

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACION
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DIRIGIDO
ESTUDIO A DISEÑO FINAL
“PAVIMENTADO CRUCE SAN LORENZO - CARACHIMAYO”

POSTULANTE:

OSVALDO CHOQUE ALTAMIRANO

TUTOR:

ING. MARIO CASTRO RIVERA

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

XXXX

Ing. Mario Castro Rivera
PROFESOR GUIA

M.Sc. Ing. Luis Alberto Yurquina F.
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

M.Sc. Lic. Marlene Hoyos M.
DIRECTORA
PROGRAMA ESPECIAL DE
TITULACION

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Ariel A. Aguirre U.

Ing. Fernando Mur L.

TRIBUNAL

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

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre conmigo, y a mis docentes por brindarme sus enseñanzas a ellos mi profundo y sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con mucho cariño y gratitud a mis queridos padres, hermanas y a mi enamorada, quienes supieron apoyarme y aconsejarme en los momentos que más necesitaba para mi formación profesional.

PENSAMIENTO

“No basta con tener un ideal y creer en sus principios, sino es además tener valor moral para defenderlo y el interés del espíritu para vivirlo”.

INDICE GENERAL

Página

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1 INFORMACION DE CONTEXTO	1
1.1 Localización Geográfica y Política.....	1
1.2 División Política y Administrativa.....	2
2 JUSTIFICACION	2
3 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	4
3.1 Descripción del Problema a Resolver.....	5
3.1.1 Razones Sociales.....	5
3.1.2 Razones Económicas.....	6
3.1.3 Razones Técnicas.....	7
4 OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo General.....	8
4.2 Objetivos Específicos.....	9
5 METAS DEL PROYECTO	11
6 DIAGNOSTICO LEGAL E INSTITUCIONAL	12
6.1 Legislación Vigente Relacionada con el Proyecto.....	12

	Página
6.2 Aspectos Institucionales.....	13
6.2.1 Análisis Institucional.....	13
6.2.2 Capacidad Operativa y Ejecutora de las Entidades Responsables del Proyecto.....	13
6.2.3 Esquema de Organización.....	13
7 ALCANCES.....	14
7.1 Alcance Temporal.....	14
7.2 Alcance Espacial.....	14
8 APORTE ACADEMICO.....	14
9 UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	15

CAPITULO II

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

1 ASPECTOS CLIMATOLOGICOS.....	16
1.1 Temperatura.....	16
1.2 Precipitación.....	16
1.3 Riesgos Climáticos.....	17
1.4 Vientos.....	18
1.5 Recursos Hídricos.....	18

	Página
2 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS.....	19
2.1 Comunidades y Población Beneficiaria.....	19
3 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS EN LAS COMUNIDADES.....	20
3.1 Educación.....	20
3.2 Salud.....	22
3.3 Servicios Básicos.....	22
3.3.1 Agua.....	22
3.3.2 Electricidad.....	23
3.3.3 Comunicaciones.....	23
3.4 Comunicación.....	23
3.4.1 Comunicación y Transporte.....	23
4 ESTRUCTURA ECONOMICA PRODUCTIVA.....	24
4.1 Principales Actividades de la Población, Uso y Tenencia de la Tierra.....	24
4.2 Tamaño y Uso de la Tierra.....	24
4.3 Producción Agrícola.....	25
4.4 Destino de la Producción.....	29
5 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.....	30
6 PRODUCCION PECUARIA.....	31

	Página
7 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA Y DINAMICA POBLACIONAL	35
7.1 Migraciones.....	35
7.2 Población Económicamente Activa.....	36
7.3 Nivel de Ingresos.....	37
7.4 Organizaciones Vigentes.....	38
8 PRIORIZACION DE LOS PLANES DE DESARROLLO REGIONAL	38
9 RELACIONAMIENTO CON OTROS PROYECTOS	39

CAPITULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

1 PROYECCION DE LA DEMANDA Y OFERTA DE DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO	40
2 ANALISIS INICIAL	40
2.1 Descripción del Estado Actual del Camino.....	40
2.2 Planteamiento del Proyecto.....	43
3 ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS	43
3.1 Selección de la Mejor Alternativa.....	45
3.1.1 Alternativa N°1.....	46
3.1.2 Alternativa N° 2.....	46

