

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



**“EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE VEHÍCULOS PESADOS EN LOS  
ACCESOS NORTE Y SUR DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

**POR:**

**MARCELO WILSON TRINO GIRON**

Proyecto de Grado. Presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO, como requisito para optar el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**SEMESTRE II-2021**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

El presente Proyecto, lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Son los mejores padres.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

	pág.
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
1.5 HIPÓTESIS .....	4
1.6 ALCANCE .....	4
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO .....	5
1.7.1 Determinación del esquema lógico estructural .....	5

## CAPÍTULO II

### CONCEPTOS GENERALES DE INGENIERÍA DE TRÁFICO

	pág.
2.1 INGENIERÍA DE TRÁFICO.....	6
2.2 VOLÚMENES DE TRÁFICO .....	6
2.2.1 Tránsito promedio diario (TPD) .....	6
2.2.2 Tránsito promedio horario (TPH) .....	7
2.3 COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN .....	7
2.4 DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS (METROS).....	8
2.5 EL TRÁNSITO DE LA HORA PICO O DE PUNTA .....	11

2.6 EL FACTOR DE HORA PICO, FHP .....	11
2.7 VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO.....	12
2.7.1 Variaciones horarias .....	12
2.7.2 Variaciones diarias.....	12
2.7.3 Variación semanal.....	12
2.7.4 Variación mensual .....	12
2.7.5 Variaciones por sentido .....	12
2.8 CONTEOS O AFOROS VEHICULARES .....	13
2.8.1 Recuento automático.....	13
2.8.2 Recuento manual.....	13
2.9 PERIODO DE RECUESTO .....	14
2.9.1 Recuentos permanentes.....	14
2.9.2 Recuento periódico .....	14
2.9.3 Recuento de tiempo específico .....	15
2.10 TIPOS DE VEHÍCULOS Y SUS CARACTERÍSTICAS .....	15
2.10.1 Automóviles.....	16
2.10.2 Camiones .....	16
2.10.3 Autobuses.....	16
2.11 NIVELES DE SERVICIO .....	17
2.11.1 Nivel de servicio A .....	17
2.11.2 Nivel de servicio B .....	18
2.11.3 Nivel de servicio C .....	18
2.11.4 Nivel de servicio D .....	19
2.11.5 Nivel de servicio E.....	20

2.11.6 Nivel de servicio F .....	20
2.12 TIPOS DE VÍAS Y SUS CARACTERÍSTICAS NORMA AASTHO .....	22
2.12.1 Autopistas .....	23
2.12.1.1 Autopistas urbanas .....	23
2.12.1.2 Autopistas rurales.....	23
2.12.2 Carreteras troncales.....	23
2.12.2.1 Las carreteras troncales suburbanas .....	23
2.12.2.2 Las carreteras troncales rurales .....	24
2.12.3 Carreteras Colectoras .....	24
2.12.3.1 Las carreteras colectoras suburbanas .....	24
2.12.3.2 Las carreteras colectoras rurales .....	24
2.13 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS POR LA NORMA (ABC).....	25
2.13.1 Autopistas .....	26
2.13.2 Autorrutas .....	26
2.13.3 Carreteras primarias .....	27
2.13.4 Caminos colectores .....	27
2.13.5 Caminos locales .....	27
2.13.6 Caminos de desarrollo .....	27
2.14 CAPACIDADES Y NIVELES DE SERVICIO EN CARRETERAS .....	28

