

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DE INGENIERIA – APERTURA DEL CAMINO TRAMO
“TRANCAS - HUACATA”**

Por:

MIGUEL ANDRES WAYAR LOZA

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

SEMESTRE I DEL 2020

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE
COMUNICACION**

**DISEÑO DE INGENIERIA – APERTURA DEL CAMINO TRAMO
“TRANCAS - HUACATA”**

Por:

MIGUEL ANDRES WAYAR LOZA

SEMESTRE I DEL 2020

TARIJA-BOLIVIA

V° B°

.....
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

.....
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

TRIBUNALES:

.....
Ing. Jhonny Orgaz

.....
Ing. Edwin Aguirre

.....
Ing. Mabel Zambrana

El tribunal calificador de la presente Tesis de Grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

Dedico esta tesis a mis padres quienes fueron los pilares más importantes en mi formación académica y que nunca dudaron de mí, a mis hermanos por brindarme su apoyo incondicional. A mis primos, tíos que siempre estuvieron a la espera de este gran logro por mi parte. A mi hermana Alcira, ya que su apoyo moral fue de gran ayuda. A mi mejor amiga Ivon que pese a la distancia y el tiempo nunca dejó de confiar en mí.

AGRADECIMIENTO:

Son los pilares de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes, mi eterna familia y los grandes amigos que siempre me acompañaron, y a la vez destinaron tiempo para poder enseñarme nuevas cosas.

En especial a los que estuvieron presentes en la elaboración y desarrollo de mi tesis.

PENSAMIENTO:

A los problemas, se les encuentra soluciones
y no errores.

Anónimo

INDICE
CAPITULO I
DISEÑO TEORICO

	Página
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación	1
1.3. Planteamiento del problema.....	2
1.3.1. Situación problemática	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Alcance	4

CAPITULO II
ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1. Marco conceptual.....	6
2.2. Marco normativo.....	6
2.2.1. Volumen 1: Diseño geométrico	7
2.2.1.1. Capítulo 1: Controles básicos.....	7
2.2.1.2. Capítulo 2: Diseño geométrico del trazado.....	7
2.2.1.3. Capítulo 3: La sección transversal	7
2.2.1.4. Capítulo 4: Túneles	7
2.2.1.5. Capítulo 5: Puentes	8
2.2.1.6. Capítulo 6: Intersecciones	8
2.2.1.7. Capítulo 7: Cruce por poblaciones	8
2.2.1.8. Capítulo 8: Criterios ambientales.....	8
2.2.2. Volumen 2: Hidrología, hidráulica y drenaje.....	8
2.2.2.1. Capítulo 1: Hidrología	8
2.2.2.2. Capítulo 2: Drenaje transversal.....	9
2.2.2.3. Capítulo 3: Drenaje de la plataforma	9

2.2.2.4. Capítulo 4: Diseño de canales en régimen uniforme.....	9
2.2.2.5. Capítulo 5: Drenaje subterráneo	9
2.2.2.6. Capítulo 6: Procedimientos y técnica de hidráulica y mecánica fluvial.....	9
2.2.2.8. Capítulo 7: Defensas fluviales	9
2.2.2.9. Capítulo 8: Criterios ambientales.....	10
2.2.3. Volumen 3: Dispositivos de control de tránsito.....	10
2.2.3.1. Capítulo 1: Señalización vertical	10
2.2.3.2. Capítulo 2: Señalización de tránsito horizontal	10
2.2.3.3. Capítulo 3: Semáforos.....	10
2.2.3.4. Capítulo 4: Señalización en zonas de trabajo	11
2.2.3.5. Capítulo 5: Auditorias de seguridad vial	11
2.2.3.6. Capítulo 6: Facilidades para peatones y bicicletas.....	11
2.2.4. Volumen 4A: Ensayos de suelos y materiales	11
2.2.5. Volumen 4B: Ensayos de suelos y materiales	11
2.2.6. Volumen 4C: Ensayos de suelos y materiales	11
2.3. Marco referencial.....	12
2.4. Análisis del aporte teórico hacia el trabajo de investigación	12

