

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO DEL CAMINO TRAMO
ROSILLAS - SAN FRANCISCO”**

Por:

JAVIER CONDORI CASTRO.

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

SEMESTRE II – 2024

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatorias:

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, Gustavo y Erné Aniceta por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mis hermanas, por su apoyo constante.

A mi esposa Magdalena Rocabado por estar siempre apoyándome en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I

DISEÑO TEÓRICO

	Página
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación del proyecto.....	2
1.2.1 Justificación académica.....	2
1.2.2 Justificación sobre la aplicación técnica-practica.....	2
1.2.3 Justificación e importancia social.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Situación Problemática.....	3
1.3.2 Delimitación del tiempo.....	3
1.3.3 Delimitación del espacio.....	3
1.3.4 Formulación del problema.....	4
1.4 Objetivos de proyecto.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance.....	5
1.6 Hipótesis.....	7
1.7 Conceptualización de Variables.....	7
1.7.1 Variable Independiente.....	7
1.7.2 Variable Dependiente.....	8

CAPITULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1 Marco conceptual.....	9
2.1.1 Carreteras.....	9
2.1.2 Vía o camino.....	9
2.1.3 Pavimento.....	9
2.1.4 Calzada.....	10
2.1.5 Carril.....	10

2.1.6	Banquina o berma.....	10
2.1.7	Cuneta.....	10
2.1.8	Zona de camino.....	11
2.1.9	Clasificación de las vías.....	11
2.2	Marco normativo.....	11
2.2.1	Topografía.....	11
2.2.2	Curvas de nivel.....	13
2.2.3	Diseño geométrico de carreteras.....	13
2.2.4	Clasificación de las carreteras.....	15
2.2.5	Curvas circulares.....	17
2.2.6	Curvas verticales.....	20
2.2.7	Pendientes máximas del perfil longitudinal.....	23
2.2.8	Peralte.....	24
2.2.9	Distancia de visibilidad para sobrepaso.....	25
2.2.10	Perfil Longitudinal.....	26
2.2.11	Sección transversal.....	27
2.2.12	Volúmenes de movimiento de tierra.....	32
2.2.13	Mecánica de suelos.....	34
2.2.14	Estudio de tráfico.....	38
2.2.15	Determinación del tráfico promedio diario anual “TPDA”.....	38
2.2.16	Proyección de tráfico.....	39
2.2.17	Tráfico generado.....	39
2.2.18	Tráfico inducido o atraído.....	39
2.2.19	Tránsito futuro.....	40
2.2.20	Diseño estructural.....	40
2.2.21	Diseño del Tratamiento Superficial Doble.....	42
2.2.22	Hidrología.....	48
2.2.23	Objetivo de la hidrología dentro del diseño de carreteras.....	51
2.2.24	Drenaje transversal.....	51
2.2.25	Alcantarillas.....	54
2.2.26	Diseño de cunetas.....	55
2.2.27	Estabilidad de taludes.....	56
2.2.28	Señalización.....	59

2.2.29	Presupuesto del proyecto.....	65
2.2.30	Software.....	68
2.3	Marco referencial.....	69
2.4	Análisis de aporte teórico.....	69

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1	Criterios de diseño metodológico..... 71
3.2	Localización..... 71
3.3	Puntos principales de la zona..... 72
3.4	Límites territoriales..... 73
3.5	Acceso a la zona de proyecto..... 73
3.6	Factores abióticos..... 73
3.6.1	Altura..... 73
3.6.2	Superficie..... 73
3.6.3	Clima..... 74
3.6.4	Precipitación pluvial..... 74
3.6.5	Hidrografía..... 74
3.7	Factores bióticos..... 75
3.7.1	Plantas..... 75
3.7.2	Animales..... 75
3.8	Factores económicos..... 75
3.9	Estudios complementarios..... 76
3.9.1	Topografía..... 76
3.9.2	Geotecnia..... 87
3.9.3	Hidrología e hidráulica..... 109
3.9.4	Aforamientos; transito..... 115

CAPITULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

	Página
4.1	Diseño en tráfico..... 118
4.1.1	Planillas de datos aforados..... 118

4.1.2	Desarrollo de la estadística de los datos levantados.....	119
4.1.3	Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA).....	120
4.1.4	Determinación del factor equivalente vehículos ponderados.....	124
4.1.5	Determinación de ejes equivalentes.....	126
4.2	Diseño estructural.....	127
4.3	Diseño Geométrico.....	135
4.3.1	Criterios para diseño en planta.....	135
4.3.2	Diseño de perfil.....	137
4.4	Diseño de drenaje.....	140
4.4.1	Cunetas.....	140
4.4.2	Alcantarillas.....	144
4.5	Estabilidad de taludes.....	146
4.6	Costos y presupuesto general.....	148
4.6.1	Cómputos métricos.....	148
4.6.2	Precios unitarios y presupuesto.....	151
4.6.3	Descripción de los componentes de los precios unitarios.....	151
4.6.4	Presupuesto general.....	153
4.7	Alternativa de diseño.....	154
4.8	Especificaciones técnicas Rosillas – San Francisco.....	156
4.8.1	Obras preliminares.....	156
4.8.2	Movimiento de tierras.....	158
4.8.3	Conformado de paquete estructural (Tratamiento Superficial Doble)...	163
4.8.4	Obras de arte menor.....	175
4.8.5	Señalización.....	185

CAPITULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

		Página
5.1	Conclusiones.....	188
5.2	Recomendaciones.....	188

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Clasificación funcional para diseño de carreteras y caminos rurales.....	16
Tabla 2.2. Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.....	19
Tabla 2.3. Valores máximos para el peralte y la fricción transversal.	20
Tabla 2.4. Valores mínimos del parámetro “K” y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales.	22
Tabla 2.5. Pendientes máximas admisibles.....	24
Tabla 2.6. Peraltes.....	25
Tabla 2.7. Distancia mínima de adelantamiento.	26
Tabla 2.8. Descripción técnica de calzada, berma y sap.	29
Tabla 2.9. Pendiente transversal de la calzada.	30
Tabla 2.10. Taludes recomendados en corte.	31
Tabla 2.11. Taludes recomendados en terraplén.	32
Tabla 2.12. Relación de CBR con respecto a la profundidad.	35
Tabla 2.13. Granulometría capa sub base.	36
Tabla 2.14. (%) Por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según AASHTO t-11 y t-27.	36
Tabla 2.15. (%) Peso que pasa por tamices de mallas cuadradas, AASHTO t-27.....	38
Tabla 2.16. Periodos de diseño.	40
Tabla 2.17. Serviciabilidad final.	42
Tabla 2.18. Valores del nivel de confianza “R” de acuerdo al tipo de camino.	43
Tabla 2.19. Capacidad del drenaje.	44
Tabla 2.20. Valores m_i para modificar los coeficientes estructurales.	44
Tabla 2.21. Tiempo de retorno.	52
Tabla 2.22. Coeficientes de escurrimiento “C”	52

Tabla 2.23.	Coeficientes de rugosidad.	53
Tabla 2.24.	Distancia mínima de adelantamiento.	63
Tabla 3.1.	Reporte de BM'S.	78
Tabla 3.2.	Reporte de BM'S mediante GPS RTK.	79
Tabla 3.3.	Planilla cotas corregidas.	80
Tabla 3.4.	Resumen de las coordenadas corregidas.	83
Tabla 3.5.	Planilla de cálculo de corrección de azimuth.	84
Tabla 3.6.	Planilla de cálculo de corrección de coordenadas.	85
Tabla 3.7.	Ensayos realizados.....	87
Tabla 3.8.	Reporte de muestreo.	89
Tabla 3.9.	Reporte de granulometría progresiva 0+500.	93
Tabla 3.10.	Reporte de granulometría progresiva 1+000.	94
Tabla 3.11.	Reporte de granulometría progresiva 1+500.	95
Tabla 3.12.	Reporte de Límite Líquido y Plástico de la progresiva 0+500.	97
Tabla 3.13.	Reporte de Límite Líquido y Plástico de la progresiva 1+000.	98
Tabla 3.14.	Reporte de Límite Líquido y Plástico de la progresiva 1+500.	99
Tabla 3.15.	Reporte de Compactación.	101
Tabla 3.16.	Reporte de CBR.	103
Tabla 3.17.	Estudio geotécnico.	105
Tabla 3.18.	Aforo de volúmenes ambos sentidos.....	116
Tabla 3.19.	Volúmenes clasificados.	117
Tabla 4.1.	Aforo volumétrico.	118
Tabla 4.2.	Variación horaria.	119
Tabla 4.3.	Composición vehicular.	120
Tabla 4.4.	Índice de crecimiento.	120

