

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CRUCE MONTE -
HORNOS”**

POR:

FERNANDO COLQUE HUANCA

SEMESTRE II - 2025

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CRUCE MONTE -
HORNOS”**

POR:

FERNANDO COLQUE HUANCA

Proyecto de Ingeniería Civil II CIV-502 presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE II - 2025

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A mis padres; Fernando Colque y Martina Huanca por todo el apoyo incondicional y por todos los sacrificios hechos por mí.

A mis hermanos: Omar, Aníbal, Sergio y Cibeli Colque por estar ahí en todo momento apoyándome.

A mis padrinos Adrián e Irma y Nicolasa por enseñarme mil lecciones

INDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes	2
1.2. Situación Problemática	3
1.2.1. Problema	3
1.2.2. Relevancia y factibilidad del problema	4
1.2.3. Delimitación temporal y espacial del problema	5
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. Hipótesis.....	7
1.6. Identificación del Tipo de Investigación.....	7
1.7. Unidades de Estudio y Decisión Muestral.	7
1.7.1. Unidad de estudio	7
1.7.2. Población	7
1.7.3. Muestra	7
1.7.4. Selección de las técnicas de muestreo	7
1.8. Procesamiento De la Información.....	8
1.9. Alcance de la Investigación	8
1.9.1. Alcance Exploratorio.....	8
1.9.2. Alcance Descriptivo.....	8
1.9.3. Alcance Correlacional	9

CAPÍTULO II

DISEÑO DE INGENIERIA

2.1. Definición.....	10
2.2. Proyecto de Ingeniería.....	10
2.3. Carreteras o caminos	11
2.4. Función de la carretera o camino	11
2.5. Factores que intervienen en el diseño de una carretera o camino	12
2.5.1. Factores funcionales	12
2.5.2. Factores físicos	12
2.5.3. Factores de costo asociados a la carretera	13
2.5.4. Factores humanos y ambientales	13
2.6. Sistema de clasificación funcional para diseño.....	13
2.7. Sistema de clasificación	14
2.7.1. Categoría de las vías	14
2.7.1.1. Terreno Llano:	14
2.7.1.2. Terreno Ondulado:.....	14
2.7.1.3. Terreno Montañoso:	14
a. Autopista (O).....	15
b. Autorrutas (I.A).....	16
c. Carreteras primarias (I.B).....	17
d. Caminos colectores (II)	18
e. Caminos locales (III)	18
f. Caminos de desarrollo	19
2.8. Normas para el diseño de carreteras.....	19

2.8.1.	Manuales técnicos para el diseño de carreteras	19
2.8.1.1.	Manual de Diseño Geométrico.....	19
2.8.1.2.	Manual de Hidrología y Drenaje	20
2.8.1.3.	Manual de Dispositivos de Control de Transito	21
2.8.1.4.	Manual de Ensayos de Suelos y Materiales	22
2.9.	Parámetros de diseño específicos.....	22
2.9.1.	Diseño geométrico	22
2.9.1.1.	El trazado.....	22
2.9.1.2.	La sección transversal.....	24
2.9.1.3.	La sección transversal de la infraestructura.....	29
2.9.1.4.	La sección transversal de la plataforma de subrasante	29
2.9.1.5.	Alineamiento horizontal	29
2.9.1.6.	Tangentes.....	30
2.9.1.7.	Longitudes máximas en recta	31
2.9.1.8.	Curvas en S.....	31
2.9.1.10.	Radio mínimos absolutos	32
2.9.1.11.	Curvas circulares simples	33
2.9.1.12.	Curvas circulares compuestas.....	33
2.9.1.13.	Curvas circulares reversas	33
2.9.1.14.	Curvas de transición	34
2.9.1.15.	Peralte	34
2.9.1.16.	Velocidad de diseño	34
2.9.1.17.	Distancia de seguridad entre dos vehículos	34
2.9.1.18.	Distancia de visibilidad de parada	35
2.9.1.19.	Distancia de velocidad de rebase entre dos vehículos	35

2.9.1.20. Alineamiento vertical	35
2.9.2. Factores que intervienen en el alineamiento vertical.....	35
2.9.2.1. Gradientes.....	35
2.9.2.2. Curvas verticales	35
2.9.2.3. Sección transversal típica	36
2.9.2.4. Derecho de vía o faja de afectación.....	36
2.9.2.5. Zona de afectación.....	36
2.9.2.6. Expropiaciones y Servidumbres	37
2.9.3. Diseño estructural	37
2.9.3.1. Pavimentos con tratamiento Superficial.....	37
2.9.3.2. Módulo de resiliencia	38
2.9.3.3. Periodo de diseño	38
2.9.3.4. Índice de serviciabilidad.....	39
2.9.3.5. Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad	39
2.9.3.6. Análisis de tráfico.....	39
2.9.3.7. Tránsito medio diario anual.....	39
2.9.3.8. Tasa de crecimiento.....	39
2.9.3.9. Proyección del tránsito	39
2.9.3.10. Distribución direccional	40
2.9.3.11. Factor de distribución por carril	40
2.9.3.12. Tránsito equivalente	40
2.9.3.13. Factores equivalentes de carga (LEF)	40
2.9.3.14. Nivel de confianza y desviación estándar	40
2.9.3.15. Determinación del número estructural “SN”	41
2.9.3.16. Determinación de espesores por capas.....	41

