

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



TOMO IV

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL REDISEÑO DE LAS CALLES DE
PADCAYA”**

Por:

ANDREA MONTERO AVALOS

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

SEMESTRE II - 2023

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

A mis padres.

Antonio y Marlene, gracias por el ejemplo que me dan todos los días de siempre luchar por mis sueños, por el apoyo incondicional que me dan y por el inmenso amor que recibo siempre.

A mi familia.

A mi esposo por el amor, por el apoyo, por la paciencia que me diste en todo momento para que pueda cumplir uno de mis sueños y poder crecer juntos, y a ti mi pequeño Waltercito que eres el motor de mi vida, todo lo que hago lo realizo por tu felicidad.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

GENERALIDADES

	Página
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	2
1.3.1. Situación problemática.....	2
1.3.2. Problema de investigación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Formulación de la hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis.....	4
1.5.2. Identificación de variables.....	4
1.5.3. Conceptualización y operacionalización de las variables.....	5
1.6. Diseño metodológico de la investigación.....	5
1.6.1. Identificación del tipo de diseño del diseño de investigación.....	5
1.6.2. Unidades de estudio y decisión muestral.....	6
1.6.2.1. Unidad de estudio o muestreo.....	6
1.6.2.2. Población y muestra.....	6
1.6.2.4. Selección de las técnicas de muestreo.....	6
1.7. Alcance.....	7

CAPITULO II
DISEÑO DE INGENIERIA

	Página
2.1. Datos generales.....	8
2.1.1. Ubicación geográfica.....	8
2.1.2. Latitud y longitud.....	9
2.1.3. Clima.....	10
2.1.4. Suelos.....	10
2.1.5. Referencia del estado actual de las calles.....	11
2.1.4. Tipos de pavimentos que existen actualmente en el Municipio.....	12
2.1.6. Antecedentes.....	13
2.2. Estudios previos.....	14
2.2.1. Estudio de tráfico.....	14
2.2.1.1. Conteo de tráfico.....	14
2.2.1.2. Registro de vehículos.....	16
2.2.1.3. Procesamiento de información de los vehículos.....	22
2.2.2. Estudio geotécnico.....	26
2.2.2.1. Contenido de humedad.....	26
2.2.2.2. Determinación de consistencia de los suelos limite liquido de los suelos.....	27
2.2.2.3. Determinación de consistencia de los suelos L.L. e I.P.....	28
2.2.2.4. Clasificación de suelos.....	28
2.2.2.5. Ensayo de compactación.....	30
2.2.2.6. Ensayo CBR.....	32
2.2.2.7. Determinación del CBR.....	33

2.2.2.7.1. Calculo.....	33
2.2.2.8. Módulo resiliente de la subrasante.....	38
2.2.3. Estudio topográfico.....	39
2.2.3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	39
2.2.3.2. Levantamiento topográfico a detalle.....	40
2.2.4. Estudio hidrológico.....	42
2.2.4.1. Construcción de la ecuación de intensidad.....	42
2.2.4.2. Datos de la estacion Padcaya	44
2.2.4.3. Prueba de bondad de ajuste Smirnoy colmogrov.....	46
2.2.4.4. Distribución gumbel.....	48
2.2.4.5. Modelo Bernad.....	51
2.3. Diseños.....	54
2.3.1. Diseño geométrico.....	54
2.3.1.1. Área de influencia en estudio.....	54
2.3.1.2. Inventario vial y secciones transversales.....	55
2.3.1.3. Características geométricas de las calles.....	55
2.3.1.4. Secciones transversales.....	61
2.3.2. Diseño estructural del pavimento.....	63
2.3.2.1. Evaluación superficial.....	63
2.3.2.1.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	64
2.3.2.1.2. Unidades de muestreo.....	65
2.3.2.1.3. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.....	66
2.3.2.1.4. Selección de las unidades de muestreo para inspección.....	67
2.3.2.1.5. Levantamiento visual del daño de pavimento.....	68
2.3.2.1.6. Obtención de los datos.....	68

