

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA

DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

“DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLASO ESTE-CANCHONES”

Por:

OVANDO SÁNCHEZ MARIO

SEMESTRE II -2025

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Este Proyecto de Grado está dedicado a:

A MIS PADRES: VIRGINIO
OVANDO FLORES y

CASIMIRA SANCHEZ ROMERO,
porque ellos son la fuente de
inspiración, por haberme forjado como
la persona que ahora soy, muchos de
mis logros se los debo a ustedes entre
los que incluye este.

ÍNDICE
CAPITULO I

	Página
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.2.1.1 Situación problemática.....	2
1.2.1.2 Formulación del problema.	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.	3
1.4 Hipótesis.....	3
1.4.1 Formulación de la hipótesis.	3
1.5.1. Conceptualización y operacionalización de variables.....	4
1.6.1 Determinación del alcance de la investigación	4

CAPITULO II
FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Clasificación funcional para diseño.....	5
2.1.1 Características según categoría	5
2.2 Estudios previos al diseño.....	7
2.2.1 Estudio Topográfico.....	7
2.2.2 Estudio Geotécnico.	7
2.2.2.1 Clasificación de suelos.....	8
2.2.2.2 Granulometría.	10
2.2.2.3 Límites de Atterberg.	10
2.2.2.4 Relación entre humedad y densidad.....	12
2.2.2.5 Ensayos de resistencia para suelos de subrasante	12
2.2.2.6 Valor soporte california.....	12
2.2.3 Estudio hidrológico	13
2.2.3.1 Estaciones meteorológicas	13
2.2.3.2 Análisis de consistencia	14

2.2.3.3	Análisis de frecuencia	14
2.2.3.4	Curvas IDF	16
2.2.4	Estudio de tráfico	17
2.2.4.1	Clasificación de carreteras por aspectos técnicos	17
2.2.5	Diseño geométrico	18
2.2.5.1	Controles básicos de diseño	18
2.2.5.2	Función de la carretera o camino	18
2.2.5.3	Demanda y características del tránsito	18
2.2.5.4	Tránsito promedio diario anual (TPDA)	18
2.2.5.5	Clasificación por tipo de vehículo	19
2.2.5.6	Velocidad en el diseño vial	19
2.2.5.7	Velocidad de proyecto (Vp)	19
2.2.5.8	Parámetros de diseño geométrico	19
2.2.5.9	Parámetros de diseño planimétrico.	24
2.2.5.10	Taludes	32
2.2.5.11	Movimiento de tierra	34
2.2.6	Diseño estructural de pavimento	36
2.2.6.1	Alternativa de pavimentos	37
2.2.6.2	Pavimento flexible método AASHTO	38
2.2.6.3	Periodo de análisis y de diseño	39
2.2.6.4	Variables en función de tránsito	39
2.2.6.5	Confiabilidad	39
2.2.6.6	Determinación de espesores por capas	40
2.2.6.7	Capacidad del drenaje para remover la humedad	41
2.2.6.8	Dimensiones de espesores de las capas estructurales	41
2.2.7	Diseño de drenaje	42
2.2.7.1	Velocidad del agua sobre la plataforma	42
2.2.7.2	Cunetas	42
2.2.7.3	Bordillo	43
2.2.7.4	Alcantarillas	43
2.2.7.5	Diseño de los elementos de drenaje	44
2.2.8	Precios unitarios y presupuesto	44

CAPITULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1	Ubicación del proyecto.....	46
3.1.1	Características generales.....	48
3.2	Estudio topográfico.....	49
3.2.1	Determinación y ubicación de puntos de control.....	49
3.2.2	Levantamiento de la nube de puntos.....	50
3.2.3	Herramientas y equipos utilizados	51
3.2.4	Resultados del trabajo	51
3.3	Estudio geotécnico.....	52
3.3.1	Clasificación de suelos de la sub rasante	53
3.3.1.1	Descripción del terreno en base al reconocimiento visual de sus propiedades.....	53
3.3.1.2	Procedimiento en el gabinete	54
3.3.2	Resultados de los ensayos de laboratorio.....	64
3.4	Clasificación de suelos del banco de materiales.....	65
3.4.1	Capa sub base.....	65
3.4.2	Capa base.....	73
3.5	Estudio hidrológico.....	74
3.5.1	Características físicas de la cuenca de aporte	74
3.5.2	Estaciones meteorológicas	76
3.5.3	Análisis de consistencia	77
3.5.4	Análisis de frecuencia.	79
3.5.5	Obtención de curvas IDF.	82
3.6	Estudio de trafico.....	87
3.6.1	Información de tráfico obtenida en campo.....	87
3.6.2	Trafico promedio diario futuro	89
3.7	Propuesta de diseño.....	91
3.7.1	Propuesta de diseño geométrico.....	91
3.7.1.1	Diseño planimétrico	91