	Página
3.1.3 Alternativa N° 3.....	46
3.2 Evaluación Técnica.....	47
3.2.1 Alternativa N°1.....	47
3.2.2 Alternativa N°2.....	49
3.2.3 Alternativa N°3.....	50
3.3 Evaluación Socioeconómica.....	50
3.3.1 Alternativa N°1.....	50
3.3.2 Alternativa N°2.....	51
3.3.3 Alternativa N°3.....	51
3.4 Aspecto Técnico de la Alternativa Elegida.....	53
4 ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO.....	54
4.1 Introducción.....	54
4.2 Hidrología.....	55
4.2.1 Recopilación de la Información.....	55
4.2.2 Zonificación Pluviométrica y Análisis de Consistencia de Datos.....	56
4.2.3 Análisis Probabilístico.....	57
4.2.4 Análisis Pluviométrico.....	58
4.3 Hidráulica.....	58

	Página
4.3.1 Establecimiento de Obras de Drenaje.....	58
4.3.2 Responsabilidad del Monitoreo de las Obras de Drenaje.....	61
4.3.3 Drenaje de Caminos.....	61
4.3.3.1 Drenaje Superficial.....	62
4.3.3.1.1 Cunetas.....	62
4.3.3.1.2 Alcantarillas.....	63
4.3.3.2 Drenaje Subterráneo.....	66
4.3.4 Diseño de Cunetas Laterales, de Alejamiento y Alcantarillas de Alivio.....	67
4.3.5 Especificaciones Ambientales para la Protección de los Cuerpos de Agua.....	67
4.3.6 Especificaciones Ambientales para Preservación de la Hidrología.....	68
4.3.7 Especificaciones Ambientales para Protección de la Calidad de Agua.....	69
4.3.8 Especificaciones Ambientales para Protección de Cauces de Ríos.....	71
4.3.9 Fase de Operación.....	79
5 TOPOGRAFIA.....	72
5.1 Introducción.....	72
5.1.1 Terreno Plano.....	72
5.1.2 Terreno Ondulado.....	72

	Página
5.1.3 Terreno Montañoso.....	72
5.1.4 Terreno Escarpado.....	73
5.2 Trabajo de Campo.....	74
5.2.1 Aspectos Generales del Levantamiento.....	74
5.2.2 Levantamiento del Eje de Vía.....	76
5.3 Trabajo de Gabinete.....	76
5.3.1 Procesamiento de la información Topográfica.....	76
5.4 Curvas de Nivel.....	77
5.4.1 Características de las curvas de nivel.....	77
5.5 Parámetros de Diseño.....	79
5.5.1 Capacidad de Diseño.....	79
5.5.2 Velocidad de Diseño.....	80
5.5.2 Ancho de Plataforma.....	81
5.5.3 Radios de Curvatura.....	81
5.5.4 Trazado Definitivo.....	82
5.5.4.1 Curvas Horizontales.....	83
5.5.5 Trazado Altimétrico.....	85
5.5.5.1 Pendiente Longitudinal.....	86

	Página
5.5.5.2 Curvas Verticales.....	87
5.5.6 Sección Transversal.....	88
5.5.6.1 Calzada.....	89
5.5.6.2 Berma.....	89
5.5.6.3 Taludes de Corte y Relleno.....	89
5.5.6.3.1 El talud de corte que se adopta (H/V).....	89
5.5.6.3.2 El talud de relleno que se adopta (H/V).....	90
5.5.6.4 Pendiente Transversal.....	91
5.5.6.5 Cunetas Contra Cunetas.....	91
5.5.7 Movimiento de Tierra.....	92
6 GEOTECNIA.....	93
6.1 Introducción.....	93
6.2 Estudio de Suelos en la Subrasante.....	93
6.2.1 Metodología Empleada para el Estudio de Suelos.....	94
6.2.1.1 Trabajo de Campo.....	94
6.2.1.2 Descripción de los Suelos.....	95
6.2.1.3 Trabajo de Laboratorio.....	95
6.2.1.3.1 Humedad Natural.....	97