2.3.2.1.7. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	70
2.3.2.1.8. Levantamiento de la información de campo.....	72
2.3.2.1.9. Determinación del PCI en el tramo de estudio.....	74
2.3.2.2. Evaluación estructural.....	90
2.3.2.2.1. Equipo requerido.....	90
2.3.2.2.2. Procedimiento en el campo.....	91
2.3.2.2.3. Cálculo de deflexiones.....	94
2.3.2.3. Diseño Estructural.....	96
2.3.2.3.1. Confiabilidad.....	97
2.3.2.3.2. Desviación estándar de las variables.....	98
2.3.2.3.3. Perdida de servicialidad.....	99
2.3.2.3.4. Tránsito.....	99
2.3.2.3.5. Factor de Carga Equivalente (FCE).....	100
2.3.2.3.6. Cálculo de ESALs para el tramo.....	102
2.3.2.3.7. Factor de distribución por dirección.....	102
2.3.2.3.8. Factor de distribución por carril.....	103
2.3.2.3.9. Rediseño del pavimento.....	104
2.3.3. Diseño de drenaje.....	113
2.3.3.1. Parámetros de diseño.....	113
2.3.3.1.1. Período de diseño.....	113
2.3.3.1.2. Áreas de aporte.....	114
2.3.3.1.3. Caudal de diseño.....	114
2.3.3.1.4. Curvas de intensidad-duración-frecuencia.....	114
2.3.3.1.5. Ecuaciones intensidad-duración-frecuencia.....	114
2.3.3.1.6. Frecuencia de lluvias - Periodo de retorno de diseño.....	115

2.3.3.1.7. Intensidad de precipitación	115
2.3.3.1.8. Coeficiente de escurrimiento.....	116
2.3.3.1.9. Tiempo de concentración.....	116
2.3.3.1.10. Diseño de la red.....	117
2.3.3.2. Señalización vial vertical y horizontal.....	120

CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
3.1. Conclusiones.....	128
4.2. Recomendaciones.....	135

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO A	IMÁGENES
ANEXO B	PLANILLAS DE CALCULO
ANEXO C	DOCUMENTACIÓN DE RESPALDO
ANEXO D	PRESUPUESTO
ANEXO E	PLANOS

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1: Localización del proyecto a nivel Nacional.....	8
Figura 2.2: Localización del proyecto a nivel Departamental.....	8
Figura 2.3: Localización del proyecto a nivel Provincial.....	9
Figura 2.4: Imagen satelital del Municipio de Padcaya.....	9
Figura 2.5: Imágenes de lugares donde se encuentran trabajando.....	11
Figura 2.6: Pavimento Articulado.....	12
Figura 2.7: Pavimento Empedrado.....	12
Figura 2.8: Pavimento de asfalto flexible.....	13
Figura 2.9: Calles de tierra.....	13
Figura 2.10: Fotografía del conteo manual de vehículos.....	15
Figura 2.11: Clasificación AASHTO material granular.....	29
Figura 2.12: Clasificación AASHTO material limo-arcilloso.....	30
Figura 2.13: Imagen satelital de la zona de estudio.....	40
Figura 2.14: Ubicación de la zona de estudio.....	40
Figura 2.15: Área de influencia en estudio.....	55
Figura 2.16: Sección transversal típica Calle Avenida Tarija.....	62
Figura 2.17: Sección transversal típica Calle Antonio José de Sucre.....	62
Figura 2.18: Sección transversal típica calle 8 de noviembre.....	63
Figura 2.19: Plano satelital de la comunidad de Padcaya.....	68
Figura 2.20: Punto de ubicación del extremo de la viga Benkelman.....	92
Figura 2.21: Configuración geométrica del sistema de carga con la viga Benkelman.....	92
Figura 2.22: Esquematación del proceso de medición con la viga benkelman.....	93
Figura 2.23: Diseño del paquete estructural de la zona 1.....	105

Figura 2.24: Formato del resumen de resultados zona 1.....	105
Figura 2.25: Diseño del paquete estructural de la zona 2.....	106
Figura 2.26: Formato del resumen de resultados zona 2.....	106
Figura 2.27: Diseño del paquete estructural de la zona 3.....	107
Figura 2.28: Formato del resumen de resultados zona 3.....	107
Figura 2.29: Diseño del paquete estructural de la zona 4.....	108
Figura 2.30: Formato del resumen de resultados zona 4.....	108
Figura 2.31: Diseño del paquete estructural de la zona 5.....	109
Figura 2.32: Formato del resumen de resultados zona 5.....	109
Figura 2.33: Diseño del paquete estructural de la zona 6.....	110
Figura 2.34: Formato del resumen de resultados zona 6.....	110
Figura 2.35: Diseño del paquete estructural de la zona 7.....	111
Figura 2.36: Formato del resumen de resultados zona 7.....	111
Figura 2.37: Diseño del paquete estructural de la zona 8.....	112
Figura 2.38: Formato del resumen de resultados zona 8.....	112
Figura 2.39: Curva pronunciada izquierda, derecha.....	121
Figura 2.40: Resalto o reductor de velocidad.....	122
Figura 2.41: Puente angosto.....	122