Tabla 4.5.	Tráfico normal.	121
Tabla 4.6.	Tráfico generado y atraído.	122
Tabla 4.7.	Factores Equivalentes Vehiculares.	125
Tabla 4.8.	Número de ejes equivalentes.	126
Tabla 4.9.	Elementos de curvas horizontales.	135
Tabla 4.10.	Elementos de curvas verticales.	136
Tabla 4.11.	Cuadro del diseño realizado en Auto CAD civil.	137
Tabla 4.12.	Distancias al eje.	138
Tabla 4.13.	Reporte de movimientos de suelos.	139
Tabla 4.14.	Diagrama de movimientos de suelos.	140
Tabla 4.15.	Movimientos de suelos total.	140
Tabla 4.16.	Ubicación alcantarillas de alivio.....	144
Tabla 4.17.	Diseño de alcantarillas de alivio.	146
Tabla 4.18.	Estabilidad de taludes.	147
Tabla 4.19.	Cómputos métricos.	149
Tabla 4.20.	Precios unitarios.....	152
Tabla 4.21.	Presupuesto general.	153
Tabla 4.22.	Presupuesto general.	154
Tabla 4.23.	Presupuesto general.	155

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1.	Plano topográfico planimétrico. 12
Figura 2.2.	Perfil altimétrico de una carretera. 12
Figura 2.3.	Plano topográfico con curvas de nivel. 13
Figura 2.4.	El principio de las curvas de nivel. 13

Figura 2.5.	Curva Simple.	17
Figura 2.6.	Curva de transición.	17
Figura 2.7.	Elementos de una curva circular.	18
Figura 2.8.	Elementos de la curva vertical.	20
Figura 2.9.	Pendiente.	23
Figura 2.10.	Perfil longitudinal.	26
Figura 2.11.	Detalle de un perfil transversal tipo.	27
Figura 2.12.	Sección transversal tipo.	28
Figura 2.13.	Tipos de taludes.	30
Figura 2.14.	Tipos de taludes en corte.	31
Figura 2.15.	Tipos de sección transversal.	33
Figura 2.16.	Ábaco para estimar el N° estructural de la carpeta asfáltica “a1”.....	46
Figura 2.17.	Ábaco para estimar el N° estructural de la capa base “a2”.	46
Figura 2.18.	Ábaco para estimar el N° estructural de la sub-base “a3”.	47
Figura 2.19.	Sección tipo de cuneta.	55
Figura 2.20.	Método de las dovelas.	57
Figura 2.21.	Centro del círculo de fallas.	58
Figura 2.22.	Señales preventivas.	61
Figura 2.23.	Señales reglamentarias.	61
Figura 2.24.	Señales informativas.	62
Figura 2.25.	Diseño línea amarilla discontinua.	63
Figura 2.26.	Diseño doble línea amarilla continua.	64
Figura 2.27.	Diseño doble línea amarilla continua y discontinua.	64

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen 3.1. Ubicación del proyecto (mapa referencial).	71
Imagen 3.2. Ubicación del proyecto (mapa referencial).	72
Imagen 3.3. Trazo de levantamiento topográfico.	76
Imagen 3.4. Mapa Ubicación de BMs.	77
Imagen 3.5. Verificación de puntos BMs.	77
Imagen 3.6. Poligonal abierta.	81
Imagen 3.7. Mapa de muestreo.	88
Imagen 3.8. Granulometría “Método del lavado”.	92
Imagen 3.9. Límite líquido.	96
Imagen 3.10. Límite plástico.	97
Imagen 3.11. Compactación.	100
Imagen 3.12. CBR.	102
Imagen 3.13. Identificación de banco de préstamo.	106

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	Levantamiento topográfico
ANEXO II	Ensayo de laboratorio
ANEXO III	Reporte de muestreo de suelos
ANEXO IV	TPDA
ANEXO V	Factor de carga y ESAL's
ANEXO VI	Estudio hidrológico
ANEXO VII	Diseño de alcantarillas y cunetas
ANEXO VIII	Análisis de costos
ANEXO IX	Diseño geométrico
ANEXO X	Estabilidad de taludes
ANEXO XI	Planos