	Página
6.2.1.3.2 Granulometría.....	97
6.2.1.3.3 Limite de Atterberg.....	97
6.2.1.3.4 Clasificación AASTHO.....	97
6.2.1.3.5 Compactación AASTHO T-180.....	98
6.2.1.3.6 CBR (California Bearing Ratio).....	98
6.2.1.4 Trabajo de Gabinete.....	99
6.2.1.4.1 Descripción de los Suelos Identificados.....	99
6.2.1.4.1.1 Suelos Granulares.....	100
6.2.1.4.1.2 Suelos Finos.....	101
6.2.1.4.1.3 Índice de Grupo.....	102
6.2.2 Categoría de la Subrasante para Diseño.....	103
6.3 Estudio de los Yacimientos.....	103
6.3.1 Yacimientos.....	104
6.3.1.1 Metodología Empleada para el Estudio de Yacimientos.....	105
6.4 Bancos de Materiales.....	107
7 DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	108
7.1 Antecedentes.....	108
7.1.1 Pavimentos Flexibles.....	108

	Página
7.1.2 Pavimentos Rígidos.....	109
7.2 Terminología.....	109
7.2.2 Terreno de Fundación.....	109
7.2.3 Sub-Rasante.....	109
7.2.4 Sub-Base.....	109
7.2.5 Base.....	110
7.2.6 Capa de Rodadura.....	110
7.2.7 Capa de Desgaste o sello.....	110
7.2.8 Superficie Rasante.....	110
7.3 Tipo de Capa de Rodadura.....	110
7.3.1 Tratamientos Superficiales.....	110
7.3.2 Macadam de Penetración.....	111
7.3.3 Mezcla en Planta.....	111
7.4 Función y Característica de las diferentes capas de Pavimento Flexible....	111
7.4.1 Terreno de Fundación.....	111
7.4.2 Exigencia de Calidad para Capa Sub-base.....	112
7.4.3 Exigencia de Calidad para Capa Base.....	113
7.4.4 Capa de Rodadura.....	114

	Página
7.4.4.1 Exigencias de Calidad para los Agregados del Pavimento.....	115
7.5 Metodologías de Diseño de Pavimentos.....	115
7.5.1 Metodologías Clásicas.....	115
7.5.1.1 Método del CBR.....	116
7.5.1.2 Método del Índice de Grupo.....	118
7.5.2 Metodologías Actuales.....	120
7.5.2.1 Método de la AASTHO.....	120
a) Solución a partir de la Ecuación General.....	123
b) Solución Grafica.....	124
c) Solución mediante Software.....	125
7.5.2.1.1 Variables de Entrada.....	125
7.5.2.1.1.1 Variables de Tiempo.....	125
7.5.2.1.1.2 Determinación del Tráfico de Diseño e Índice de Crecimiento.....	125
7.5.2.1.1.3 Confiabilidad.....	130
7.5.2.1.1.4 Desviación Estándar.....	131
7.5.2.1.1.5 Nivel de Serviciabilidad.....	131
7.5.2.1.1.6 Drenaje.....	132

	Página
7.5.2.1.1.7 Módulo de Resiliencia.....	134
7.5.2.1.1.8 Coeficientes Estructurales.....	135
a) Coeficiente Estructural Capa Asfáltica (a_1).....	135
b) Coeficiente Estructural Base Granular (a_2).....	136
c) Coeficiente Estructural Sub-Base Granular (a_3).....	137
7.5.2.1.2 Espesores Mínimos en Función de SN.....	138
7.5.3 Nuevas Tendencias.....	140
7.5.3.1 Antecedentes.....	140
7.6 Elección del Método de Diseño.....	141
7.7 Determinación de Espesores.....	142
7.7.1 Resultados.....	143
a) Calculo de resultado utilizando la ecuación general.....	143
b) Calculo de resultado utilizando Software “DARWin 3.10”.....	146
c) Resumen de los espesores del proyecto.....	149
8 SEÑALIZACION	152
8.1 Introducción.....	152
8.2 Señalización Vertical.....	153
8.2.1 Señalización Reglamentaria.....	154

