

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



“ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA ROTONDA UBICADA ENTRE LA AV. HÉROES DE LA INDEPENDENCIA Y AV. LOS SAUCES”

Por:

FERNANDO GERÓNIMO ALMAZÁN

Agosto del 2011

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”



“ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA ROTONDA UBICADA ENTRE LA AV. HÉROES DE LA INDEPENDENCIA Y AV. LOS SAUCES”

Por:

FERNANDO GERÓNIMO ALMAZÁN

PROPUESTA ELEBORADA EN LA ASIGNATURA

CIV-502

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

Agosto del 2011

TARIJA - BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de Presentación:

Calificación Numeral:

Calificación Literal:

.....

Ing. Trinidad Baldiviezo

Docente de la Materia

EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de Presentación y Defensa:

Calificación Numeral:

Calificación Literal:

VºBº

Ing. Trinidad Baldiviezo

DOCENTE DE LA MATERIA

Ing. Luis A. Yurquina
DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

Lic. Gustavo Succi
VICEDECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Fernando Mur L.

Ing. Wilson Yucra R.

Ing. Marcelo Segovia C.

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

A Dios, a mí adorada familia, a mis queridos compañeros y amigos que me alentaron en todo momento para lograr concluir con este mi trabajo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios sobre todo por el preciado don de la vida, por haberme dado fe y sabiduría, que me fortalecieron y dieron perseverancia para alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A mis adorados padres: René y Erlinda y hermana: Diva Lizeth, por todo su apoyo, cariño y entrega desinteresada e incondicional a lo largo de mis años de estudio.

A mis amigos/as y compañeros/as que me brindaron su apoyo y colaboración en todo momento.

A mis tribunales y docentes por regalarme valiosos momentos de su tiempo, ofreciéndome sus enseñanzas y conocimientos para la concreción de este logro para mí persona.

PENSAMIENTO:

“Ser humilde para con los superiores es un deber, para los iguales, una muestra de cortesía, para los inferiores, una prueba de nobleza.”

Benjamín Franklin

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación: Situación Problemática.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Metodología y Técnicas.....	4
1.4.1. Metodología.....	4
1.4.2. Técnicas.....	4
1.5. Medios.....	5
1.6. Alcance.....	5

CAPÍTULO II

2. LA INGENIERÍA DE TRÁFICO Y SUS VARIABLES

2.1. Enfoque General de la Ingeniería de Tráfico.....	7
2.1.1. Solución al Problema de Tráfico.....	8
2.1.2. Elementos del Tráfico.....	9
2.1.2.1. Usuario.....	9
2.1.2.2. Vehículo.....	11
2.1.2.3. Vía.....	15
2.2. Introducción a las intersecciones giratorias.....	15
2.2.1. Definición de Rotonda.....	15
2.2.2. Consideraciones para la Implantación de Rotondas.....	16
2.2.3. Categorías de Rotondas.....	18
2.3. Factores del Tráfico.....	22

2.3.1. Planificación.....	23
2.3.1.1. Métodos de Aforo.....	23
2.3.1.1.1. Mecánico.....	23
2.3.1.1.2. Manual.....	25
2.3.1.2. Periodo de aforo.....	26
2.3.2. Volumen.....	27
2.3.2.1. Tránsito Promedio Horario (TPH)	28
2.3.2.2. Tránsito Promedio Diario (TPD)	28
2.3.3. Velocidad.....	29
2.3.3.1. Velocidad de Punto.....	29
2.3.3.2. Velocidad de Recorrido Total.....	30
2.3.3.3. Velocidad de Crucero.....	31
2.3.3.4. Velocidad Directriz.....	31
2.3.3.5. Velocidad de Circulación Media.....	32
2.3.3.6. Velocidad Percentil.....	32
2.3.4. Densidad.....	32
2.4. Capacidad.....	33
2.4.1. Capacidad en vías interrumpidas.....	33
2.4.2. Capacidad de una rotonda urbana.....	34
2.5. Nivel de Servicio.....	36
2.5.1. Nivel de Servicio A.....	36
2.5.2. Nivel de Servicio B.....	37
2.5.3. Nivel de Servicio C.....	37
2.5.4. Nivel de Servicio D.....	38
2.5.5. Nivel de Servicio E.....	39
2.5.6. Nivel de Servicio F.....	39
2.6. SemafORIZACIÓN.....	40
2.6.1. Componentes del Semáforo.....	40
2.6.2. Tipos de Semáforos.....	43
2.6.3. Términos Básicos o Parámetros de Tiempo.....	44
2.7. Señalización.....	45

