

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



**“ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS  
ROTONDAS UBICADAS EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN EN EL  
TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA ROTONDA DEL AVION Y LA  
ROTONDA DE LA TORRE DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**CRISTHIAN ANDRE CORTEZ BURGOS**

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

**SEMESTRE I – 2023**

**TARIJA – BOLIVIA**

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

**“ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS ROTONDAS  
UBICADAS EN LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO  
ENTRE LA ROTONDA DEL AVION Y LA ROTONDA DE LA TORRE DE LA  
CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**CRISTHIAN ANDRE CORTEZ BURGOS**

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

**SEMESTRE I – 2023**  
**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermana por su apoyo incondicional en todos los años de estudio.

ÍNDICE  
CAPÍTULO I  
INTRODUCCIÓN

	<b>Página</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3. OBJETIVO .....	2
1.3.1. Objetivos específicos.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.4.1. Situación problemática.....	2
1.4.1.1. Delimitación temporal.....	3
1.4.1.2. Delimitación espacial .....	3
1.4.1.3. Delimitación académica .....	3
1.4.2. Problema .....	3
1.5. DEFINICIÓN DE VARIABLE.....	3
1.5.1. Conceptualización y operacionalidad de la variable .....	4
1.6. HIPÓTESIS .....	4
1.7. PROCESO METODOLÓGICO.....	4
1.7.1. Tipo de investigación o estudio .....	4
1.7.2. Población y muestra .....	4
1.7.3. Métodos.....	5
1.7.4. Técnicas y procedimiento.....	5
1.7.5. Identificación del esquema que corresponde a la perspectiva.....	6
1.8. ALCANCE .....	7

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LA GEOMETRÍA DE ROTONDAS Y COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO

	<b>Página</b>
2.1. DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE TRÁFICO .....	8
2.2. ELEMENTOS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO: Usuario-vehículo-vía .....	9
2.3. PARÁMETROS DE INGENIERIA DE TRÁFICO .....	12
2.3.1. Volumen.....	12
2.3.2. Velocidad .....	15
2.4. TRÁFICO EN ROTONDAS.....	16
2.4.1. Definición de intersecciones giratorias.....	17
2.5. DEFINICIÓN DE ROTONDA.....	18
2.6 PARAMETROS GEOMETRICOS EN ESTUDIO .....	18
2.6.1. Alineamientos .....	19
2.6.2. Diámetro de circulo inscrito .....	19
2.7.3. Isla central y ancho de calzada .....	20
2.7.4. Radio de entrada y salida.....	21
2.7.5. Ángulo de entrada y salida .....	22
2.7.6. Ancho de entrada y salida.....	23
2.7.7. Visibilidad.....	24
2.7.8. Islas divisorias .....	25
2.7.9. Peralte .....	26
2.8. CATEGORIAS DE ROTONDAS.....	27
2.8.1. Según su funcionamiento .....	27
2.8.2. Según su geometría .....	29
2.8.3. Según los diámetros exterior e interior .....	29

2.8.4.	Según el contexto en el que se ubican .....	32
--------	---	----

### **CAPÍTULO III**

#### **APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE EL ANÁLISIS DE PARÁMETROS EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE ROTONDAS**

		<b>Página</b>
3.1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	33
3.2.	DELIMITACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	34
3.3.	RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	34
3.4.	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	34
3.4.1.	Determinación de horas pico.....	34
3.5.	RELEVAMIENTO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO .....	37
3.5.1.	Procesamiento de volúmenes vehiculares .....	39
3.5.1.1.	Depuración de datos de volúmenes de tráfico .....	39
3.6.	DETERMINACIÓN DE VELOCIDADES DE PUNTO.....	40
3.6.1.	Depuración de datos de velocidad de punto .....	41
3.7.	DETERMINACIÓN DE MEDICIONES GEOMÉTRICAS .....	43
3.7.1.	Características geométricas .....	44
3.8.	ANÁLISIS DE ROTONDAS DE ESTUDIO .....	45
3.8.1.	ROTONDA TORRE PETROLERA.....	46
3.8.1.1.	Alineamientos .....	49
3.8.1.2.	Diámetro de círculo inscrito .....	50
3.8.1.3.	Isla central y ancho de calzada .....	52
3.8.1.4.	Radio de entrada y salida.....	53
3.8.1.5.	Ángulo de entrada y salida .....	57
3.8.1.6.	Ancho de entrada y salida.....	60
3.8.1.7.	Visibilidad.....	62

