Resultados de la determinación de la capacidad y nivel de servicio.....	131

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1 Conclusiones	133
5.2 Recomendaciones.....	134

BIBLIOGRAFÍA

**ANEXO 1: LISTA DE SOCIOS DE LA ASOCIACIÓN DE TRANSPORTE EL
CHAPACO**

**ANEXO 2: AFOROS PARA DETERMINAR LAS HORAS DE MÁXIMA DEMANDA
ANEXO 2: AFOROS DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS, TIEMPOS DE
RECORRIDO Y DE DEMORAS**

**ANEXO 4: AFOROS DEL RECUENTO DE PASAJEROS EN LOS PUNTOS DE
MÁXIMA DEMANDA**

**ANEXO 5: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE AFORO EN LAS
INTERSECCIONES**

ANEXO 6: VOLÚMENES TOTALES

ANEXO 7: PORCENTAJE DE MANIOBREAS

ANEXO 8: CÁLCULO DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO

ANEXO 9: PLANOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1	Conceptualización de variables6
Tabla 2	Líneas de estudio8
Tabla 3	Numero de aforos.....10
Tabla 4	Dimensiones de automóviles18
Tabla 5	Dimensiones de camiones.....18
Tabla 6	Dimensiones de autobuses18
Tabla 7	Requisitos para el tamaño mínimo aproximado de la muestra49
Tabla 8	Horas de estudio para aforos.....51
Tabla 9	Distritos y Barrios que cubre los taxi-trufis “El Chapaco”.....56
Tabla 10	Distancias de recorrido de las líneas taxi-trufi “El Chapaco”57
Tabla 11	Líneas, logos y banderas59
Tabla 12	Lista dela cantidad de socios de la asociación” El Chapaco”.....59
Tabla 13	Los recuentos de paradas de taxi-trufi son los siguiente60
Tabla 14	Planilla de recorrido línea 10161
Tabla 15	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 10163
Tabla 16	Planilla de recorrido línea 10263
Tabla 17	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 10265
Tabla 18	Planilla de recorrido de la 102 verde BI66
Tabla 19	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 BI68
Tabla 20	Planilla de recorrido línea 102 verde B269
Tabla 21	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 B2.....71
Tabla 22	Planilla de recorrido de la línea 102 verde A.....72
Tabla 23	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 A74
Tabla 24	Planilla de recorrido de la línea 10375
Tabla 25	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 10376
Tabla 26	Planilla de recorrido de la línea 104 celeste77
Tabla 27	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 10478
Tabla 28	Planilla de recorrido de la línea 106 celeste con blanco79
Tabla 29	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 10680
Tabla 30	Planilla de recorrido la línea 10781

Tabla 31	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 107	82
Tabla 32	Planilla de recorrido de la línea 108 Campesino	83
Tabla 33	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 108 campesino	84
Tabla 34	Planilla de recorrido de la línea 108 Campesino	85
Tabla 35	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 108	86
Tabla 36	Planilla de recorrido de la línea 109 M.....	87
Tabla 37	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 109 M.....	88
Tabla 38	Planilla de recorrido de la línea 109 H	89
Tabla 39	Frecuencia y cantidad de coches de la línea 109 H	90
Tabla 40	Horas de máxima demanda.....	91
Tabla 41	Tiempos de recorridos	92
Tabla 42	Distancias de recorrido	93
Tabla 43	Velocidades de recorrido	93
Tabla 44	Rango de velocidades para realizar la cantidad de aforos	95
Tabla 45	Ascenso y descenso en rutas en la mañana.....	96
Tabla 46	Ascenso y descenso en rutas en la tarde	97
Tabla 47	Ascenso y descenso en rutas en la noche.....	98
Tabla 48	Ascenso y descenso en puntos de máxima demanda.....	99
Tabla 49	Tiempo de recorrido.....	101
Tabla 50	Velocidad de recorrido.....	102
Tabla 51	Puntos de máxima demanda	103
Tabla 52	Puntos de estudio	104
Tabla 53	Datos aforados semana 1 – Punto de estudio 1.....	106
Tabla 54	Datos aforados semana 2 – Punto de estudio 1.....	107
Tabla 55	Datos aforados semana 3 – Punto de estudio 1.....	108
Tabla 56	Datos aforados semana 4 – Punto de estudio 1.....	109
Tabla 57	Volumen total-Hora: 7:00-8:00	111
Tabla 58	Volumen total-Hora 12:00-13:00.....	111
Tabla 59	Volumen total-Hora 18:00-19:00.....	112
Tabla 60	Depuración de valores fuera del rango	112
Tabla 61	Parámetros sin tomar en cuenta los valores fuera del rango.....	113
Tabla 62	Volúmenes totales.....	113