CAPITULO III

RELEVAMIENTO DE LA INFORMACION

	Página
3.1. Descripción de área de proyecto	14
3.1.1. Localización del proyecto	14
3.1.2. Acceso a la zona del proyecto.....	15
3.1.3. Aspectos climatológicos y temperaturas	15
3.1.4. Población.....	16
3.1.5. Servicios básicos	16
3.2. Estudios previos.....	16
3.2.1. Topografía.....	16
3.2.1.1. Criterios de levantamiento	16
3.2.1.2. Topografía para proyectos	17
3.2.1.3. Observaciones del trabajo	21

3.2.2. Estudio geotécnico.....	23
3.2.2.1 Criterios de estudio de muestreo	23
3.2.2.2. Trabajo en laboratorio	23
3.2.2.3. Ensayo de análisis granulométrico	24
3.2.2.4. Ensayo de límites de Atterberg	27
3.2.2.4.1. Procedimiento del límite líquido	27
3.2.2.4.2. Procedimiento del límite plástico.....	28
3.2.2.5. Clasificación de suelos.....	30
3.2.2.6. Compactación	31
3.2.2.7. Cálculo de la capacidad de soporte C.B.R.	34
3.2.3. Estudio de tráfico	38
3.2.3.1. Cálculo del T.P.D.....	40
3.2.3.2. Proyección de tráfico.....	42
3.2.3.3. Índice de crecimiento	43
3.2.3.4. Tráfico normal.....	43
3.2.3.5. Tráfico generado	44
3.2.3.6. Tráfico derivado	44
3.2.3.7. Cálculo del número de ejes equivalentes.....	49
3.2.4. Estudio hidrológico	52
3.2.4.1. Análisis pluviométrico	52
3.2.4.1.1. Precipitación media.....	52
3.2.4.1.2. Precipitación máxima	52
3.2.4.2. Determinación de intensidades máximas.....	53
3.2.4.2.1. Ley de distribución de probabilidades	53
3.2.4.2.2. Modelo de distribución probabilística de Gumbel.....	53
3.2.4.2.3. Distribución de frecuencia acumulada.....	54
3.2.4.2.4. Cálculo de frecuencia de ocurrencia del evento	55
3.2.4.3. Determinación de lluvias máximas (Gumbel modificado)	55

CAPITULO IV
DISEÑO DE INGENIERIA

	Página
4.1. Diseño geométrico	58
4.1.1. Análisis de alternativas.....	58
4.1.1.1. Alternativa única.....	58
4.1.2. Categoría de la carretera.....	58
4.1.3. Determinación de la velocidad de diseño	59
4.1.4. Pendiente de la vía.....	60
4.1.4.1. Pendiente máxima	60
4.1.4.2. Pendiente mínima.....	61
4.1.5. Alineamiento horizontal	61
4.1.5.1. Distancia de frenado	61
4.1.5.2. Distancia de adelantamiento	62
4.1.5.3. Radios mínimos	62
4.1.5.4. Peraltes.....	63
4.1.5.5. Curvas de herradura.....	63
4.1.6. Parámetros adoptados	65
4.1.7. Diseño planimétrico	66
4.1.8. Alineamiento vertical.....	72
4.1.8.1. Longitud mínima de curvas verticales	72
4.1.8.2. Pendientes mínimas.....	72
4.1.8.3. Pendientes máximas.....	72
4.1.8.4. Curvas verticales convexas y cóncavas	73
4.1.9 Diseño altimétrico.....	73
4.1.10. Sección transversal.....	75
4.1.10.1. Ancho de plataforma.....	75
4.1.10.2 Pendiente transversal de la calzada.....	76
4.2. Diseño de obras de drenaje.....	77
4.2.1. Diseño de cunetas	77
4.2.2. Alcantarillas de alivio	80
4.2.3. Diseño de alcantarilla de cruce	82