3.8.1.8.	Islas divisorias .....	63
3.8.1.9.	Peralte .....	63
3.8.1.10.	Análisis de semaforización y señalización .....	65
3.8.2.	ROTONDA LA HOLLADA.....	66
3.8.2.1.	Alineamientos .....	70
3.8.2.2.	Diámetro de círculo inscrito .....	71
3.8.2.3.	Isla central y ancho de calzada .....	72
3.8.2.4.	Radio de entrada y salida.....	74
3.8.2.5.	Ángulo de entrada y salida .....	77
3.8.2.6.	Ancho de entrada y salida.....	79
3.8.2.7.	Visibilidad.....	82
3.8.2.8.	Islas divisorias .....	83
3.8.2.9.	Peralte .....	83
3.8.2.10.	Análisis de semaforización y señalización .....	85
3.8.3.	ROTONDA DEL AVIÓN.....	86
3.8.3.1.	Alineamientos .....	89
3.8.3.2.	Diámetro de círculo inscrito .....	90
3.8.3.3.	Isla central y ancho de calzada .....	91
3.8.3.4.	Radio de entrada y salida.....	93
3.8.3.5.	Ángulo de entrada y salida .....	96
3.8.3.6.	Ancho de entrada y salida.....	98
3.8.3.7.	Visibilidad.....	101
3.8.3.8.	Islas divisorias .....	102
3.8.3.9.	Peralte .....	103
3.8.3.10.	Análisis de semaforización y señalización .....	104

**CAPÍTULO IV**  
**PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

	<b>Página</b>
4.1. PROPUESTA A CORTO PLAZO.....	107
4.1.1. Ubicación de las señales a implementar .....	108
4.2 PROPUESTA A LARGO PLAZO.....	108
4.2.1. Rotonda Torre Petrolera.....	108
4.2.2 Rotonda La Hollada .....	114
4.2.3. Rotonda del Avión .....	120
4.3. ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y SOCIO AMBIENTAL.....	127

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	128
5.2. RECOMENDACIONES .....	129

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

ANEXO 1 Levantamiento topográfico

ANEXO 2 Aforo de volúmenes vehiculares

ANEXO 3 Depuración de volúmenes vehiculares

ANEXO 4 Aforo de velocidades de punto

ANEXO 5 Depuración de velocidades de punto

ANEXO 6 Carta a dirección de regulación y control de movilidad urbana

ANEXO 7 Planos



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Tipos básicos de intersecciones en carretera .....	17
Figura 2 Parámetros geométricos en estudio .....	18
Figura 3 Alineamiento radial de las entradas .....	19
Figura 4 Radios de trayectoria de vehículos .....	22
Figura 5 Ángulos de entrada a una rotonda .....	23
Figura 6 Distancia visual de detención .....	25
Figura 7 Perfil transversal típico de rotondas .....	26
Figura 8 Elementos de la rotonda.....	27
Figura 9 Rotonda convencional con prioridad a la derecha.....	28
Figura 10 Rotonda moderna con prioridad en el anillo.....	28
Figura 11 Mini rotonda .....	30
Figura 12 Rotonda de un carril.....	30
Figura 13 Rotonda de dos carriles.....	31
Figura 14 Rotonda de tres carriles .....	31
Figura 15 Ubicación de la zona de estudio .....	33
Figura 16 Delimitación del tramo en estudio .....	34
Figura 17 Histograma rotonda Torre petrolera .....	36
Figura 18 Accesos rotonda Torre Petrolera .....	37
Figura 19 Rotonda Torre Petrolera .....	46
Figura 20 Distribución porcentual acceso 1 .....	47
Figura 21 Distribución porcentual acceso 2.....	48
Figura 22 Distribución porcentual acceso 3.....	48
Figura 23 Distribución porcentual acceso 4.....	48
Figura 24 Porcentaje de tipos de vehículos rotonda Torre Petrolera .....	49
Figura 25 Alineamiento rotonda Torre Petrolera .....	50
Figura 26 Diámetro de circulo inscrito rotonda Torre petrolera.....	51
Figura 27 Medición manual de diámetro de isla central .....	53
Figura 28 Radios de entrada y salida de los accesos de la rotonda Torre Petrolera .....	55

