

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



DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA TRAMO
“SAN TELMO RÍO BERMEJO – COOPERATIVA J. KENNEDY”

Por:

GARCIA TARRAGA GONZALO VICENTE

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.

GESTIÓN 2014

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

A las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mi meta, por motivarme y darme la mano, a ustedes por siempre mi agradecimiento.

Papá y mamá.

AGRADECIMIENTO:

A mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades.

ÍNDICE

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
	Página
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 GENERALIDADES.-	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.-	1
1.3 OBJETIVOS DE PROYECTO DE DISEÑO FINAL DE INGENIERIA.-	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.-	2
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.-	2
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO.-	3
 CAPÍTULO II: INGENIERIA DEL PROYECTO	
2.1 UBICACION GEOGRAFICA Y LOCALIZACION DEL PROYECTO.-	5
2.2 ACCESO AL ÁREA DEL PROYECTO.-	6
2.3 ESTUDIOS PREVIOS DEL PROYECTO.-	7
2.3.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.-	7
2.3.1.1 RECONOCIMIENTO.-	7
2.3.1.2 METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.-	7
2.3.2 ESTUDIO DE SUELOS.-	12
2.3.3 ESTUDIO DE TRÁFICO.-	16
2.3.3.1 PRONÓSTICO DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO FUTURO.-	16
2.3.3.2 CLASIFICACIÓN Y VEHÍCULO TIPO DE DISEÑO.-	18
2.3.3.3 ESTIMACIÓN DE EJES EQUIVALENTES (ESALS).-	19

	Página
2.3.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO.-.....	20
2.3.4.1 PERIODO DE RETORNO.-.....	20
2.3.4.2 RECOPIACIÓN DE LOS DATOS HIDROLÓGICOS.-.....	20
2.3.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA.-.....	22
2.3.4.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.-.....	25
2.4 DISEÑO GEOMÉTRICO.-.....	26
2.4.1 PARAMETROS DE DISEÑO.-.....	26
2.4.1.1 DERECHO DE VÍA.-.....	27
2.4.1.2 TIPOS DE VELOCIDADES EN EL DISEÑO.-.....	27
2.4.1.3 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PARA DISEÑO.-.....	27
2.4.1.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO, DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO, VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.-.....	28
2.4.1.5 LONGITUDES MÁXIMAS EN RECTA.-.....	31
2.4.1.6 LONGITUDES MÍNIMAS EN RECTA.-.....	31
2.4.1.7 PERALTE, COEFICIENTE DE FRICCIÓN.-.....	32
2.4.1.8 RADIOS MÍNIMOS ABSOLUTOS.-.....	35
2.4.1.9 SOBREALCHO EN CURVAS CIRCULARES.-.....	36
2.4.1.10 PARÁMETRO "A" Y LONGITUD DE LA CURVAS DE TRANSICIÓN.-.....	37
2.4.1.11 SECCIÓN TIPO.-.....	38
2.4.1.12 TALUD DE CORTE Y RELLENO.-.....	41
2.4.1.13 LAS BERMAS.-.....	41
2.4.1.14 SOBREALCHOS DE PLATAFORMA (SAP).-.....	42

	Página
2.4.1.15 BOMBEO. -.....	42
2.4.1.16 LONGITUD MÍNIMA DE CURVAS VERTICALES. -.....	42
2.4.1.17 PENDIENTES MÍNIMAS Y MÁXIMAS. -.....	43
2.4.1.18 PLANILLA DE PARÁMETROS DE DISEÑO. -.....	44
2.4.2 GEOMETRÍA EN PLANTA. -.....	44
2.4.2.1 ALINEAMIENTO. -.....	44
2.4.2.2 ENLACE CON CURVAS HORIZONTALES. -.....	45
2.4.2.2 DIMENSIONAMIENTO. -.....	48
2.4.3 GEOMETRÍA EN PERFIL. -.....	50
2.4.3.1 ENLACE CON CURVAS VERTICALES. -.....	50
2.4.3.1.1 DIMENSIONAMIENTO. -.....	52
2.4.3.1.2 PLANILLA DE ELEMENTOS. -.....	53
2.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS. -.....	54
2.5.1 INTRODUCCIÓN. -.....	54
2.5.2 CÁLCULO DE ÁREAS ENTRE SECCIONES. -.....	54
2.5.3 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES DEL MOVIMIENTO DE TIERRA. -.....	55
2.5.4 DIAGRAMA DE MASA. -.....	56
2.6 DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE ARTE. -.....	58
2.6.1 CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO. -.....	58
2.6.2 CUNETAS. -.....	59
2.6.2.1 TALUD INTERIOR DE CUNETAS. -.....	59
2.6.2.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA. -.....	59

	Página
2.6.3 ALCANTARILLAS DE ALIVIO.....	60
2.6.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA ALCANTARILLA DE ALIVIO.....	61
2.6.4 ALCANTARILLAS DE CRUCE.....	63
2.6.4.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ALCANTARILLAS.....	63
2.7 DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	65
2.7.1 INTRODUCCIÓN.....	65
2.7.2 FACTORES DE DISEÑO.....	65
2.7.3 METODOLOGÍA.....	65
2.7.4 DISEÑO DE PAVIMENTO SEGÚN MÉTODO AASHTO VERSIÓN 1993.....	66
2.7.4.1 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO.....	67
2.7.4.2 DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPAS.....	70
2.7.4.2.1 COEFICIENTES ESTRUCTURALES O DE CAPA.....	71
2.7.4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	74
2.7.5 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE.....	75
2.8 DISEÑO COMPLEMENTARIO.....	79
2.8.1 ESTABILIDAD DE TALUDES.....	79
 CAPÍTULO III: CÓMPUTOS MÉTRICOS Y PRESUPUESTO	
3.1 CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	84
3.2 PRESUPUESTO.....	86
3.2.1 PRECIOS UNITARIOS.....	86
3.2.2 PRESUPUESTO GENERAL.....	91
3.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE RODADURA.....	94