2.9.4.	Drenaje.....	42
2.9.4.1.	Definición de drenaje	42
2.9.4.2.	Clasificación y tipos de drenaje.....	43
2.9.5.	Señalización.....	49
2.9.5.1.	Señalización vertical.....	49
2.9.5.2.	Señalización horizontal	50
2.9.6.	Software	51
2.9.6.1.	AutoCAD Civil 3D.....	51

CAPÍTULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1.	Métodos y Técnicas Empleadas	53
3.1.1.	Métodos	53
3.1.1.1.	Método Empírico.	53
3.1.1.2.	Método Teórico.....	53
3.1.2.	Técnicas	54
3.2.	Ubicación	55
3.2.1.	Ubicación física del Proyecto	55
3.2.2.	Ubicación Geográfica del Proyecto	56
3.3.	Características físicas del área de influencia del Proyecto.....	57
3.3.1.	Clima.....	57
3.3.2.	Temperatura	57
3.3.3.	Viento.....	57
3.3.4.	Humedad.....	58
3.4.	Características generales del área del proyecto.....	58
3.4.1.	Producción Agrícola.	58

3.4.2.	Producción pecuaria.....	59
3.4.3.	Producción forestal	59
3.4.4.	Infraestructura	60
3.4.5.	Servicios Básicos, Salud y Educación	60
3.5.	Estudios Previos al diseño.....	60
3.5.1.	Topografía.....	60
3.5.1.1.	Objetivo	61
3.5.1.2.	Metodología de trabajo.....	61
3.5.1.3.	Determinación de los puntos de control (BM)	62
3.5.1.4.	Nivelación geométrica.....	63
3.5.1.5.	Re levantamiento topográfico.....	63
3.5.1.6.	Proceso de datos	65
3.5.2.	Estudio geotécnico.....	65
3.5.2.1.	Ensayos de laboratorio calicatas a cielo abierto	67
3.5.2.2.	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo 67	
3.5.2.3.	Granulometría.....	68
3.5.2.4.	Límites de Atterberg.....	70
3.5.2.5.	Determinación del límite líquido de los suelos	70
3.5.2.6.	Determinación del límite plástico e índice de plasticidad	71
3.5.2.7.	Clasificación de suelos	72
3.5.2.8.	Compactación.....	73
3.5.2.9.	Determinación de la relación de soporte del suelo en el laboratorio (CBR de laboratorio)	75
3.5.3.	Estudio hidrológico.....	76
3.5.3.1.	Análisis de los datos hidrológicos	77

3.5.3.2. Obtención de curvas IDF a partir de datos pluviográficos	77
3.5.4. Trafico.....	80
3.5.4.1 Proyección del tráfico	81
3.5.4.2 Tráfico generado	83
3.5.4.3. Tráfico inducido.....	83
3.5.4.4 Tráfico total.....	84
3.5.4.5 Cálculo del número de ejes equivalentes W18 (ESALs)	84
3.6. Diseño de Ingeniería	88
3.6.1. Análisis y elección de alternativas.....	88
3.6.2. Diseño Geométrico	90
3.6.2.1. Parámetros de diseño geométrico.....	90
3.6.2.2. Clasificación del tramo vial	90
3.6.2.3. Velocidad de proyecto.....	91
3.6.2.4. Alineamiento horizontal.....	91
3.6.2.5. Alineamiento vertical	100
3.6.2.6. Sección transversal.....	102
3.6.2.7. Taludes	104
3.6.3. Diseño de obras para drenajes	105
3.6.3.1. Tiempo de concentración.	105
3.6.3.2. Caudales máximos.	106
3.6.3.3. Diseño de alcantarillas.	107
3.6.3.4. Diseño de cunetas.....	109
3.6.4. Diseño estructural	113
3.6.4.1. Parámetros de entrada comunes para el diseño.....	113
3.6.4.2. Pavimento flexible.	114

3.6.4.3. Diseño de pavimento con el Software DIPAV 2.3.	114
3.6.5. Presupuesto del proyecto	119
3.6.5.1. Lista de Ítems.	119
3.6.5.2. Cómputos métricos.....	120
3.6.5.3. Presupuesto general.....	122