Figura 29	Ángulos de entrada y salida.....	57
Figura 30	Anchos de entrada y salida de la rotonda Torre Petrolera .....	60
Figura 31	Jardineras en lugar de islas divisorias.....	63
Figura 32	Sección típica de calzada circulatoria.....	64
Figura 33	Sección 0+000.00 .....	64
Figura 34	Sección 0+065.00 .....	64
Figura 35	Sección 0+108.17 .....	65
Figura 36	Rotonda La Hollada.....	66
Figura 37	Distribución porcentual acceso 1.....	68
Figura 38	Distribución porcentual acceso 2.....	68
Figura 39	Distribución porcentual acceso 3.....	69
Figura 40	Distribución porcentual acceso 4.....	69
Figura 41	Porcentaje de tipos de vehículos rotonda La Hollada.....	70
Figura 42	Alineamiento rotonda La Hollada .....	71
Figura 43	Diámetro de círculo inscrito rotonda La Hollada .....	72
Figura 44	Diámetro de isla central rotonda La Hollada.....	73
Figura 45	Radios de entrada y salida de los accesos de la rotonda La Hollada .....	75
Figura 46	Ángulos de entrada y salida.....	77
Figura 47	Anchos de entrada y salida de la rotonda La Hollada .....	80
Figura 48	Jardineras en lugar de islas divisorias.....	83
Figura 49	Sección típica de calzada circulatoria.....	84
Figura 50	Sección 0+000.00 .....	84
Figura 51	Sección 0+045.00 .....	85
Figura 52	Sección 0+075.45 .....	85
Figura 53	Rotonda del Avión.....	86
Figura 54	Distribución porcentual acceso 2.....	88
Figura 55	Distribución porcentual acceso 1 .....	88
Figura 56	Distribución porcentual acceso 3.....	88
Figura 57	Distribución porcentual acceso 4.....	89
Figura 58	Porcentaje de tipos de vehículo rotonda del Avión .....	89
Figura 59	Alineamientos rotonda del avión .....	90

Figura 60 Diámetro de círculo inscrito rotonda del avión .....	91
Figura 61 Diámetro de isla central rotonda del Avión .....	92
Figura 62 Radios de entrada y salida de los accesos de la rotonda del Avión .....	94
Figura 63 Ángulos de entrada y salida .....	96
Figura 64 Anchos de entrada y salida .....	99
Figura 65 Islas divisorias rotonda del Avión .....	102
Figura 66 Sección típica de calzada circulatoria .....	103
Figura 67 Sección 0+000.00 .....	103
Figura 68 Sección 0+055.00 .....	104
Figura 69 Sección 0+115.00 .....	104
Figura 70 Alineamiento rotonda Torre Petrolera .....	109
Figura 71 Isla central - ancho de calzada – diámetro de círculo inscrito .....	109
Figura 72 Radios de entrada y salida .....	110
Figura 73 Ángulos de entrada y salida .....	110
Figura 74 Anchos de entrada y salida .....	111
Figura 75 Distancia de visibilidad de detención .....	111
Figura 76 Islas deflectoras .....	112
Figura 77 Sección de calzada circulatoria .....	112
Figura 78 Secciones transversales de carril circular .....	113
Figura 79 Partes de la rotonda Torre Petrolera .....	113
Figura 80 Alineamientos rotonda La Hollada .....	115
Figura 81 Isla central - ancho de calzada – diámetro de círculo inscrito .....	115
Figura 82 Radios de entrada y salida .....	116
Figura 83 Ángulos de entrada y salida .....	116
Figura 84 Anchos de entrada y salida .....	117
Figura 85 Distancia de visibilidad para parar .....	117
Figura 86 Islas deflectoras .....	118
Figura 87 Sección de calzada circulatoria .....	118
Figura 88 Secciones transversales de carril circular .....	119
Figura 89 Partes de la rotonda La Hollada .....	119
Figura 90 Alineamientos rotonda del Avión .....	121