4.3. Volúmenes de movimiento de tierra.....	86
4.4. Estabilidad de taludes	87
4.5. Diseño del paquete estructural de la carretera.....	87
4.5.1. Modulo resiliente	87
4.5.2. C.B.R. de diseño	88
4.5.3. Materiales de construcción.....	88
4.5.4. Periodo de diseño.....	89
4.5.5. Índice de serviacibilidad	89
4.5.5.1. Serviciabilidad inicial.....	90
4.5.5.2. Serviciabilidad final	90
4.5.6. Número total de ejes simples y equivalentes.....	90
4.5.7. Confiabilidad	90
4.5.7.1. Nivel de confiabilidad	91
4.5.7.2. Desviación estándar	91
4.5.8. Coeficientes estructurales de las capas.....	91
4.5.9. Coeficiente de drenaje.....	93
4.5.10. Número estructural.....	94
4.5.11. Determinación de espesores de las capas del pavimento flexible.....	95
4.6. Costos del diseño de ingeniería	97
4.6.1. Cómputos métricos.....	97
4.6.2. Análisis de precios unitarios.....	98
4.6.3. Presupuesto general	98
4.6.4. Análisis técnico económico de la alternativa	100
4.7. Señalización	100
4.7.1. Señalización horizontal.....	100
4.7.1.1. Demarcación horizontal.....	100
4.7.1.2. Marcas incrustadas en el pavimento (ojos de gato)	101
4.7.2. Señalización vertical.....	101
4.8. Estudio de impacto ambiental.....	103
4.8.1. Identificación de los impactos ambientales en la etapa de construcción.....	103
4.8.2. Impactos sobre el medio físico	103
4.8.3. Impactos sobre medio biótico.....	105

4.8.4. Impactos al medio socioeconómico	105
------------------------------------------------------	------------

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1. Conclusiones	108
5.2. Recomendaciones	110
Bibliografía	112

ANEXOS

ANEXO 1: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ANEXO 2: EJE PRELIMINAR

ANEXO 3: ALINEAMIENTO HORIZONTAL

ANEXO 4: ALINEAMIENTO VERTICAL

ANEXO 5: VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

ANEXO 6: ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 7: ESTABILIDAD DE TALUDES

ANEXO 8: ESTUDIO DE TRAFICO

ANEXO 9: DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

ANEXO 10: DISEÑO DE CUNETAS

ANEXO 11: DISEÑO DE ALCANTARILLAS

ANEXO 12: COMPUTOS METRICOS

ANEXO 13: PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 14: PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO 15: CRONOGRAMA DE EJECUCION

ANEXO 16: ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO 17: FICHA AMBIENTAL Y MATRIZ AMBIENTAL

**PLANOS: ALCANTARILLA DE ALIVIO, ALCANTARILLA DE CRUCE,
VISTA DE PERFIL Y EN PLANTA, PERFILES TRANSVERSALES**

INDICE DE CUADROS	Página
Cuadro 3.1: Coordenadas de puntos Bm.....	20
Cuadro 3.2: Ensayo de contenido de humedad de la muestra N°1.....	25
Cuadro 3.3: Planilla de ensayo de granulometría de la muestra N°1	25
Cuadro 3.4: Resumen de los ensayos granulométricos de las muestras obtenidas.....	26
Cuadro 3.5: Planilla de ensayo de limite liquido de la muestra N°2.....	27
Cuadro 3.6: Planilla de ensayo del límite plástico de la muestra N°2.....	29
Cuadro 3.7: Resumen de ensayos de los límites de atterberg de las muestras obtenidas.....	29
Cuadro 3.8: Resumen de clasificación de las muestras obtenidas.....	31
Cuadro 3.9: Planilla de compactación T – 180 de la muestra N°1.....	32
Cuadro 3.10: Resumen de los ensayos de compactación T – 180 de los diferentes tipos de suelos obtenidos.....	33
Cuadro 3.11: Contenido de humedad y peso unitario de la muestra N°1.....	35
Cuadro 3.12: Planilla de cálculo de expansión de la muestra N°1.....	35
Cuadro 3.13: Planilla de cálculo del C.B.R. de la muestra N°1.....	36
Cuadro 3.14: Peso unitario de los C.B.R. de la muestra N°1.....	36
Cuadro 3.15: Resumen de los C.B.R. de las muestras obtenidas.....	37
Cuadro 3.16: Número de ensayos en laboratorio.....	38

Cuadro 3.17: Conteo vehicular en ambas direcciones.....	41
Cuadro 3.18: Porcentaje vehicular.....	42
Cuadro 3.19: Tasa de crecimiento promedio.....	43
Cuadro 3.20: Tráfico normal.....	45
Cuadro 3.21: Tráfico generado.....	46
Cuadro 3.22: Tráfico derivado.....	47
Cuadro 3.23: Tráfico promedio anual.....	48
Cuadro 3.24: Proyección del TPDA – Transito total.....	49
Cuadro 3.25: Factor de carga equivalente.....	50
Cuadro 3.26: Cálculo de numero de ESALS.....	51
Cuadro 3.27: Estaciones pluviométricas adoptadas para el estudio hidrológico.....	52
Cuadro 3.28: Análisis de estaciones pluviométricas.....	55
Cuadro 3.29: Alturas de precipitación para un periodo de retorno “T”.....	56
Cuadro 3.30: Intensidades máximas para un periodo de retorno “T”.....	56
Cuadro 3.31: Datos a utilizar en el diseño geométrico estructural en las obras complementarias.....	57
Cuadro 4.1: Categoría de carreteras.....	59
Cuadro 4.2: Pendiente máximas de la rasante.....	60
Cuadro 4.3: Distancia de frenado.....	61
Cuadro 4.4: Distancia de adelantamiento.....	62

