

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
“DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN”



TOMO I
“DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO
LA CALAMA-CHAUPILOMA”

Por:

JUAN CARLOS JARAMILLO RAMOS

Semestre II-2022

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
“DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN”

TOMO I

“DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO
LA CALAMA-CHAUPILOMA”

Por:

JUAN CARLOS JARAMILLO RAMOS

Proyecto elaborado en la asignatura CIV 502 Proyecto de Grado II

Semestre II-2022

TARIJA-BOLIVIA

ADVERTENCIA

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

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Felisa Ramos, quien con mucho esfuerzo a través de los años me apoyo en mi proyecto más importante, mi profesión como Ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminarme, por guiarme en mi camino, por darme la fuerza, voluntad y capacidad para culminar esta etapa académica y llegar a la meta. A todas las personas, familiares, docentes y amigos que de alguna manera me ayudaron a llevar adelante el presente estudio.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO

	Página
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación del proyecto de diseño de ingeniería	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Situación problemática	3
1.3.2 Delimitación del tiempo	4
1.3.3 Delimitación del espacio	4
1.3.4 Problema.....	4
1.4 Objetivos de proyecto de diseño final de ingeniería	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Alcance del diseño de ingeniería.....	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Conceptualización y operacionalización de las variables.	5

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1 Marco conceptual	9
2.1.1 Topografía	9
2.1.2 Geotecnia.....	9
2.1.3 Hidrología, hidráulica y drenaje	10
2.1.4 Diseño geométrico.....	13

2.1.5 Secciones transversales	23
2.1.6 Diseño estructural.....	32
2.1.7 Costos de construcción.....	47
2.2 Marco normativo	48
2.3 Marco referencial	50
2.4 Análisis del aporte teórico hacia el trabajo de investigación	52

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN

	Página
3.1 Criterios del diseño metodológico.....	53
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.3 Métodos de análisis de datos.....	54
3.4 Aspectos espaciales	55
3.4.1 Ubicación geográfica.....	55
3.4.2 Límites territoriales	56
3.4.3 Extensión	56
3.5 Aspectos físico naturales.....	56
3.5.1 Clima	56
3.5.2 Temperaturas máxima y mínima.....	56
3.5.3 Vientos.....	57
3.5.4 Riegos climáticos.....	57
3.5.5 Suelos	58
3.6 Descripción del tramo	59
3.7 Estudios complementarios.....	62
3.7.1 Estudio topográfico	62

3.7.2 Estudio geotécnico.....	68
3.7.3 Estudio hidrológico	84
3.7.4 Estudio de tráfico.....	91

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

	Página
4.1 Análisis y elección de alternativas de trazo geométrico.....	101
4.2 Derecho de vía de caminos.....	102
4.3 Parámetros del diseño geométrico.....	102
4.3.1 Categoría de la carretera.....	102
4.3.2 Velocidad de proyecto (VP)	103
4.3.3 Código de la clasificación.....	103
4.3.4 Peralte máximo, coeficiente de fricción y radio mínimo absoluto.....	103
4.3.5 Sobreebanco en curvas vehículo tipo	103
4.3.6 Pendientes máximas	105
4.3.7 Pendientes mínimas	105
4.4 Diseño geométrico del trazado	105
4.4.1 Alineamiento horizontal	105
4.4.2 Alineamiento vertical	109
4.4.3 Sección transversal	114
4.4.4 Curva masa	118
4.5 Diseño estructural del pavimento.....	118
4.5.1 Alternativa 1 pavimento flexible.	119
4.5.2 Alternativa 2 pavimento con tratamiento superficial doble.....	128
4.6 Diseño hidráulico	136

4.6.1 Cunetas	136
4.6.2 Diseño de alcantarillas de alivio.....	140
4.7 Cubicaje, cronograma, costos y presupuesto general.....	150
4.7.1 Cómputos métricos de las actividades.....	150
4.7.2 Análisis de precios unitarios.....	150
4.7.3 Presupuesto general de ejecución	150
4.8 Elección de alternativa:	153
4.8.1 Especificaciones técnicas	153

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1 Conclusiones	156
5.2 Recomendaciones.....	159

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo N°1: Puntos de levantamiento topográfico.