3.7.1.2	Diseño altimétrico	94
3.7.1.3	Diseño de sección transversal	97
3.7.1.4	Movimiento de tierra.....	98
3.7.1.5	Diagrama curva masa.....	99
3.7.1.6	Resumen de los parámetros de diseño	101
3.7.2	Propuesta de diseño estructural.....	102
3.7.2.1	Cálculo del número de ESALS	102
3.7.2.2	Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO-93.....	104
3.7.2.3	Determinación de espesores de las capas del paquete estructural.....	105
3.7.2.4	Diseño hidráulico	108
3.8	Precios unitarios y presupuesto	111
3.8.1	Cómputos métricos	111
3.8.2	Presupuesto general.....	112

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	115
4.2	Recomendaciones.....	116

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- A.1. Estudio topográfico
- A.2. Estudio geotécnico
- A.3. Estudio hidrológico
- A.4. Diseño geométrico
- A.5. Diseño estructural
- A.6. Cómputos métricos
- A.7. Reporte fotográfico
- A.8. Carta de visto Bueno por la alcaldía Municipal de Cercado

PLANOS

- 1 Plano – bimodales
- 2 Plano – secciones transversales
- 3 Plano – diseño hidráulico
- 4 Plano – curva masa

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1 Conceptualización.....	4
TABLA N°2 Características típicas de caminos según la clasificación funcional ..	6
TABLA N°3 Clasificación de suelo según aashto	9
TABLA N°4 Características del suelo según el índice de plasticidad.....	11
TABLA N°5 Clasificación funcional según aspectos técnicos más relevantes	17
TABLA N°6 Criterios de predicción de la v85 % en función de vp y lr para vp entre 40 y 120 km/ hr.....	20
TABLA N°7 V 85 al final de la recta según longitud y velocidad de proyecto	20
TABLA N°8 Distancia mínima de frenado en horizontal "df" (df=0.555v+0.00394v ² /r).....	22
TABLA N°9 Distancia mínima de adelantamiento	23
TABLA N°10 LR Min entre curvas de diferentes sentido	25
TABLA N°11 LR min entre cuervas del sentido	25
TABLA N°12 Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	26
TABLA N°13 Valores admisibles del coeficiente de fricción transversal "f"	27
TABLA N°14 Valores máximos para peralte y fricción transversal.....	28
TABLA N°15 Proporción del peralte a desarrollarse en recta	28
TABLA N°16 Pendientes máximas según categorías de carreteras o camino	30
TABLA N°17 Inclinaciones normales de taludes de corte	33
TABLA N°18 Inclinación de taludes correspondientes a materiales de relleno.....	34
TABLA N°19 Periodos de análisis.....	39
TABLA N°20 Periodo de diseño.....	39
TABLA N°21 Niveles de confiabilidad.....	39
TABLA N°22 Valores de zr en la curva normal para diversos grados de confiabilidad.....	40
TABLA N°23 calidad de drenaje.....	41
TABLA N°24 Velocidades máximas admisibles de agua.....	42
TABLA N°25 Ubicación geográfica del tramo carlaso este-canchones	47
TABLA N°26 Características observadas y medidas del tramo en estudio	48
TABLA N°27 Puntos de bm del tramo carlaso este -canchones	51
TABLA N°28 Granulometría de la muestra 3.....	55