Cuadro 4.5: Radios mínimos.....	63
Cuadro 4.6: Parámetros geométricos de curvas de retorno según radio R_i	65
Cuadro 4.7: Resumen de parámetros adoptados.....	66
Cuadro 4.8: Planilla de replanteo.....	68
Cuadro 4.9: Detalle de curvas horizontales.....	69
Cuadro 4.10: Pendiente máxima.....	72
Cuadro 4.11: Parámetros mínimos en curvas verticales de visibilidad.....	73
Cuadro 4.12: Detalle de curvas verticales.....	75
Cuadro 4.13: Bombeo de la calzada.....	76
Cuadro 4.14: Parámetros de diseño de secciones transversales.....	76
Cuadro 4.15: Resumen de alcantarillas de alivio.....	81
Cuadro 4.16: Resumen de alcantarillas de cruce.....	85
Cuadro 4.17: Volumen de movimiento de tierra.....	86
Cuadro 4.18: Análisis de taludes.....	87
Cuadro 4.19: Valores de soporte de la subrasante.....	88
Cuadro 4.20: Modulo de resiliencia de las capas del pavimento flexible.....	89
Cuadro 4.21: Calidad de drenaje en función al tiempo en que alcanza 85% de saturación.....	93

Cuadro 4.22: Coeficiente de drenaje en relación al porcentaje de tiempo que el pavimento está sometido a niveles de saturación y la calidad de drenaje.....	94
Cuadro 4.23: Datos obtenidos para el diseño del paquete estructural.....	94
Cuadro 4.24: Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	96
Cuadro 4.25: Espesores de pavimento flexible.....	96
Cuadro 4.26: Espesores tratamiento superficial doble.....	97
Cuadro 4.27: Incidencias.....	98
Cuadro 4.28: Presupuesto general del camino Trancas – Huacata.....	99
Cuadro 4.29: Dimensiones de las señales verticales.....	102
Cuadro 4.30: Ubicación longitudinal de las señales.....	103

INDICE DE FIGURAS	Página
Figura 1: Carretera Tres Cruces – Huacata	3
Figura 2: Mapa político del departamento de Tarija.....	14
Figura 3: Imagen satelital del puente vehicular sobre el rio Trancas.....	15
Figura 4: Imágenes de la realización del levantamiento topográfico.....	18
Figura 5: Transporte del equipo topográfico.....	19
Figura 6: Levantamiento topográfico.....	19
Figura 7: BM inicial.....	20
Figura 8: Imagen satelital entre el BM – 1 y BM – A1.....	22
Figura 9: Curva granulométrica. Muestra N° 1.....	26
Figura 10: Curva de flujo para limite líquido de la muestra N° 2	28
Figura 11: Clasificación de suelos según AASHTO.....	30
Figura 12: Curva de compactación de la muestra N° 1.....	33
Figura 13: Relación de carga vs penetración de los 12, 25 y 56 golpes de la muestra N° 1.....	36
Figura 14: Curva de C.B.R. vs peso unitario de la muestra N° 1.....	37
Figura 15: Curvas I.D.F.....	56
Figura 16: Curvas de herradura tipo, para carreteras y caminos.....	64
Figura 17: Elementos de una curva.....	66
Figura 18: Elementos de curva N°1.....	68

Figura 19: Elementos de la curva convexa N° 1.....	74
Figura 20: Sección transversal.....	77
Figura 21: Perfil de cuneta.....	80
Figura 22: Diagrama de curva masa.....	86
Figura 23: Espesores del pavimento flexible.....	97
Figura 24: Marcas incrustadas en el pavimento (ojos de gato)	101
Figura 25: Ubicación grafica de la categoría de E.E.I.A.....	107