2.7.1. Tipos de Señalización.....	46
2.7.1.1. Señalización Vertical.....	46
2.7.1.2. Señalización Horizontal.....	49

CAPÍTULO III

3. APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1. Ubicación de la Zona de Estudio.....	52
3.2. Determinación de Horas Pico.....	53
3.3. Determinación de Parámetros de Tráfico.....	54
3.3.1. Velocidad de Punto.....	54
3.3.2. Volumen Vehicular.....	56
3.3.3. Capacidad y Nivel de Servicio.....	62
3.3.4. SemafORIZACIÓN.....	66
3.3.4.1. Capacidad con Semáforo.....	75
3.3.4.2. Nivel de Servicio con Semáforo.....	76
3.3.5. Congestionamiento Vehicular.....	77
3.3.5.1. Determinación del Congestionamiento Vehicular.....	77
3.3.5.1.1. Análisis Probabilístico.....	78
3.3.5.1.2. Análisis Determinístico.....	80
3.4. Resumen y Análisis de Resultados Obtenidos.....	84
3.4.1. Velocidad de Punto.....	84
3.4.2. Volumen Vehicular.....	85
3.4.3. Capacidad y Nivel de Servicio.....	87
3.4.4. SemafORIZACIÓN.....	89
3.4.5. Congestionamiento Vehicular.....	90
3.4.5.1. Método probabilístico.....	90
3.4.5.2. Método Determinístico.....	91
3.5. Evaluación y Análisis del Diseño Geométrico en la Rotonda.....	92
3.5.1. Consideraciones Sobre la Geometría Actual de la Rotonda Estudiada.....	92

3.5.2. Área Disponible.....	93
3.5.3. Peatones en el Área de Influencia.....	94
3.5.4. Justificación Técnica: Ubicación de la Rotonda.....	95
3.5.5. Ubicación y Accesos de la Rotonda.....	95
3.5.6. Conexiones de Entradas y Salidas en la Rotonda.....	99
3.5.7. Las Trayectorias de los Vehículos en la Rotonda y la Velocidad Asociada.....	100
3.5.8. Isleta Central.....	101
3.5.9. Calzada Anular o Anillo.....	103
3.5.10. Ramales de Entrada y Salida.....	105
3.5.11. Visibilidad en la Rotonda.....	108
3.5.12. Vehículo de Diseño.....	111
3.5.13. Peralte.....	112
3.6. Planteamiento de Soluciones.....	114
3.6.1. Soluciones de Alto Costo.....	114
3.6.1.1. Construcción de un Paso a Desevel en la Rotonda.....	114
3.6.2. Soluciones de Bajo Costo.....	115
3.6.2.1. Prohibición de Paradas Antes y Después de la Rotonda.....	115
3.6.2.2. Señalización.....	118

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	119
4.2. Recomendaciones.....	120