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	123
4.2. Recomendaciones.....	124
Bibliografía	125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen Satelital	5
Figura 2 Perfil Transversal Descriptivo, Cazadas Única en Curva.....	25
Figura 3 Perfil Transversal Descriptivo, Calzadas Separadas en rectas	26
Figura 4 Ubicación de una contra cuneta en un camino	44
Figura 5 Bombeo en tangente	44
Figura 6 Bombeo en curva	45
Figura 7 Proyecto de vado en un camino	45
Figura 8 Proyecto de tubo en terraplén	46
Figura 9 Puente librando un arroyo.....	47
Figura 10 Alcantarilla tipo	47
Figura 11 Perfil de una Alcantarilla. Colocación en Terraplén	48
Figura 12 Acotamiento, bordillo y terraplén bien vegetados	49
Figura 13 Proyecto en el contexto Departamental	55
Figura 14 Proyecto en el contexto Nacional	55
Figura 15 Proyecto en el contexto Municipal	56
Figura 16 Imagen Satelital de la Zona del Proyecto	56
Figura 17 Nivelación Geométrica	63
Figura 18 Curvas IDF.....	80
Figura 19 Alternativa 1	89
Figura 20 Alternativa 2	89
Figura 21 Curva circular simple.....	96
Figura 22 Curva espiral.....	97
Figura 23 Áreas de aporte de alcantarillas	108
Figura 24 Áreas de aporte de cunetas	110
Figura 25 Dimensiones de cuneta utilizada	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación funcional para diseño de carreteras y caminos rurales.....	15
Tabla 2 Velocidades de diseño para carreteras primarias	17
Tabla 3 Cuadro Resumen Anchos de Plataforma en terraplén y de sus elementos a Nivel de Rasante	27
Tabla 4 Lr min entre curvas de distinto sentido.....	32
Tabla 5 Lr min entre curvas del mismo sentido.....	32
Tabla 6 Radio mínimo absolutos en curvas horizontales.....	33
Tabla 7 Planilla Taquimétrica de BM	62
Tabla 8 Planilla de Descripción de Siglas.....	64
Tabla 9 Cantidad de Ensayos a realizar	67
Tabla 10 Resumen granulométrico de muestras extraídas	69
Tabla 11 Resumen de límite líquido del tramo	71
Tabla 12 Resumen de límite plástico e IP del tramo.....	72
Tabla 13 Clasificación de suelos método AASHTO.....	72
Tabla 14 Resumen de clasificación de suelos del Tramo	73
Tabla 15 Resumen Densidad y humedad óptima para los diferentes tramos.....	75
Tabla 16 Resumen de CBR de todo el tramo	76
Tabla 17 Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel	78
Tabla 18 Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas	79
Tabla 19 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias	79
Tabla 20 Tabla de intensidades - Tiempo de duración	79
Tabla 21 Resumen de Aforo total de vehículos	81
Tabla 22 Periodo de diseño para proyección del tráfico	81
Tabla 23 Índice de crecimiento	82
Tabla 24 TPD futuro	82
Tabla 25 Tráfico generado	83
Tabla 26 Tráfico inducido.....	83
Tabla 27 Tráfico total.....	84

Tabla 28 Tráfico proyectado	85
Tabla 29 Cálculo de ejes equivalentes	86
Tabla 30 Calculo del ESALs	87
Tabla 31 Valores máximos de peralte y fricción transversal	91
Tabla 32 Radios mínimos en curvas horizontales	92
Tabla 33 Distancia mínima de frenado en horizontal	94
Tabla 34 Distancia mínima de adelantamiento	95
Tabla 35 Valores admisibles de pendiente	96
Tabla 36 Parámetros de diseño Monte - Hornos	97
Tabla 37 Resumen de alineamiento horizontal	98
Tabla 38 Pendiente máxima admisible	100
Tabla 39 Parámetro mínimo por criterio de visibilidad de frenado	101
Tabla 40 Parámetro mínimo para visibilidad por adelantamiento	101
Tabla 41 Resumen de elementos de curvas verticales	102
Tabla 42 Parámetro de diseño de secciones transversales	103
Tabla 43 Bombeo de la calzada	103
Tabla 44 Sobreanchos para curvas	103
Tabla 45 Taludes de corte recomendados	104
Tabla 46 Coeficiente de escorrentía "C"	106
Tabla 47 Coeficientes de escorrentía (C) para T = 10 AÑOS	107
Tabla 48 Ubicación alcantarillas de paso	107
Tabla 49 Ubicación alcantarillas de alivio	108
Tabla 50 Resumen del cálculo de las alcantarillas de paso	109
Tabla 51 Resumen del cálculo de las alcantarillas de alivio	109
Tabla 52 Calculo de caudales de cunetas	111
Tabla 53 Calculo hidráulico de cunetas	112
Tabla 54 Niveles de confiabilidad	115
Tabla 55 Resumen de resultados del paquete estructural	118
Tabla 56 Lista de ítems	119
Tabla 57 Resumen de cálculos métricos	120
Tabla 58 Presupuesto general	122

ANEXOS

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO 2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ANEXO 3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEXO 4 ESTUDIO DE TRAFICO

ANEXO 5 DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 6 DISEÑO ESTRUCTURAL

ANEXO 7 OBRAS DE ARTE MENOR

ANEXO 8 CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO 9 PRESUPUESTO

ANEXO 10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 11 CARTAS

ANEXO 12 PLANOS