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES -.....	95
4.2 RECOMENDACIONES -.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mapa de Bolivia.....	5
Figura 2: Mapa de Provincia Arce.....	6
Figura 3: Imagen Satelital.....	6
Figura 4: Triangulación del trazo del camino.....	10
Figura 5: Ubicación de BMs en Imagen Satelital.....	11
Figura 6: Ubicación del muestreo.....	12
Figura 7: Perfil de la capacidad portante del suelo.....	15
Figura 8: Ubicación De La Estación.....	21
Figura 9: Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia.....	24
Figura 10: Distancia horizontal de visibilidad.....	30
Figura 11: Curva circular con transición de peralte.....	34
Figura 12: Sección tipo.....	40
Figura 13: Elementos de curva circular.....	45
Figura 14: Elementos de curva de transición.....	46
Figura 15: Curva vertical.....	51
Figura 16: Gráfica del método analítico para el cálculo de áreas.....	54
Figura 17: Diagrama de Curva Masa.....	57
Figura 18: Cuneta.....	60
Figura 19: Localización de las alcantarillas de cruce en el camino.....	63
Figura 20: Gráfico para determinar el coeficiente estructural de capas asfálticas en función del módulo resiliente adoptado.....	71

	Página
Figura 21: Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes	72
Figura 22: Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes	73
Figura 23: Dimensionamiento del pavimento flexible.....	77
Figura 24: Dimensionamiento del Tratamiento Superficial Doble	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Ubicación de Bancos de Nivel (BM).....	11
Tabla 2: Resultado del Análisis de Suelo.....	14
Tabla 3: Resultado del Aforo Manual.....	16
Tabla 4: Índice de Crecimiento del Parque Automotor de Tarija.....	17
Tabla 5: Configuración vehicular por tipo de Ejes.....	18
Tabla 6: Resultado de ejes equivalentes.....	19
Tabla 7: Precipitación Máxima en 24 Horas (mm).....	20
Tabla 8: Intensidades para las alcantarillas de cruce.....	26
Tabla 9: Velocidades específicas en curvas horizontales.....	27
Tabla 10: Clasificación funcional para Diseño de Carreteras y Caminos Rurales.....	28
Tabla 11: Distancia Mínima de Frenado.....	29
Tabla 12: Distancia mínima de adelantamiento.....	30
Tabla 13: Despeje lateral.....	31
Tabla 14: Longitud mínima en recta.....	32
Tabla 15: Peralte máximo y fricción transversal.....	32
Tabla 16: Pendiente relativa de borde de la calzada.....	35
Tabla 17: Radio mínimo.....	35
Tabla 18: Ensanche de la calzada e (m) (permite el cruce de 2 vehículos del mismo tipo).....	36
Tabla 19: Parámetro de la curva de transición.....	37
Tabla 20: Radio a partir de los cuáles se puede evitar el uso de curvas de transición.....	38

	Página
Tabla 21: Resumen de secciones transversales tipo.....	39
Tabla 22: Talud de Corte.....	41
Tabla 23: Pendiente transversal del SAP.....	42
Tabla 24: Pendiente Transversal de la Calzada.....	42
Tabla 25: Pendiente máxima de la rasante.....	43
Tabla 26: Resultado de los parámetros de diseño.....	44
Tabla 27: Resultado del diseño en planta.....	48
Tabla 28: Planilla de elementos de curva circular.....	49
Tabla 29: Planilla de elementos de curvas de transición.....	50
Tabla 30: Resultado del diseño en perfil.....	52
Tabla 31: Resultado del diseño en perfil.....	53
Tabla 32: Factor de abundamiento.....	56
Tabla 33: Factor de reducción.....	56
Tabla 34: Coeficiente de escorrentía.....	58
Tabla 35: Resumen de Alcantarillas de Alívio.....	62
Tabla 36: Resumen de Alcantarillas de Cruce.....	64
Tabla 37: Niveles Recomendados de Confiabilidad (R).....	67
Tabla 38: Valores recomendados para la Desviación Estándar (So).....	68
Tabla 39: Valor de resistencia asignado (MPa).....	70
Tabla 40: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	74
Tabla 41: Espesores determinados.....	75
Tabla 42: Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	75

	Página
Tabla 43: Valoración Suelos Sucos.....	80
Tabla 44: Propiedades de Suelos.....	81
Tabla 45: Planilla de cálculos métricos.....	84
Tabla 46: Porcentajes regulados por decreto supremo 27328.....	86
Tabla 47: Precios de mano de obra.....	87
Tabla 48: Costo horario de maquinaria y equipo.....	88
Tabla 49: Precios de materiales.....	89
Tabla 50: Planilla de precios unitarios.....	90
Tabla 51: Resultado del presupuesto general con Carpeta Asfáltica.....	91
Tabla 52: Resultado del Presupuesto General con Tratamiento Superficial Doble.....	92
Tabla 53: Tabla comparativa de tipo de rodadura.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas Topográficas

Anexo 2. Ensayo de Suelo

Anexo 3. Tráfico

Anexo 4. Hidrología

Anexo 5. Diseño Geométrico

Anexo 6. Reporte de Volumen

Anexo 7. Diseño Hidráulico

Anexo 8. CBR De Diseño

Anexo 9. Pavimento Flexible

Anexo 10. Costos

Anexo 11. Especificaciones Técnicas

Anexo 12. Ficha Ambiental

Anexo 13. Fotografías