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1: Conceptualización y operacionalización de las variables.....	5
Tabla 1.2: Unidad de estudio o muestreo.....	6
Tabla 2.3: Formulario de registro de datos del conteo manual de tráfico.....	16
Tabla 2.4: Registro del conteo manual día lunes.....	17
Tabla 2.5: Registro del conteo manual día martes.....	18
Tabla 2.6: Registro del conteo manual día miércoles.....	19
Tabla 2.7: Registro del conteo manual día jueves.....	20
Tabla 2.8: Registro del conteo manual día viernes.....	21
Tabla 2.9: Registro del conteo manual día Sábado.....	22
Tabla 2.10: Representación de los datos de afuera.....	23
Tabla 2.11: Representación del tráfico semanal.....	24
Tabla 2.12: Tráfico promedio anual.....	24
Tabla 2.13: Tráfico promedio diario anual actual para vehículos livianos.....	25
Tabla 2.14: Tráfico promedio diario anual actual de buses.....	25
Tabla 2.15: Tráfico promedio diario anual actual de camiones pesados.....	26
Tabla 2.16: Escala granulométrica.....	27
Tabla 2.17: Descripción de las propiedades según S.U.C.S.....	29
Tabla 2.18: Especificación para la prueba Proctor Estandar.....	31
Tabla 2.19: Especificación para la prueba Proctor Modificado.....	32
Tabla 2.20: Coordenadas de ubicación de cada muestra.....	33
Tabla 2.21: Resultados de contenido de humedad.....	34
Tabla 2.22: Datos de la estación cañas.....	44

Tabla 2.23: Distribución de probabilidades pluviométricas.....	45
Tabla 2.24: Datos prueba de bondad de ajuste Smirnoy colmogro.....	46
Tabla 2.25: Distribución Gumbel.....	48
Tabla 2.26: Lluvias máximas probables correspondientes a diferentes tiempos.....	49
Tabla 2.27: Lluvias máximas horarias (mm) para diferentes tiempos (t).....	50
Tabla 2.28: Calculo de las curvas IDF.....	50
Tabla 2.29: Modelo Bernad.....	51
Tabla 2.30: Características geométricas de las calles	56
Tabla 2.31: Rangos de calificación del PCI.....	64
Tabla 2.32: Hoja de registro en vías de pavimento flexible.....	65
Tabla 2.33: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	66
Tabla 2.34: Tipos de fallas.....	72
Tabla 2.35: Datos de la lectura del dial carril derecho.....	95
Tabla 2.36: Datos de la lectura del dial carril izquierdo.....	96
Tabla 2.37: Niveles de confiabilidad.....	97
Tabla 2.38: Desviación estándar según la confiabilidad.....	98
Tabla 2.39: Factores de crecimiento de tránsito.....	100
Tabla 2.40: Tabla de factores equivalente de carga.....	101
Tabla 2.41: Tráfico promedio diario anual actual.....	102
Tabla 2.42: Factor de distribución por dirección.....	103
Tabla 2.43: Factor de distribución por carril.....	103
Tabla 2.44: Resultado de ESALs.....	104
Tabla 2.45: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	104
Tabla 2.46: Resultados diseño de carpeta estructural obtenidos en el programa.....	113
Tabla 2.47: Proporciones de áreas.....	117

Tabla 2.48: Propuesta de señalización vertical.....	123
Tabla 2.49: Explicación de las señalizaciones utilizadas.....	124
Tabla 3.50: Caracterización de las muestras.....	128
Tabla 3.51: Resultados tramo 1.....	130
Tabla 52.3: Resultados tramo 2 sección 1.....	130
Tabla 3.53: Resultados tramo 2 sección 2.....	131
Tabla 3.54: Resultados módulo resiliente.....	132
Tabla 3.55: Resultados del programa.....	133
Tabla 3.56: Resultados constructivamente.....	134