# CAPÍTULO III

## APLICACIÓN PRÁCTICA

	pág.
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	33
3.1.1 Acceso Norte.....	34
3.1.2 Acceso Sur.....	35
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACCESOS.....	36
3.2.1 Acceso Norte.....	36
3.2.2 Acceso Sur.....	37
3.3 PROCEDIMIENTO DEL CONTEO DE VEHÍCULOS .....	38
3.4 DETERMINACIÓN DE LA HORA PICO EN EL ACCESO NORTE .....	39
3.5 DETERMINACIÓN DE LA HORA PICO EN EL ACCESO SUR.....	40
3.6 AFORO DE VOLUMEN VEHICULAR.....	41
3.7 DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO NORTE (TOMATITAS).....	42
3.7.1 Carril norte a sur .....	42
3.7.1.1 Volúmenes día martes .....	42
3.7.1.2 Volúmenes día jueves .....	42
3.7.1.3 Volúmenes día sábado.....	42
3.7.2 Carril sur a norte .....	43
3.7.2.1 Volúmenes día martes .....	43
3.7.2.2 Volúmenes día jueves .....	43
3.7.2.3 Volúmenes día sábado.....	43
3.8 DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO NORTE (SAN MATEO).....	44
3.8.1 Carril norte a sur .....	44

3.8.1.1	Volúmenes día martes .....	44
3.8.1.2	Volúmenes día jueves .....	44
3.8.1.3	Volúmenes día sábado.....	44
3.8.2	Carril sur a norte .....	45
3.8.2.1	Volúmenes día martes .....	45
3.8.2.2	Volúmenes día jueves .....	45
3.8.2.3	Volúmenes día sábado.....	45
3.9	DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO NORTE (DOBLE VIA) .....	46
3.9.1	Sentido norte a sur .....	46
3.9.1.1	Volúmenes día martes .....	46
3.9.1.2	Volúmenes día jueves .....	46
3.9.1.3	Volúmenes día sábado.....	46
3.9.2	Sentido sur a norte .....	47
3.9.2.1	Volúmenes día martes .....	47
3.9.2.2	Volúmenes día jueves .....	47
3.9.2.3	Volúmenes día sábado.....	47
3.10	DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO SUR (BERMEJO) .....	48
3.10.1	Carril norte a sur .....	48
3.10.1.1	Volúmenes día lunes .....	48
3.10.1.2	Volúmenes día miércoles .....	48
3.10.1.3	Volúmenes día domingo .....	48
3.10.2	Carril sur a norte .....	49
3.10.2.1	Volúmenes día lunes .....	49
3.10.2.2	Volúmenes día miércoles .....	49

3.10.2.3 Volúmenes día domingo .....	49
3.11 DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO SUR (EL CHACO).....	50
3.11.1 Carril norte a sur .....	50
3.11.1.1 Volúmenes día lunes .....	50
3.11.1.2 Volúmenes día miércoles .....	50
3.11.1.3 Volúmenes día domingo .....	50
3.11.2 Carril sur a norte .....	51
3.11.2.1 Volúmenes día lunes .....	51
3.11.2.2 Volúmenes día miércoles .....	51
3.11.2.3 Volúmenes día domingo .....	51
3.12 DATOS DE VOLÚMENES EN EL ACCESO SUR (TRIPLE VIA).....	52
3.12.1 Sentido norte a sur .....	52
3.12.1.1 Volúmenes día lunes .....	52
3.12.1.2 Volúmenes día miércoles .....	52
3.12.1.3 Volúmenes día domingo .....	52
3.12.2 Sentido sur a norte .....	53
3.12.2.1 Volúmenes día lunes .....	53
3.12.2.2 Volúmenes día miércoles .....	53
3.12.2.3 Volúmenes día domingo .....	53
3.12.3 Sentido sur a norte vía extrema.....	54
3.12.3.1 Volúmenes día lunes .....	54
3.12.3.2 Volúmenes día miércoles .....	54
3.12.3.3 Volúmenes día domingo .....	54
3.13 CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SERVICIO .....	55