BIBLIOGRAFIA.....	122
--------------------------	------------

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Datos Básicos de los Vehículos Tipo.....	12
Cuadro 3.1. Determinación de Horas Pico.....	53
Cuadro 3.2. Horas Pico.....	54
Cuadro 3.3. Resumen Velocidades de Punto Acceso A.....	56
Cuadro 3.4. Resumen Velocidades de Punto Acceso B.....	56
Cuadro 3.5. Resumen Velocidades de Punto Acceso C.....	56
Cuadro 3.6. Volúmenes Horarios en la Mañana (7:00 a 8:00).....	58
Cuadro 3.7. Volúmenes Horarios al Mediodía (12:00 a 13:00).....	59
Cuadro 3.8. Volúmenes Horarios en la Noche (19:00 a 20:00).....	60
Cuadro 3.9. Volúmenes Totales Rotonda Ubicada entre la Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces.....	61
Cuadro 3.10. Nivel de Servicio.....	62
Cuadro 3.11. Datos para el Cálculo de la Capacidad en los Accesos.....	63
Cuadro 3.12. Niveles de Servicio.....	64
Cuadro 3.13. Factor de Vehículos Pesados.....	68
Cuadro 3.14. Flujo de Vehículos Equivalentes.....	69
Cuadro 3.15. Flujo de Saturación.....	70
Cuadro 3.16. Tiempos del Semáforo.....	74
Cuadro 3.17. Datos para el Cálculo de la Capacidad en los Accesos.....	75
Cuadro 3.18. Nivel de Servicio en Intersecciones Semaforizadas.....	76
Cuadro 3.19. Tiempos del Semáforo.....	89
Cuadro 3.20. Anchos de Giro del Vehículo Tipo en Glorietas.....	104
Cuadro 3.21. Pendientes Transversales en la Calzada Anular.....	113
Cuadro 3.22. Datos para Calculo de la Capacidad en los Accesos.....	115
Cuadro 3.23. Niveles de Servicio.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Vehículo Tipo Ligero.....	13
Figura 2.2. Intersección Giratoria.....	16
Figura 2.3. Reducción de los Puntos de Conflicto en una Intersección de Cuatro Ramales.....	17
Figura 2.4. Carriles de Trenzado.....	18
Figura 2.5. Esquema de Rotonda con Prioridad a las Entradas.....	19
Figura 2.6. Esquema de Rotonda con Prioridad al Anillo.....	19
Figura 2.7. Rotonda Semaforizada.....	20
Figura 2.8. Grandes Rotondas.....	21
Figura 2.9. Rotondas Compactas.....	21
Figura 2.10. Típica Mini-Rotonda.....	22
Figura 2.11. Método CETUR-89 (Francia).....	35
Figura 2.12. Nivel de Servicio A.....	36
Figura 2.13. Nivel de Servicio B.....	37
Figura 2.14. Nivel de Servicio C.....	38
Figura 2.15. Nivel de Servicio D.....	38
Figura 2.16. Nivel de Servicio E.....	39
Figura 2.17. Nivel de Servicio F.....	40
Figura 2.18. Colores del Semáforo.....	41
Figura 2.19. Colores de Señales Restrictivas.....	47
Figura 2.20. Color de Señal Preventiva.....	48
Figura 2.21. Colores de las Señales Informativas.....	48
Figura 2.22. Ejemplo de Señales Horizontales.....	50
Figura 3.1. Zona de Estudio.....	52
Figura 3.2. Histograma de Horas Pico.....	53
Figura 3.3 Ubicación de Puntos de Aforo de las Velocidades.....	55
Figura 3.4. Puntos de Aforos de Volúmenes.....	57
Figura 3.5. Ábaco para el Cálculo de la Capacidad.....	62
Figura 3.6. Resumen de Velocidades de Punto.....	84

Figura 3.7. Volúmenes Totales.....	85
Figura 3.8. Volúmenes Totales en Acceso A.....	85
Figura 3.9. Volúmenes Totales en Acceso B.....	86
Figura 3.10. Volúmenes Totales en Acceso C.....	86
Figura 3.11. Capacidad Vehicular.....	87
Figura 3.12. Nivel de Servicio.....	88
Figura 3.13. Capacidad Vehicular de la Rotonda.....	88
Figura 3.14. Capacidad Real Fase Verde.....	89
Figura 3.15. Demora con Nivel de Servicio.....	89
Figura 3.16. Nivel de Servicio con Semáforo.....	89
Figura 3.17. Cola de Espera.....	90
Figura 3.18. Demora Total por Ciclo.....	90
Figura 3.19. Demora en Línea de Espera.....	90
Figura 3.20. Cola de Espera.....	91
Figura 3.21. Demora Total por Ciclo.....	91
Figura 3.22. Demora Promedio por Ciclo.....	91
Figura 3.23. Elementos Geométricos.....	92
Figura 3.24. Rotonda Ubicada entre la Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces.....	94
Figura 3.25. Rotondas en medios urbanos.....	96
Figura 3.26. Desalineación de un Acceso.....	97
Figura 3.27. Radio de Trayectoria Crítico en el Acceso A.....	97
Figura 3.28. Espaciamiento de los Ramales.....	98
Figura 3.29. Acceso A en la Rotonda Ubicada entre la Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces.....	98
Figura 3.30. Inflexión a la Entrada: Desalineando los Accesos.....	99
Figura 3.31. Muestra Teórica de Perfil de Velocidad Rotonda Urbana.....	100
Figura 3.32. Isleta Central de la Rotonda Ubicada entre la Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces.....	102
Figura 3.33. Calzada Anular.....	103

Figura 3.34. Calzada Anular en la Rotonda Ubicada entre la Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces.....	105
Figura 3.35. Ensanchamiento de Aproximación Mediante la Adición de un Carril Total.....	106
Figura 3.36. Ensanchamiento de Aproximación Mediante el Abocinamiento de la Entrada.....	107
Figura 3.37. Trayectoria Vehicular Rotonda Urbana.....	109
Figura 3.38. Trayectoria Vehicular para la Maniobra de Giro Derecha.....	109
Figura 3.39. Maniobra de Giro Derecha en el Acceso A.....	110
Figura 3.40. Trayectoria Vehicular de Vehículos Pesados en Rotonda Urbana.....	111
Figura 3.41. Grafico del Peralte en la Sección Transversal de la Calzada.....	112