Anexo N°2: Estudio de suelos.

Anexo N°3: Estudio de tráfico (aforo diario).

Anexo N°4: Diseño geométrico (ensanches)

Anexo N°5: Diseño geométrico (curvas verticales)

Anexo N°6: Volúmenes de corte y relleno.

Anexo N°7: Alcantarillas de alivio.

Anexo N°8: Alcantarillas de cruce.

Anexo N°9: Cómputos métricos.

Anexo N°10: Precios unitarios.

Anexo N°11: Especificaciones técnicas.

Anexo N°12: Planos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2-1 Elementos de la curva vertical.....	20
Figura 2-2. Perfil transversal descriptivo, calzada en recta.	24
Figura 2-3. Tipo de secciones transversales.....	30
Figura 2-4 Diagrama de curva masa.	31
Figura 2-5. Peso admisible de eje simple 2 neumáticos de 7 t.....	37
Figura 2-6. Peso admisible eje simple de 4 neumáticos es de 11 t.	38
Figura 2-7. Peso máximo admisible para un eje tándem de 8 neumáticos de 18 t.....	38
Figura 2-8. Peso máximo admisible para eje trídem de 6 neumáticos es de 25 t.....	39
Figura 2-9. Ábaco de diseño para pavimentos flexibles.	44
Figura 2-10. Procedimiento para determinar espesores mínimos de capas.	46
Figura 3-1 Curvas I-D-F.....	90

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen 3-1 Ubicación geográfica	61
Imagen 3-2 Obtención de BMs con GPS	63
Imagen 3-3 Ubicación de BM-1	63
Imagen 3-4 Levantamiento con estación total	64
Imagen 3-5 Posicionamiento de estación total.....	64
Imagen 3-6 Ubicación de BMs	66
Imagen 3-7 Excavación manual	68
Imagen 3-8 Extracción de muestra.....	69
Imagen 3-10 Muestras.....	70
Imagen 3-9 Pesaje de muestras	70
Imagen 3-11 Muestra tamizada.....	71
Imagen 3-12 Lavado de muestras	71
Imagen 3-14 Ensayo para LP	73
Imagen 3-13 Ensayo para LL	73
Imagen 3-16 Humedecimiento de muestra	74
Imagen 3-15 Compactación	74
Imagen 3-17 Ruptura de probeta.....	75
Imagen 3-18 Medición de expansión	75
Imagen 4-1 Sección transversal tipo en recta.....	116
Imagen 4-2 Sección transversal tipo en curva.....	117
Imagen 4-3 Aplicación de programa Aashto 93	127
Imagen 4-4 Aplicación de programa Aashto 93 -V2	135
Imagen 4-5 Calculo de tirante en programa H canales	139
Imagen 4-6 Cálculo de sección de alcantarilla de alivio para un periodo de 25 años....	143
Imagen 4-7 Cálculo de sección de alcantarilla de alivio para un periodo de 50 años....	144
Imagen 4-8 Cuenca de aporte de alcantarilla de cruce N°1	146
Imagen 4-9 Cálculo de sección de alcantarilla de cruce para un periodo de 25 años	148