3.13.1 Acceso norte Tomatitas .....	56
3.13.2 Acceso norte San Mateo .....	57
3.13.3 Acceso norte doble vía.....	58
3.13.3.1 Carril norte a sur.....	58
3.13.3.2 Carril sur a norte.....	59
3.13.4 Acceso sur Bermejo .....	60
3.13.5 Acceso sur El Chaco .....	61
3.13.6 Acceso sur triple vía .....	62
3.13.6.1 Carril norte a sur.....	62
3.13.6.2 Carril sur a norte.....	63
3.13.6.3 Carril sur a norte (vía extrema) .....	64
3.14 TABLA DE RESULTADOS DE NIVEL DE SERVICIO .....	65
3.15 PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS .....	65
3.15.1 Acceso Norte.....	65
3.15.1.1 Tomatitas.....	65
3.15.1.2 San Mateo.....	65
3.15.2 Acceso sur .....	66
3.15.2.1 Bermejo .....	66
3.15.2.2 El Chaco .....	66
3.16 NIVEL DE SERVICIO DE ACUERDO A LA NORMA (ABC).....	67
3.16.1 Acceso norte Tomatitas .....	67
3.16.2 Acceso norte San Mateo .....	68
3.16.3 Acceso sur Bermejo .....	69
3.16.4 Acceso sur El Chaco .....	70

3.17 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	70
3.17.1 Acceso norte .....	70
3.17.2 Acceso sur .....	73
3.18 PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	75

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	pág.
4.1 CONCLUSIONES .....	88
4.2 RECOMENDACIONES .....	94

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

### **PLANOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura nro 1. Esquema lógico estructural .....	5
Figura nro 2. Nivel de servicio A .....	17
Figura nro 3. Nivel de servicio B.....	18
Figura nro 4. Nivel de servicio C.....	19
Figura nro 5. Nivel de servicio D .....	19
Figura nro 6. Nivel de servicio E.....	20
Figura nro 7. Nivel de servicio F .....	21
Figura nro 8. Ubicación del Proyecto .....	33
Figura nro 9. Ubicación de aforos en el acceso Norte .....	34
Figura nro 10. Ubicación de Aforos en el acceso Sur .....	35
Figura nro 11. Medición en el acceso Norte.....	37
Figura nro 12. Medición en el acceso sur .....	38
Figura nro 13. Histograma horas pico acceso norte .....	39
Figura nro 14. Histograma horas pico acceso sur .....	40
Figura nro 15. Vehículo de carga pesada generando congestionamiento .....	66
Figura nro 16. Restricción y parqueos en el acceso norte .....	76
Figura nro 17. Restricción y parqueos en el acceso sur (El Portillo).....	76
Figura nro 18. Vía alterna en la zona norte .....	79
Figura nro 19. Ruta alterna para en tránsito pesado .....	82
Figura nro 20. Señalización en el acceso Sur .....	83
Figura nro 21. Señal de tránsito en el acceso Norte.....	84
Figura nro 22. Señalización en el acceso norte.....	84

Figura nro 23. Posible recorrido de las segunda circunvalación .....	85
Figura nro 24. Trabajos de apertura de la segunda circunvalación .....	86
Figura nro 25. Segunda circunvalación Granada.....	87
Figura nro 26. Vehículo pesado circulando en acceso sur El Chaco.....	89
Figura nro 27. Ruta autorizada para vehículos pesados .....	91
Figura nro 28. Puntos de desvío y señalización.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla nro 1. Dimensiones de los vehículos según la norma AASHTO.....	8
Tabla nro 2. Alturas máximas permitidas según norma (ABC) .....	9
Tabla nro 3. Dimensiones máximas permitidas según la norma (ABC) .....	10
Tabla nro 4. Dimensiones de los vehículos en nuestro medio.....	16
Tabla nro 5. Descripción de los niveles de servicio .....	21
Tabla nro 6. Nivel de servicio según la tipología del terreno .....	25
Tabla nro 7. Relación volumen capacidad, factores tabulados.....	30
Tabla nro 8. Ajuste por distribución direccional del tránsito en carreteras .....	30
Tabla nro 9. Factores de Hora Pico (FHP) para Carreteras de dos Carriles. ....	31
Tabla nro 10. Factores de ajuste por efecto combinado de carriles.....	31
Tabla nro 11. Automóviles equivalentes por camiones y autobuses .....	32
Tabla nro 12. Ancho de carril y berma Tomatitas .....	36
Tabla nro 13. Ancho de carril y berma San Mateo.....	36
Tabla nro 14. Ancho de carril y berma en la doble vía acceso norte.....	36
Tabla nro 15. Ancho de carril y berma Acceso sur El Chaco y Bermejo .....	37
Tabla nro 16. Ancho de carril y berma en la triple vía en el acceso sur .....	38
Tabla nro 17. Horas pico acceso norte.....	39
Tabla nro 18. Horas pico acceso sur .....	40
Tabla nro 19. Volúmenes días martes carril norte a sur Tomatitas .....	42
Tabla nro 20. Volúmenes días jueves carril norte a sur Tomatitas .....	42
Tabla nro 21. Volúmenes días sábado carril norte a sur Tomatitas .....	42
Tabla nro 22. Volúmenes días martes carril sur a norte Tomatitas .....	43