Tabla 63	Porcentajes de maniobras en el acceso 1 – Punto de estudio 1.....	114
Tabla 64	Porcentajes de maniobras en el acceso 2 – Punto de estudio 1.....	115
Tabla 65	Porcentajes de maniobras en el acceso 3 – Punto de estudio 1.....	116
Tabla 66	Porcentajes de vehículos pesados-Punto de estudio 1	117
Tabla 67	Porcentajes de maniobras de la intersección - Punto de estudio 1.....	118
Tabla 68	Clasificación del nivel de servicio del acceso 1 del punto de estudio 1	123
Tabla 69	Resultados de capacidad y nivel de servicio del punto de estudio 1	124
Tabla 70	Eficiencias del transporte público.....	130
Tabla 71	Resumen de resultados de la capacidad y nivel de servicio de los 8 puntos	132

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Congestionamiento de los Taxi-trufi en las horas picos5
Figura 2	Primer medio de transporte colectivo de pasajeros 12
Figura 3	Primer bus motorizado..... 14
Figura 4	Figura conductor y vehiculo 17
Figura 5	Maniobras de giros.....23
Figura 6	Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas en un solo sentido.....25
Figura 7	Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido.....26
Figura 8	Nivel de servicio A28
Figura 9	Nivel de servicio B29
Figura 10	Nivel de servicio C.....30
Figura 11	Nivel de servicio D.....30
Figura 12	Nivel de servicio E31
Figura 13	Nivel de servicio F32
Figura 14	Transporte público taxi-trufi33
Figura 15	Pasajeros en horas picos.....43
Figura 16	Ascenso y descenso de pasajeros50
Figura 17	Ruta de la línea 103 banderita amarilla.....51
Figura 18	Recorrido de la línea 10162
Figura 19	Recorrido de la línea 10265
Figura 20	Recorrido de la línea 102 BI68
Figura 21	Recorrido de la línea 102 B2.....71
Figura 22	Recorrido de la línea 102 A74
Figura 23	Recorrido de la línea 10376
Figura 24	Recorrido de la línea 10478
Figura 25	Recorrido de la línea 106 actualizada 202380
Figura 26	Recorrido de la línea 107 actualizada 202382
Figura 27	Recorrido de la línea 108 campesino actualizada 202384
Figura 28	Recorrido de la línea 108 Universidad actualizada 2023.....86
Figura 29	Recorrido de la línea 109 M actualizada 2023.....88
Figura 30	Retorno de la línea 109 H actualizada 2023.....90

Figura 31	Puntos de estudios.....	105
Figura 32	Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas en un solo sentido .	119
Figura 33	Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido	120
Figura 34	Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido	121
Figura 35	Tiempos de recorrido del transporte público	125
Figura 36	Eficiencia en Tiempos de recorrido	126
Figura 37	Velocidades de recorrido del transporte público.....	127
Figura 38	Eficiencia en velocidades de recorrido	128
Figura 39	Eficiencia en ascenso y descenso	129
Figura 40	Eficiencias del transporte público	130