

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



**DISEÑO FINAL DE CICLOVÍA URBANA ZONA DISTRITO**  
**11, 12 Y 13**

Por:

**YERI RIVERO VACA**

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

**SEMESTRE I - 2021**  
**TARIJA – BOLIVIA**

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

**TOMO I**  
**DISEÑO FINAL DE CICLOVÍA URBANA ZONA DISTRITO**  
**11, 12 Y 13**

Por:

**YERI RIVERO VACA**

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

**SEMESTRE I - 2021**  
**TARIJA – BOLIVIA**

.....  
**M.Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda**  
**DECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
**M.Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez**  
**VICEDECANO a.i.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Jhonny M. Orgaz F.**

.....  
**Ing. Edwin Osvaldo Aguirre**

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

### **ADVERTENCIA**

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

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo con mucho cariño y gratitud a mis queridos padres, Efraín Rivero Blacuth y Nancy Vaca Cortez y a mis hermanos, quienes supieron apoyarme y aconsejarme en los momentos que más necesitaba para mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por guiarme e iluminarme en el camino de la fe, darme sabiduría, fortaleza para poder culminar mis estudios.

A mis padres y hermanos por apoyarme incondicionalmente.

A todos los docentes que supieron transmitir sus conocimientos que fueron de gran ayuda para poder culminar esta importante etapa de mi

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ADVERTENCIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

### CAPITULO I

#### INTRODUCCIÓN

	Página
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA .....	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3.1. Situación problemática .....	2
1.3.2. Problema .....	2
1.4. OBJETIVOS .....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	2
1.5. PARÁMETROS DE DISEÑO .....	3
1.6. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
1.7. ALCANCE .....	3

CAPITULO II  
MARCO TEÓRICO

	Página
2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1.1. Tipos de infraestructuras para bicicletas .....	5
2.1.1.1. Ciclo vía en sitio propio o en andén .....	5
2.1.1.2. Ciclo vía en vía compartida .....	5
2.1.1.3. Bulevar para bicicletas .....	6
2.1.1.4. Aceras-bici .....	6
2.1.2. Criterios para la aplicación de tipologías .....	7
2.1.3. Recomendaciones para la construcción de las redes locales y de barrio .....	7
2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO .....	8
2.2.1. Espacio útil del ciclista .....	8
2.2.2. Velocidad de diseño .....	12
2.2.3. Pendientes .....	13
2.2.3.1. Sobreancho de ciclorutas en pendientes.....	14
2.2.4. Radios de curvatura .....	15
2.2.5. Peralte .....	18
2.2.6. Distancia de visibilidad .....	18
2.2.7. Longitud de curva vertical .....	22
2.2.8. Diseño de intersecciones .....	24
2.2.8.1. Ciclovías laterales.....	25
2.2.8.2. Ciclo vías en separador central .....	31

2.2.8.3. Ciclovías en óvalos .....	40
2.3. PAVIMENTACIÓN .....	45
2.3.1. Requisitos de pavimentación básicos para una ciclovía .....	45
2.3.2. Estructura de las ciclovías .....	45
2.3.2.1. Estructura de pistas ciclistas.....	45
2.3.2.2. Estructura de fajas ciclistas. ....	47
2.3.3. Tipos de pavimento .....	48
2.3.3.1. Pavimento a base de concretos hidráulicos concreto mezclado	
in situ. ....	48
2.4. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN .....	52
2.5. COLOR DEL PAVIMENTO Y ACABADOS .....	55
2.6. DRENAJE .....	55
2.7. SEÑALIZACIÓN .....	56
2.7.1. Señalización vertical .....	56
2.7.2. Señalización horizontal.....	60
2.8. ILUMINACIÓN .....	66
2.9. ESTACIONAMIENTOS .....	67
2.9.1. Importancia .....	67
2.9.2. Espacio de un cajón de estacionamiento.....	67