Tabla nro 23. Volúmenes días jueves carril sur a norte Tomatitas .....	43
Tabla nro 24. Volúmenes días sábado carril sur a norte Tomatitas .....	43
Tabla nro 25. Volúmenes días martes carril norte a sur San Mateo .....	44
Tabla nro 26. Volúmenes días jueves carril norte a sur San Mateo .....	44
Tabla nro 27. Volúmenes días sábado carril norte a sur San Mateo .....	44
Tabla nro 28. Volúmenes días martes carril sur a norte San Mateo .....	45
Tabla nro 29. Volúmenes días jueves carril sur a norte San Mateo .....	45
Tabla nro 30. Volúmenes días sábado carril sur a norte San Mateo .....	45
Tabla nro 31. Volumen días martes, carril norte a sur, acceso norte doble vía .....	46
Tabla nro 32. Volumen días jueves, carril norte a sur, acceso norte doble vía .....	46
Tabla nro 33. Volumen días sábado, carril norte a sur, acceso norte doble vía .....	46
Tabla nro 34. Volumen días martes, carril sur a norte, acceso norte doble vía .....	47
Tabla nro 35. Volumen días jueves, carril sur a norte, acceso norte doble vía .....	47
Tabla nro 36. Volumen días sábado, carril sur a norte, acceso norte doble vía .....	47
Tabla nro 37. Volúmenes días lunes, carril norte a sur, Bermejo .....	48
Tabla nro 38. Volúmenes días miércoles, carril norte a sur, Bermejo .....	48
Tabla nro 39. Volúmenes días domingo, carril norte a sur, Bermejo .....	48
Tabla nro 40. Volúmenes días lunes, carril sur a norte, Bermejo .....	49
Tabla nro 41. Volúmenes días miércoles, carril sur a norte, Bermejo .....	49
Tabla nro 42. Volúmenes días domingo, carril sur a norte, Bermejo .....	49
Tabla nro 43. Volúmenes días lunes, carril norte a sur, El Chaco .....	50
Tabla nro 44. Volúmenes días miércoles, carril norte a sur, El Chaco .....	50
Tabla nro 45. Volúmenes días domingo, carril norte a sur, El Chaco .....	50
Tabla nro 46. Volúmenes días lunes, carril sur a norte, El Chaco .....	51

