

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO EN LA  
CIUDAD DE TARIJA PARA LA UBICACIÓN DE NUEVOS PUENTES  
SOBRE EL RÍO GUADALQUIVIR ZONA SUD OESTE”**

**Por:**

**YUCRA SULLCA CLAUDIA NOLA**

PROYECTO DE APLICACIÓN presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

Gestión 2019

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO DE LA  
CIUDAD DE TARIJA PARA LA UBICACIÓN DE NUEVOS PUENTES  
SOBRE EL RIO GUADALQUIVIR ZONA SUD OESTE”**

**Por:**

**YUCRA SULLCA CLAUDIA NOLA**

PROYECTO DE APLICACIÓN presentado a consideración de la  
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como  
requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA  
CIVIL.

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV – 502**

Gestión académica I/Semestre 2019

**TARIJA-BOLIVIA**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

## DEDICATORIA

A mis padres Wilson Roger y Nola,  
por su apoyo incondicional en esta  
etapa de mi vida.

A mis hermanas Carla, Carolina y  
Cecilia por ser mis compañeras de  
vida.

A mis docentes por forjar en mí deseo  
de contribuir a esta sociedad con mi  
trabajo y conocimiento.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanas por forjar mi camino, su inmenso cariño y aliento inquebrantable hizo posible este trabajo

Y a mis queridos amigos que siempre me persuadieron a seguir adelante.

“Nadie puede llegar a la cima armado sólo de su talento. Dios da el talento; el trabajo transforma el talento en genio.”

Anna Pavlova

V°B°

.....  
Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalves

**DECANO FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
Msc. Ing. Elizabeth Castro  
Figuroa

**VICEDECANA FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Oscar M. Chávez Calla**

.....  
**Ing. Mabel Zambrana Velasco**

.....  
**Ing. Antonio Calvimontes**





## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Situación problemática.....	2
1.2.2. Problema .....	3
1.2.3. Hipótesis.....	3
1.3. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.....	3
1.3.1. Variables independientes .....	3
1.3.2. Variables dependientes.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. DISEÑO METODOLÓGICO .....	4
1.5.1. Medios.....	5
1.5.1.1. Componentes .....	5
1.5.1.1.1. Unidad.....	5
1.5.1.1.2. Población .....	5
1.5.1.1.3. Muestra .....	5
1.5.1.1.4. Muestreo .....	5
1.5.1.2. Metodología.....	5
1.5.1.2.1. Métodos y técnicas empleadas.....	5
1.5.1.2.2. Método inductivo.....	5
1.5.1.2.3. Técnicas .....	6
1.5.1.2.4. Técnicas de mediciones .....	6
1.5.1.2.5. Aforos .....	7
1.5.1.3. Tratamiento estadístico.....	7
1.5.1.3.1. Estadística descriptiva.....	7
1.6. ALCANCE .....	10

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

2. ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO.....	12
2.1. DEFINICIÓN .....	12
2.2. FUNCIÓN DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO .....	12
2.2.1. Definición y competencia .....	12
2.2.2. Planeamiento.....	12
2.2.3. Organización de la ingeniería de tráfico .....	12
2.3. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO .....	13
2.3.1. Características de los vehículos .....	13
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.....	14
2.4.1. Usuario conductor.....	15
2.4.2. Usuario peatón.....	15
2.4.3. Flujo de pasajeros .....	15
2.5. TIPOS DE CALLES URBANAS .....	16
2.5.1. Vías urbanas.....	16
2.5.2. Vías interurbanas .....	18
2.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS URBANAS .....	19
2.6.1. La calle.....	20
2.6.2. Aceras .....	20
2.6.3. Bordillos.....	21
2.6.4. Puentes.....	22
2.6.4.1. Emplazamiento de puentes .....	23
2.6.4.2. Clasificación de los puentes atendiendo al obstáculo a salvar.....	25
2.6.4.3. Tipos de estudio para la construcción de puentes.....	26
2.6.4.3.1. Estudios de campo .....	26
2.7. PARÁMETROS FUNDAMENTALES .....	28
2.7.1. Volumen e intensidad .....	28
2.7.2. Velocidad.....	30
2.7.3. Densidad .....	31
2.8. CONCEPTOS GENERALES DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO .....	32
2.8.1. Capacidad vial.....	32