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1-1 Operacionalización de variables.....	6
Tabla 2-1 Distancia mínima de adelantamiento.....	17
Tabla 2-2 Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.	18
Tabla 2-3 Pendientes máximas admisibles %.	19
Tabla 2-4 Parámetros en curvas verticales por criterio de visibilidad de frenado	22
Tabla 2-5. Bombeos de la calzada.....	26
Tabla 2-6. Resumen de anchos de plataforma en terraplén	28
Tabla 2-7. Periodo de diseño.....	34
Tabla 2-8. Índice de serviciabilidad.....	35
Tabla 2-9. Clasificación de vehículos	36
Tabla 2-10. Factor de distribución por carril	39
Tabla 2-11. Niveles de confiabilidad	41
Tabla 2-12. Factores de desviación normal.....	42
Tabla 2-13. Tiempos de drenaje.....	42
Tabla 2-14. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	43
Tabla 2-15. Coeficientes de drenaje para pavimentos rígido.....	43
Tabla 2-16. Espesores mínimos, en pulgadas, en función de los ejes equivalentes.....	45
Tabla 3-1 Clasificación de vientos según Beaufort.....	57
Tabla 3-2 Ubicación del proyecto	59
Tabla 3-3 Coordenadas geográficas del inicio del tramo.....	60
Tabla 3-4 Coordenadas UTM del inicio del tramo	60
Tabla 3-5 Población de área rural cercanas al proyecto (comunidades).....	60
Tabla 3-6 Ubicación de BMs	65
Tabla 3-7 Punto de levantamiento topográfico	67
Tabla 3-8 Resumen de los ensayos realizados en el laboratorio	83
Tabla 3-9 Estación de Tucumillas.....	84
Tabla 3-10 Prueba de bondad de ajuste Smirnov Kolmogorov	86
Tabla 3-11 Probabilidades.....	88
Tabla 3-12 Altura de lluvia máxima diaria	88

Tabla 3-13 Altura de lluvia máxima horaria (mm).....	89
Tabla 3-14 Intensidades máximas (mm).....	89
Tabla 3-15 Coeficientes de regresión.....	90
Tabla 3-16 Intensidades (mm/h).....	91
Tabla 3-17 Días aforados.....	92
Tabla 3-18 Datos de aforo.....	93
Tabla 3-19 Resumen de composición vehicular.....	94
Tabla 3-20 Índice de crecimiento.....	96
Tabla 3-21 Trafico futuro.....	96
Tabla 4-1 Elementos de curvas circulares simples.....	107
Tabla 4-2 Elementos de las curvas verticales.....	113
Tabla 4-3 Resumen de volúmenes de movimiento de tierra.....	118
Tabla 4-4 Porcentaje de composición del TPDA.....	120
Tabla 4-5 Pesos promedio por eje y tipo de vehículo.....	121
Tabla 4-6 Cargas adoptadas por tipo de eje.....	121
Tabla 4-7 Calculo de factor camión.....	122
Tabla 4-8 Cálculo de ejes equivalentes.....	123
Tabla 4-9 Coeficientes estructurales pavimento flexible.....	126
Tabla 4-10 Espesores mínimos, en pulgadas, en función de los ejes equivalentes.....	126
Tabla 4-11 Resumen de cálculo de SN.....	128
Tabla 4-12 Porcentaje de composición del TPDA.....	129
Tabla 4-13 Cargas adoptadas por tipo de eje.....	130
Tabla 4-14 Cálculo de factor camión.....	131
Tabla 4-15 Calculo de ejes equivalentes.....	131
Tabla 4-16 Coeficientes estructurales tratamiento superficial doble.....	134
Tabla 4-17 Espesores mínimos, en pulgadas, en función de los Ejes Equivalentes.....	134
Tabla 4-18 Resumen de cálculo de SN.....	135
Tabla 4-19 Coeficiente de rugosidad de Manning.....	136
Tabla 4-20 Intensidad máxima para alcantarilla.....	137
Tabla 4-21 Ubicación de cunetas.....	140
Tabla 4-22 Intensidad máxima para alcantarilla de alivio.....	141

Tabla 4-23 Ubicación de alcantarillas de alivio	145
Tabla 4-24 Calculo de tiempo de concentración.....	147
Tabla 4-25 Características topográficas de la microcuenca.....	147
Tabla 4-26 Intensidad máxima para alcantarilla de cruce.....	148
Tabla 4-27 Ubicación de alcantarillas de cruce	149
Tabla 4-28 Presupuesto General de Pavimento Flexible	150
Tabla 4-29 Presupuesto General de Tratamiento Superficial Doble.....	152
Tabla 5-1 Parámetros de referencia.....	156
Tabla 5-2 Suelos predominantes	157