Tabla nro 47. Volúmenes días miércoles carril, sur a norte, El Chaco .....	51
Tabla nro 48. Volúmenes días domingo, carril sur a norte, El Chaco .....	51
Tabla nro 49. Volúmenes días lunes, carril norte a sur, triple vía .....	52
Tabla nro 50. Volúmenes días miércoles, carril norte a sur, triple vía .....	52
Tabla nro 51. Volúmenes días domingo, carril norte a sur, triple vía .....	52
Tabla nro 52. Volúmenes días lunes, carril sur a norte, triple vía .....	53
Tabla nro 53. Volúmenes días miércoles, carril sur a norte, triple vía .....	53
Tabla nro 54. Volúmenes días domingo, carril sur a norte, triple vía .....	53
Tabla nro 55. Volumen lunes, carril sur a norte, triple vía (vía extrema).....	54
Tabla nro 56. Volumen miércoles, carril sur a norte, triple vía (vía extrema).....	54
Tabla nro 57. Volumen domingo, carril sur a norte, triple vía (vía extrema) .....	54
Tabla nro 58. Nivel de servicio acceso norte Tomatitas.....	56
Tabla nro 59. Nivel de servicio acceso norte, San Mateo .....	57
Tabla nro 60. Nivel de servicio en la doble vía, carril norte a sur.....	58
Tabla nro 61. Nivel de servicio en la doble vía, carril sur a norte.....	59
Tabla nro 62. Nivel de servicio en el acceso sur Bermejo.....	60
Tabla nro 63. Nivel de servicio en el acceso sur El Chaco.....	61
Tabla nro 64. Nivel de servicio en el acceso sur, triple vía sentido norte a sur.....	62
Tabla nro 65. Nivel de servicio en el acceso sur, triple vía sentido sur a norte.....	63
Tabla nro 66. Nivel de servicio en la triple vía carril secundario sentido sur a norte	64
Tabla nro 67. Tabla de resultados de niveles de servicio .....	65
Tabla nro 68. Porcentaje de vehículos pesados en el acceso Norte Tomatitas .....	65
Tabla nro 69. Porcentaje de vehículos pesados en el acceso Norte San Mateo.....	65
Tabla nro 70. Porcentaje de vehículos pesados en el acceso Sur Bermejo.....	66

Tabla nro 71. Porcentaje de vehículos pesados en el acceso Sur El Chaco .....	66
Tabla nro 72. Nivel de servicio Tomatitas norma (ABC).....	67
Tabla nro 73. Nivel de servicio San Mateo norma (ABC) .....	68
Tabla nro 74. Nivel de servicio Bermejo norma (ABC).....	69
Tabla nro 75. Nivel de servicio El Chaco norma (ABC).....	70
Tabla nro 76. Resultados en el acceso norte Tomatitas .....	72
Tabla nro 77. Resultados en el acceso norte San Mateo .....	72
Tabla nro 78. Resultados en la doble vía carril norte a sur .....	72
Tabla nro 79. Resultados en la doble vía carril sur a norte .....	72
Tabla nro 80. Resultados en el acceso sur Bermejo .....	73
Tabla nro 81. Resultados en el acceso sur El Chaco .....	73
Tabla nro 82. Resultados en la Triple vía carril norte a sur .....	74
Tabla nro 83. Resultados en la triple vía carril sur a norte .....	74
Tabla nro 84. Resultados en la triple vía, vía secundaria de sentido sur a norte .....	74
Tabla nro 85. Volumen de vehículos en la vía San Mateo .....	78
Tabla nro 86. Volumen de vehículos en la vía de Tomatitas.....	78
Tabla nro 87. Capacidad y velocidad en el acceso norte .....	78
Tabla nro 88. Vehículos pesados en la via San Lorenzo - Monte sud.....	81
Tabla nro 89. Volumen reducido y nivel de servicio en el acceso norte .....	81
Tabla nro 90. Características de la vía alterna San Lorenzo - Monte sud .....	81
Tabla nro 91. Tramos Representativos en la ruta del proyecto .....	86
Tabla nro 92. Niveles de servicio .....	88
Tabla nro 93. Porcentaje de vehículos pesados y buses .....	89
Tabla nro 94. Volúmenes de vehículos pesados y buses .....	90



Tabla nro 95. Volúmenes y Nivel de servicio en la vía San Mateo ..... 93

Tabla nro 96. Volúmenes y Nivel de servicio en la vía Tomatitas ..... 93

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo A. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso norte Tomatitas.

Anexo B. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso norte San Mateo.

Anexo C. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso norte doble vía.

Anexo D. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso sur Bermejo.

Anexo E. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso sur El Chaco.

Anexo F. Aforos y Volumen promedio horario en el acceso sur triple vía.

## **ÍNDICE DE PLANOS**

Plano 1. Restricción y parqueos en el acceso norte.

Plano 2. Señalización en el acceso norte.

Plano 3. Restricción y parqueos en el acceso sur.

Plano 4. Señalización en el acceso sur.

Plano 5. Detalles de la señalética.