TABLA N°29 Planilla de limite de atterberg (limite líquido) AASHTO T-89	57
TABLA N°30 Planilla de limite plástico de la muestra 3.....	57
TABLA N°31 Compactación de la muestra 3.....	59
TABLA N°32 Contenido de humedad y peso unitario.....	61
TABLA N°33	62
TABLA N°34 CBR.....	62
TABLA N°35 Resultados de la muestra 3	63
TABLA N°36 Resultados de las 3 muestras de suelo para sub rasante	65
TABLA N°37 Requerimientos mínimos de material capa sub base	66
TABLA N°38 Granulometría del banco de material capa sub base.....	66
TABLA N°39 Contenido de humedad y peso unitario.	69
TABLA N°40 CBR de la muestra de la capa sub base.....	70
TABLA N°41 Ensayo de desgaste de los ángeles	72
TABLA N°42 Requerimiento mínimo capa base.....	73
TABLA N°43 Parámetros físicos de la cuenca.....	74
TABLA N°44 Ubicación de estaciones climatológicas	76
TABLA N°45 Resumen de análisis de consistencia	78
TABLA N°46 Resumen del ajuste mediante kolmogórov- smirnov.....	80
TABLA N°47 Alturas de lluvias máximas diarias para periodos de retorno.....	82
TABLA N°48 Lluvias máximas ponderadas en 24 horas.....	82
TABLA N°49 Alturas de lluvias máximas para diferentes periodos de retornos y duración en mm.....	84
TABLA N°50 Intensidades máximas para diferentes periodos de retornos y duración mm/min.....	85
TABLA N°51 Caudal maximo.....	87
TABLA N°52 Aforo de camino carlaso este- canchones	88
TABLA N°53 Trafico diario de diseño.....	89
TABLA N°54 Elementos de alineamiento horizontal alternativa I.....	92
TABLA N°55 Elementos de curvas horizontales alternativa II.....	93
TABLA N°56 Elementos del alineamiento vertical	95
TABLA N°57 Elementos de alineamiento vertical alternativa II	96
TABLA N°58 Dimensiones de sección transversal.....	98

TABLA N°59 Volumen de corte y de relleno.....	100
TABLA N°60 Cantidad de tierra a mover.....	100
TABLA N°61 Parámetro de diseño.....	101
TABLA N°62ESALS para pavimento flexible. para periodo de diseño. n=10 años.....	104
TABLA N°63 Espesores de la alternativa ii pavimento flexible.....	106
TABLA N°64 Costo por metro cuadrado de la alternativa II.....	106
TABLA N°65 Espesores de capas de tratamiento superficial simple.....	107
TABLA N°66 Costo por metro cuadrado alternativa I.....	107
TABLA N°67 Caudales máximos para diseños de cunetas	108
TABLA N°68 Diseño de cuneta.	109
TABLA N°69 Caudales de diseño y alcantarillas de paso	110
TABLA N°70 Caudales de diseño y alcantarillado de alivio	110
TABLA N°71 Presupuesto general alternativa I	113
TABLA N°72 Presupuesto general alternativa II	114

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN1. Tipos de sección transversal.....	35
IMAGEN 2. Esquema de espesores, método AASHTO.....	41
IMAGEN 3. Localización del tramo Carlos Este-Canchones	46
IMAGEN 4. Ruta 11.....	47
IMAGEN 5. Croquis para llegar al tramo Carlos Este-Canchones	48
IMAGEN 6. Nivelación del equipo de topográfico.....	50
IMAGEN 7. Ubicación de los BM sobre la imagen satelital.....	52
IMAGEN 8. Representación de las curvas de nivel.....	52
IMAGEN 9. Diferencia de tres tipos de suelos.....	53
IMAGEN 10. Reconocimiento visual de tipos de suelos.....	54
IMAGEN 11. Tamizado de las muestras	54
IMAGEN 12. Aparato de casa grande.....	56
IMAGEN 13. Rodillo del suelo húmedo.....	56
IMAGEN 14. Puntos de muestras.....	64
IMAGEN 15. Ubicación del banco de material capa base y sub base.....	72
IMAGEN 17. Localización de las estaciones.....	77
IMAGEN 18. Polígonos de Thiessen.....	83
IMAGEN 19. Isoyetas de lluvias máximas diarias en 24 horas.....	83
IMAGEN 20. Alineamiento horizontal.....	91
IMAGEN 23. Dos alternativas de diseño geométrico.....	96
IMAGEN 24. Sección típica de una cuneta triangular.....	97
IMAGEN 25. Sección transversal.....	98
IMAGEN 26. Movimiento de tierras.....	99
IMAGEN 27. Curva masa alternativa I.....	99
IMAGEN 28. Curva masa alternativa II.....	101
IMAGEN 29. Espesores de capas de tratamiento superficial simple.....	107

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRÁFICA N °2 Limite líquido.....	57
GRÁFICA N °3 Grafica de compactación.....	60
GRÁFICA N °4 Curva de carga – penetración.....	63
GRÁFICA N °5 Curva cbr-peso unitario.	63
GRÁFICA N °6 Granulometría capa sub base.....	67
GRÁFICA N °7 Compactación de la muestra capa sub base.....	68
GRÁFICA N °8 Grafica de los ensayos de cbr.....	71
GRÁFICA N °9 CBR vs peso unitario.....	71
GRÁFICA N °10 Curvas precipitación-duración-frecuencia.....	85
GRÁFICA N °11 Curvas intensidad- duración- frecuencia “IDF”.....	86
GRÁFICA N °12 Representaciones esquemáticas de diseño hidráulica prog. 8+889.6	111