	Página
8.2.2 Señalización Preventiva.....	155
8.2.3 Señalización Informativa.....	156
8.3 Señalización Horizontal.....	157

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1 CONCLUSIONES	158
2 RECOMENDACIONES	165

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro N°2.1: Precipitación promedio y Efectiva.....	17
Cuadro N°2.2: Población de la Zona de Influencia Directa del Camino Carachimayo.....	19
Cuadro N°2.3: Educación zona de Influencia directa del Camino.....	21
Cuadro N°2.4: Superficie Ponderada por Cultivo.....	26
Cuadro N°2.5: Calendario Agrícola.....	27
Cuadro N°2.6: Producción Agrícola.....	28
Cuadro N°2.7: Producción Agrícola.....	28
Cuadro N°2.8: Disposición de la Producción Agrícola.....	29
Cuadro N°2.9: Población Ganadera.....	32
Cuadro N°2.10: Población Pecuaria.....	33
Cuadro N°2.11: Disposición de la Población Pecuaria.....	34
Cuadro N°2.12: Ocupación de la Población.....	37
Cuadro N°3.1: Ubicación de las Alcantarillas Existentes.....	42
Cuadro N°3.2: Datos de las Estaciones.....	57
Cuadro N°3.3: Ubicación de las Alcantarillas de Cruce y Alivio.....	64
Cuadro N°3.4: Coordenadas de BM del Proyecto.....	75

Cuadro N°3.5: Parámetro de Diseño.....	79
Cuadro N°3.6: Ubicación de los Puntos de Inflexión dentro del Tramo de Estudio.....	82
Cuadro N°3.7: Curvas Horizontales Simples y de Transición del Proyecto.....	84
Cuadro N°3.8: Ubicación de los Puntos PVI del Proyecto.....	85
Cuadro N°3.9: Pendientes Longitudinales del Proyecto.....	86
Cuadro N°3.10: Curvas Verticales del Proyecto.....	87
Cuadro N°3.11: Bombeo de la Calzada.....	91
Cuadro N°3.12: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas.....	95
Cuadro N°3.13: Tabla de Clasificación de Suelos Método AASTHO.....	99
Cuadro N°3.14: Clasificación de Subrasante para Diseño en Función al CBR.....	103
Cuadro N°3.15: Cálculo de Espesores.....	119
Cuadro N°3.16: Periodo de Diseño en Función del Tipo de Carreteras.....	125
Cuadro N°3.17: Aforo Volumétrico del Transito Actual.....	126
Cuadro N°3.18: Tasa de Crecimiento Promedio.....	127
Cuadro N° 3.19: Proyección del TPDA - Tránsito Normal.....	128
Cuadro N°3.20: Determinación del Ejes Equivalentes.....	129
Cuadro N°3.21: Factor de Distribución por Carril.....	130

Cuadro N°3.22: Valores de R (Confiabilidad), con Diferentes Clasificaciones Funcionales.....	130
Cuadro N°3.23: Valores de la Desviación Estándar.....	131
Cuadro N°3.24: Valores de la Desviación Estándar.....	133
Cuadro N°3.25: Valores de la Desviación Estándar.....	133
Cuadro N°3.26: Espesores Mínimos de Concreto Asfáltico y Base Granular.....	139
Cuadro N°3.26: Espesor del Paquete Estructural N°1.....	149
Cuadro N°3.27: Espesor del Paquete Estructural N°2.....	149
Cuadro N°3.28: Ubicación del Paquete Estructural.....	150