CAPITULO III  
INGENIERÍA DEL PROYECTO

	Página
3.1 UBICACIÓN .....	69
3.1.1 Ubicación física del proyecto .....	69
3.2 ESTUDIOS PREVIOS AL DISEÑO .....	72
3.2.1 Estudio topográfico .....	72
3.2.1.1 Levantamiento topográfico .....	72
3.2.1.2 Trabajo de gabinete y procesamiento de datos .....	73
3.2.2 Estudio hidrológico .....	76
3.2.2.1 Estimación de lluvias máximas. ....	77
3.2.2.2 Precipitación máxima probable .....	77
3.2.2.3 Intensidades máximas (mm/hr). ....	80
3.2.3 Estudio geotécnico .....	82
3.2.4 Estudio de tráfico. ....	86
3.2.4.1 Aforo de vehículos y peatones en intersecciones.....	86
3.2.4.2 Trafico promedio diario.....	89
3.2.4.3 Índice de crecimiento.....	89
3.2.4.4 Factor de carga equivalente (FCE).....	89
3.2.4.5 Número de ejes equivalentes .....	90
3.3 DISEÑO DE INGENIERÍA .....	90
3.3.1 Análisis y elección de alternativas.....	90
3.3.2 Diseño geométrico .....	94
3.3.2.1 Selección del tipo de infraestructuras para bicicletas.....	95

3.3.2.2 Pistas y fajas ciclistas .....	96
3.3.2.3 Ancho de las pistas y fajas.....	97
3.3.2.4 Pendientes .....	108
3.3.2.5 Velocidad de diseño .....	112
3.3.2.6 Diseño planimétrico.....	114
3.3.2.6.1 Radios de curvatura.....	114
3.3.2.7 Diseño altimétrico.....	114
3.3.2.7.1 Longitud de curva vertical.....	114
3.3.2.7.2 Geometría ciclovial.....	115
3.3.2.7.2.1 Sección transversal .....	115
3.3.3 Diseño estructural .....	115
3.3.3.1 Diseño de pavimento flexible .....	115
3.3.3.1.1 Parámetros de entrada comunes para el diseño de pavimento flexible .....	115
3.3.3.1.2 Calculo del espesor del pavimento flexible.....	116
3.3.3.1.3 Alternativas de rodadura.....	117
3.3.4 Elementos de protección.....	118
3.3.5 Color del pavimento y acabados.....	121
3.3.6 Diseño de drenaje.....	122
3.3.6.1 Caudal de diseño .....	123
3.3.6.2 Alcantarilla de paso tipo cajón con tapa de rejilla.....	124
3.3.6.3 Diseño de tubería longitudinal.....	127
3.3.6.4 Estudio del escurrimiento de drenaje superficial en el tramo 7 (av. Horacio Aramayo) .....	129

3.3.7	Diseño de intersecciones. ....	131
3.3.7.1	Tipos de cruces en intersecciones. ....	131
3.3.7.1.1	Diseño de intersecciones en algún punto de la cuadra.....	131
3.3.7.1.2	Diseño de cruces en la intersección.....	133
3.3.7.2	Elementos reductores de tráfico .....	134
3.3.8	Diseño de señalización. ....	134
3.3.8.1	Señalización vertical.....	134
3.3.8.1.1	Detalle y ubicación de señales verticales.....	135
3.3.8.2	Señalización horizontal .....	137
3.3.8.2.1	Detalle y ubicación de señales horizontales.....	137
3.3.9	Estacionamientos. ....	139
3.3.9.1	Ubicación de estacionamiento .....	139
3.3.10	Iluminación .....	140
3.3.10.1	Parámetros de diseño de iluminación de la ciclovía.....	140
3.3.11	Semaforización.....	141
3.3.11.1	Cálculo de tiempos y ciclos de semáforos.....	141
3.4	CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	142
3.5	PRECIO UNITARIO Y PRESUPUESTO.....	142
3.5.1	Pavimento flexible con tratamiento simple alternativa 1 utilizando capa sub base. ....	142
3.5.2	Pavimento flexible con tratamiento simple alternativa 2 sin utilizar la capa sub base. ....	145

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES.....	149
4.2 RECOMENDACIONES.....	155

### BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1.- Levantamiento topográfico.

ANEXO 2.- Estudio hidrológico.

ANEXO 3.- Estudio geotécnico.

ANEXO 4.- Estudio de tráfico.

ANEXO 5.- Diseño geométrico.

ANEXO 6.- Diseño estructural.

ANEXO 7.- Diseño de drenaje.

ANEXO 8.- Elementos de seguridad y señalización

ANEXO 9.- Cómputos métricos.

ANEXO 10.- Análisis de precios unitarios.

ANEXO 11.- Presupuesto general.

ANEXO 12.- Especificaciones técnicas.

ANEXO 13.- Detalle de intersecciones.

### PLANOS