Figura 91 Isla central - ancho de calzada – diámetro de círculo inscrito .....	121
Figura 92 Radios de entrada y salida .....	122
Figura 93 Ángulos de entrada y salida.....	122
Figura 94 Anchos de entrada y salida .....	123
Figura 95 Distancia de visibilidad de detención .....	123
Figura 96 Islas deflectoras .....	124
Figura 97 Sección de calzada circulatoria.....	124
Figura 98 Secciones transversales de carril circular .....	125
Figura 99 Partes de la rotonda del Avión.....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1 Conceptualización y operacionalidad de la variable.....	4
Tabla 2 Rangos recomendados de diámetro de círculo inscrito.....	20
Tabla 3 Valores de diseño para distancias visuales de detención .....	25
Tabla 4 Volúmenes totales para la determinación de horas pico .....	35
Tabla 5 Intersecciones de estudio .....	36
Tabla 6 Datos de aforo de volumen vehicular acceso 1, primera semana, día 1 .....	38
Tabla 7 Datos de volúmenes totales Acceso 1 .....	38
Tabla 8 Depuración de volúmenes totales Acceso 1.....	39
Tabla 9 Datos de velocidades de punto rotonda Torre Petrolera día 1 .....	41
Tabla 10 Depuración de datos de velocidades de punto (km/h) .....	42
Tabla 11 Media corregida .....	43
Tabla 12 Velocidades máximas de diseño para diferentes tipos de rotondas .....	43
Tabla 13 Distribución porcentual de vehículos en acceso 1 .....	46
Tabla 14 Diámetro de círculo inscrito para rotondas .....	51
Tabla 15 Diámetros de isla central para rotondas .....	52
Tabla 16 Anchos de calzada circulatoria para rotondas.....	53
Tabla 17 Radios de entrada y radios de salida para rotondas .....	55
Tabla 18 Ángulos de entrada y salida .....	57
Tabla 19 Ángulos de entrada para rotondas.....	58
Tabla 20 Ángulos de salida para rotondas .....	58
Tabla 21 Anchos de entrada y salida para rotondas.....	60
Tabla 22 Tiempo de fases y ciclo de la rotonda Torre Petrolera .....	65
Tabla 23 Distribución porcentual de vehículos en acceso 1 .....	67
Tabla 24 Diámetros de círculo inscritos para rotondas.....	72
Tabla 25 Diámetros de isla central para rotondas .....	73
Tabla 26 Ancho de calzada circulatoria para rotondas .....	73
Tabla 27 Radios de entrada y salida para rotondas.....	75
Tabla 28 Ángulos de entrada y salida .....	77

Tabla 29	Ángulos de entrada para rotondas .....	78
Tabla 30	Ángulos de salida para rotondas .....	78
Tabla 31	Anchos de entrada y salida para rotondas .....	80
Tabla 32	Tiempo de fases y ciclo de la rotonda La Hollada .....	85
Tabla 33	Distribución porcentual de vehículos en acceso 1 .....	86
Tabla 34	Diámetro de círculo inscrito para rotondas .....	91
Tabla 35	Diámetros de isla central para rotondas .....	92
Tabla 36	Anchos de calzada circulatorias para rotondas .....	92
Tabla 37	Radios de entrada y salida para rotondas .....	94
Tabla 38	Ángulos de entrada y salida .....	96
Tabla 39	Ángulos de entrada para rotondas .....	97
Tabla 40	Ángulos de salida para rotondas .....	97
Tabla 41	Anchos de entrada y salida para rotondas .....	99
Tabla 42	Tabla resumen de volumen vehicular .....	105
Tabla 43	Tabla resumen de velocidad de punto .....	105
Tabla 44	Tabla resumen de semaforización .....	105
Tabla 45	Tabla resumen de medidas geométricas .....	106
Tabla 46	Señales horizontales y verticales a implementar .....	107
Tabla 47	Presupuesto general propuesta a corto plazo .....	108
Tabla 48	Presupuesto general de la intersección Rotonda Torre Petrolera .....	114
Tabla 49	Presupuesto general de la intersección Rotonda La Hollada .....	120
Tabla 50	Presupuesto general de la intersección Rotonda del Avión .....	126
Tabla 51	Análisis técnico, económico y socio ambiental .....	127