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N°1.1: Provincia Méndez.....	1
Figura N°1.2: Area Agrícola del Cantón Carachimayo.....	6
Figura N°1.3: Vista del Tramo del Proyecto.....	7
Figura N°1.4: Ubicación del Area de Estudio desde un Contexto Departamental....	8
Figura N°1.5: Ubicación del Area De Influencia del Estudio desde un Contexto Provincial.....	8
Figura N°2.1: Caudal del Rio Carachimayo Durante el Periodo de Estiaje1.....	8
Figura N°2.2: Unidad Educativa del Cantón Carachimayo.....	20
Figura N°2.3: Camino Actual Intransitable en Epoca de Lluvias.....	25
Figura N°2.4: Canal de Riego Existente en mal Estado.....	30
Figura N°2.5: Crianza de Ganado Caprino.....	31
Figura N°2.6: Sistema de Alimentación Tradicional.....	32
Figura N°3.1: Alcantarilla de Cruce Existente.....	41
Figura N°3.2: Grafico de las Alternativas.....	44
Figura N°3.3: Area de la Zona de Estudio.....	52
Figura. N°3.4: Curvas IDF y Ecuaciones de Ajuste.....	58
Figura N°3.5: Cuneta lateral y Zanja de Coronamiento.....	63

	Página
Figura N°3.6: Batería de Alcantarillado de 1 Metro de Diámetro.....	65
Figura N°3.7: Alcantarillado de Alivio.....	66
Figura N°3.8: Tramo de Estudio Zona Montañosa.....	73
Figura N°3.9: Referencia de BM 4.....	74
Figura N°3.10: Colocado de Estacas.....	75
Figura N°3.11: Curvas de Nivel.....	78
Figura N°3.12: Elementos de la Curva Horizontal de Transición.....	83
Figura N°3.13: Elementos de una Curva Horizontal Simple.....	85
Figura N°3.14: Características de la Sección Transversal.....	88
Figura N°3.15: Muestra Extraída del área del Proyecto Calicata N°3.....	94
Figura N°3.16: laboratorio de suelos y hormigón.....	96
Figura N°3.17: Chancado del Material de Yacimiento.....	105
Figura N°3.18: Esquema del Comportamiento de pavimentos Flexibles y Rígidos.....	108
Figura N°3.19: Conformación de la Capa Sub-base.....	112
Figura N°3.20: Conformación de la Capa Base.....	113
Cuadro N°3.21: Conformación de la Capa de Rodadura.....	115
Figura N°3.22: Gráfica de Diseño para determinar los Espesores.....	117

	Página
Figura N°3.23: Pista de Ensayo Empleada por la AASTHO.....	120
Figura N°3.24: Monograma de Diseño para Pavimento Flexible.....	124
Figura N°3.25: Grafica para Determinar el Coeficiente Estructural (a_1).....	135
Figura N°3.26: Variación de los Coeficientes de Capa “ a_2 ”.....	136
Figura N°3.27: Variación de los Coeficientes de Capa “ a_3 ”.....	137
Figura N°3.28: Reconocimiento de la AASTHO.....	138
Figura N°3.29: Ubicación de los Paquetes Estructurales en el Tramo del Proyecto.....	151
Figura N°3.30: Esquema de ubicación de señales.....	154
Figura N°3.31: Señalización Reglamentaria.....	155
Figura N°3.32: Señalización Preventiva.....	155
Figura N°3.33: Señalización Informativa de Destino.....	156
Figura N°3.34: Señalización Informativa de servicios.....	156

ANEXOS

ANEXO I	PRESUPUESTO GENERAL
ANEXO II	PRECIOS UNITARIOS
ANEXO III	COMPUTOS METRICOS
ANEXO IV	GEOTECNIA
ANEXO V	DISEÑO DE CURVAS VERTICALES Y HORIZONTALES
ANEXO VI	CUNETAS Y ALCANTARILLADOS
ANEXO VII	DOSSIER FOTOGRAFICO
ANEXO VIII	PLANOS DEL PROYECTO

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES

CAPITULO II
DESCRIPCION GENERAL
DEL AREA DEL PROYECTO

CAPITULO III
INGENIERIA DEL PROYECTO

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO I
PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO II
PRECIOS UNITARIOS

ANEXO III
COMPUTOS METRICOS

ANEXO IV
GEOTECNIA

ANEXO V

DISEÑO DE CURVAS
VERTICALES Y HORIZONTALES

ANEXO VI
CUNETAS Y ALCANTARILLADOS

ANEXO VII
DOSSIER FOTOGRAFICO

ANEXO VIII
PLANOS DEL PROYECTO