2.8.2. Nivel de servicio .....	32
--------------------------------	----

### **CAPÍTULO III**

#### **PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO VEHICULAR**

3. PARÁMETROS DEL COMPORTAMIENTO VEHICULAR. ....	34
3.1. GENERALIDADES.....	34
3.2. VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	35
3.2.1. Definición .....	35
3.2.2. Tipos de volúmenes .....	36
3.2.2.1. Volúmenes de tránsito absolutos o totales.....	36
3.2.2.1. Volúmenes de tránsito promedio diarios .....	36
3.2.2.2. Volúmenes de tránsito horarios .....	37
3.2.3. Procedimiento de aforos de volúmenes .....	37
3.2.3.1. Métodos de aforo .....	37
3.2.4. Uso de los volúmenes de tránsito .....	38
3.2.5. Composición de los volúmenes de tránsito.....	38
3.2.5.1. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda .....	39
3.2.6. Volúmenes de tránsito futuro.....	40
3.3. VELOCIDAD.....	41
3.3.1. Definiciones.....	41
3.3.2. Tipos de velocidades.....	41
3.3.3. Velocidad de punto .....	41
3.3.4. Estudio de velocidades de punto.....	42
3.3.5. Aforo de velocidades .....	42
3.4. CAPACIDAD VEHICULAR.....	43
3.4.1. Principios y conceptos generales de capacidades .....	43
3.4.2. Tipos de vías de capacidad .....	46
3.4.3. Factores que afectan la capacidad.....	48
3.4.4. Condiciones que definen los niveles de servicio .....	49
3.4.5. Tipos de niveles de servicio.....	49
3.4.6. Relación entre capacidad y nivel de servicio.....	53

## CAPÍTULO IV

### APLICACIÓN PRÁCTICA

4. APLICACIÓN PRÁCTICA .....	56
4.1. IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	56
4.1.1. Crecimiento de la ciudad .....	56
4.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE AFORO .....	64
4.2.1. Determinación de las horas picos .....	64
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ACCESOS A LOS PUENTES.....	66
4.4. ANÁLISIS DEL TRÁFICO EN ACCESOS DE PUENTES EXISTENTES .....	67
4.4.1. Procesamiento de datos de aforo .....	67
4.5. UBICACIÓN DE PUENTES.....	79

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
5.1. CONCLUSIONES.....	84
5.2. RECOMENDACIONES .....	88

## BIBLIOGRAFÍA

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Diseño Metodológico .....	4
<b>Figura 2.1:</b> Concepto de luz, vano y tramo.....	25
<b>Figura 2.2:</b> Partes componentes de un puente.....	26
<b>Figura 2.3:</b> Vista en planta del sitio de cruce.....	27
<b>Figura 2.4:</b> Perfil por el eje de la vía.....	27
<b>Figura 3.1:</b> Aforo de velocidades.....	43
<b>Figura 3.2:</b> Capacidad Ideal para accesos de dos sentidos .....	47
<b>Figura 3.3:</b> Capacidad ideal para accesos de un solo sentido .....	48
<b>Figura 3.4:</b> Nivel de servicio A.....	49
<b>Figura 3.5:</b> Nivel de servicio B.....	50
<b>Figura 3.6:</b> Nivel de servicio C.....	51
<b>Figura 3.7:</b> Nivel de servicio D.....	51
<b>Figura 3.8:</b> Nivel de servicio E .....	52
<b>Figura 3.9:</b> Nivel de servicio F .....	53

	Pág.
<b>Figura 3.10:</b> Relación de los niveles de servicio con la velocidad de operación y la relación volumen capacidad .....	54
<b>Figura 4.1:</b> Características geográficas .....	56
<b>Figura 4.2:</b> Estructuración urbana de la ciudad de Tarija .....	58
<b>Figura 4.3:</b> Intersección – punto de estudio 1 .....	60
<b>Figura 4.4:</b> Intersección – punto de estudio 2 .....	61
<b>Figura 4.5:</b> Intersección – punto de estudio 3 .....	62
<b>Figura 4.6:</b> Intersección – punto de estudio 4 .....	63
<b>Figura 4.7:</b> Capacidad teórica del acceso 1 del punto de estudio 3 .....	75
<b>Figura 4.8:</b> Puentes de la zona oeste de Tarija.....	80
<b>Figura 4.9:</b> Posible ubicación de los nuevos puentes .....	81
<b>Figura 4.10:</b> Zonas de influencia de tráfico vehicular .....	82

#### ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1:</b> Definición de puentes .....	24
<b>Cuadro 3.1:</b> Medidas de eficiencia .....	46
<b>Cuadro 3.2:</b> Índice de serviciabilidad .....	54
<b>Cuadro 4.1:</b> Análisis histórico de ocupación .....	58
<b>Cuadro 4.2:</b> Horas pico en el puente Bolívar.....	64
<b>Cuadro 4.3:</b> Horas pico en el puente Bicentenario .....	65
<b>Cuadro 4.4:</b> Aforos mensuales.....	68
<b>Cuadro 4.5:</b> Aforos mensuales.....	68
<b>Cuadro 4.6:</b> Aforos mensuales.....	69
<b>Cuadro 4.7:</b> Aforos mensuales.....	69
<b>Cuadro 4.8:</b> Aforos mensuales.....	70
<b>Cuadro 4.9:</b> Aforos mensuales.....	70
<b>Cuadro 4.10:</b> Aforos de velocidades.....	72

#### ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1:</b> Horas pico en el puente Bolívar.....	65
<b>Gráfico 4.2:</b> Horas pico en el puente Bicentenario .....	66
<b>Gráfico 5.1:</b> Cantidad de vehículos anuales en Tarija .....	85
<b>Gráfico 5.2:</b> Proyección automotriz para la ciudad de Tarija .....	86

	Pág.
<b>Gráfico 5.3:</b> Proyección crecimiento poblacional para la ciudad de Tarija .....	87
<b>Gráfico 5.4:</b> Proyección crecimiento poblacional hasta 2030 para la ciudad de Tarija ..	88

#### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1:</b> Crecimiento poblacional .....	59
<b>Tabla 4.2:</b> Descripción de la intersección – punto de estudio 1 .....	60
<b>Tabla 4.3:</b> Descripción de la intersección – punto de estudio 2 .....	61
<b>Tabla 4.4:</b> Descripción de la intersección – punto de estudio 3 .....	62
<b>Tabla 4.5:</b> Descripción de la intersección – punto de estudio 4 .....	63
<b>Tabla 4.6:</b> Porcentajes de giros de la intersección – punto de estudio 1 .....	73
<b>Tabla 4.7:</b> Porcentajes de usuarios de la intersección – punto de estudio 1 .....	73
<b>Tabla 4.8:</b> Porcentajes de giros de la intersección – punto de estudio 2 .....	73
<b>Tabla 4.9:</b> Porcentajes de usuarios de la intersección – punto de estudio 2 .....	74
<b>Tabla 4.10:</b> Porcentajes de giros de la intersección – punto de estudio 3 .....	74
<b>Tabla 4.11:</b> Porcentajes de usuarios de la intersección – punto de estudio 3 .....	74
<b>Tabla 4.12:</b> Porcentajes de giros de la intersección – punto de estudio 4 .....	74
<b>Tabla 4.13:</b> Porcentajes de usuarios de la intersección – punto de estudio 4 .....	74
<b>Tabla 4.14:</b> Clasificación del nivel de servicio del acceso 1 del punto de estudio 3 .....	78
<b>Tabla 4.15:</b> Resultados de capacidad y nivel de servicio de los accesos del punto de estudio 1. ....	78
<b>Tabla 4.16:</b> Resultados de capacidad y nivel de servicio de los accesos del punto de estudio 2. ....	78
<b>Tabla 4.17:</b> Resultados de capacidad y nivel de servicio de los accesos del punto de estudio 3. ....	79

#### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: PLANILLAS DE AFOROS EN LOS PUENTES BOLÍVAR Y BICENTENARIO

ANEXO II: FOTOS RELEVANTES

ANEXO III: PLANOS