

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TOMO I

**ESTUDIO DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA DEL TRAMO YUMBIA –
LA CENTRAL DE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA 6+000**

Por:

Univ. JULIO LIMBERG CARREÑO MARÁZ

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar al grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Gestión 2014

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a los que
no creían y a los que no creyeron...
con perdón de los demás... hasta la
victoria siempre...*

AGRADECIMIENTO

*Gracias al Dios que me da agua,
aire y tierra para que yo siga vivo y
logre cualquier cosa.*

INDICE

CAPITULO I

1.1.	ANTECEDENTES.....	1
1.2.	SITUACION PROBLEMÁTICA	3
1.3.	JUSTIFICACION	4
1.4.	OBJETIVOS.....	5
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5.	ALCANCE.....	6
1.6.	MEDIOS	7
1.7.	METODOLOGIA.....	7
1.8.	PARAMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO (RESUMEN).....	12
1.9.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	13
1.9.1.	ALINEAMIENTOS.....	13
1.9.2.	ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO	13
1.9.3.	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	14

CAPITULO I

2.1.	ESTUDIOS PREVIOS	15
2.1.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	15
2.1.1.1.	INSPECCION PREVIA	15
2.1.1.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	15
2.1.2.	ESTUDIO GEOLOGICO	17
2.1.2.1.	GEOLOGIA DE CARÁCTER REGIONAL.....	18
2.1.3.	ESTUDIO GEOTÉCNICO	22
2.1.3.1.	INTRODUCCION.....	22
2.1.3.2.	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS EN LA SUBRASANTE.....	22
2.1.3.3.	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS.....	22
2.1.3.4.	METODOLOGIA EMPLEADA PARA EL ESTUDIO DE LOS SUELOS ..	23
2.1.3.5.	CLASIFICACION DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS.....	24
2.1.3.6.	RELACION DE HUMEDAD RESPECTO A LA DENSIDAD.....	29
2.1.3.7.	VARIACION DE CBR.....	30
2.1.3.8.	YACIMIENTOS.....	31
2.1.4.	ESTUDIO HIDROLOGICO	47
2.1.4.1.	ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	47
2.1.4.2.	PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA	50
2.1.4.3.	ANALISIS DE DATOS.....	51
2.1.4.4.	ANÁLISIS DE CUENCAS.....	58
2.1.5.	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	61
2.1.5.1.	ASPECTOS GENERALES	61
2.1.5.2.	AFOROS VEHICULARES.....	62
2.1.5.3.	ENCUESTA ORIGEN- DESTINO.....	76
2.1.5.4.	COSTO DE TRANSPORTE.....	80
2.1.6.	ESTUDIO AMBIENTAL.....	84
2.1.6.1.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	84
2.1.6.2.	RESUMEN SITUACIÓN AMBIENTAL.....	91

2.2.	<i>DISEÑOS</i>	91
2.2.1.	<i>DISEÑO GEOMETRICO</i>	91
2.2.1.1.	<i>NORMATIVA APLICADA EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO</i>	91
2.2.1.2.	<i>CONTROLES BÁSICOS DE DISEÑO</i>	92
2.2.1.3.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAZADO</i>	95
2.2.1.4.	<i>SECCIÓN TRANSVERSAL</i>	108
2.2.1.6.	<i>PLANOS DE PROYECTO</i>	112
2.2.2.	<i>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO</i>	112
2.2.2.1.	<i>VARIABLES DE DISEÑO</i>	112
2.2.2.2.	<i>MÉTODO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO</i>	114
2.2.2.3.	<i>MÉTODO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</i>	123
2.2.3.	<i>DISEÑO HIDRAULICO</i>	131
2.2.3.1.	<i>DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE</i>	131
2.2.3.2.	<i>SITUACION ACTUAL DE LAS ALCANTARILLAS</i>	131
2.2.3.3.	<i>CRITERIOS DE DISEÑO</i>	131
CAPITULO III		
3.1.	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS</i> . 147	
3.1.1.	<i>MATERIALES</i>	147
3.1.2.	<i>MANO DE OBRA</i>	149
3.1.2.1.	<i>CARGAS SOCIALES</i>	150
3.1.2.2.	<i>CARGAS DE APLICACIÓN DIRECTA</i>	151
3.1.2.3.	<i>CARGAS DE APLICACIÓN DIFERIDA</i>	151
3.1.2.3.	<i>INCIDENCIA POR SUBSIDIOS</i>	152
3.1.2.3.	<i>INCIDENCIA POR SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE</i>	153
3.1.3.	<i>MAQUINARIA Y EQUIPO</i>	154
3.1.3.1.	<i>COMBUSTIBLES, ACEITES Y LUBRICANTES</i>	155
3.1.3.2.	<i>ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS DE EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	155
3.1.3.3.	<i>RESUMEN DE LOS COSTOS HORARIOS DE EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN</i>	157
3.1.3.4.	<i>RENDIMIENTO DE EQUIPOS</i>	159
3.1.4.	<i>INCIDENCIAS EN LA ESTRUCTURA DEL PRECIO UNITARIO</i>	162
3.1.4.1.	<i>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MENORES</i>	162
3.1.4.2.	<i>GASTOS GENERALES</i>	162
3.1.4.3.	<i>UTILIDADES</i>	163
3.1.4.4.	<i>INFLUENCIA DEL IVA</i>	163
3.1.4.5.	<i>INFLUENCIA DEL IT</i>	163
3.2.	<i>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</i>	163
3.3.	<i>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION</i>	163
CAPITULO IV		
4.1.	<i>CONCLUSIONES</i>	164
4.2.	<i>RECOMENDACIONES</i>	165

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA	12
TABLA 2 RESUMEN DE SUELOS	28
TABLA 3 RESUMEN DE CBR EN LOS POZOS EXPLORADOS	30
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE ROCAS	38
TABLA 5 CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE SUELOS	39
TABLA 6 RANGOS DE FS Y CRITERIOS DE VULNERABILIDAD	43
TABLA 7 TALUDES RECOMENDADOS SEGUN TIPO DE ROCA	44
TABLA 8 INCLINACION DE TALUDES EN EL SUBTRAMO LA CENTRAL- SABALO 46	
TABLA 9 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C).....	47
TABLA 10 RESUMEN HISTÓRICO DE TEMPERATURAS (°C).....	47
TABLA 11 PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIA MENSUAL (MM).....	48
TABLA 12 VELOCIDAD DEL VIENTO Y DIRECCIÓN PREPONDERANTE (KM/H A 2 M) 48	
TABLA 13 HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%).....	49
TABLA 14 EVAPORACIÓN (MM) MEDIAS ANUALES.....	49
TABLA 15 PARÁMETRO CARACTERÍSTICO POR ESTACIÓN	54
TABLA 16 TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA CUENCAS (TC)	58
TABLA 17 TIEMPOS DE CONCENTRACION AREAS PLANAS (TC).....	59
TABLA 18 CLASIFICACION SCS SEGUN TIPO DE SUELO.....	60
TABLA 19 NC EN FUNCIÓN DEL TIPO DE SUELO.....	61
TABLA 20 CLASIFICACION VEHICULAR SEGÚN LA ABC	62
TABLA 21 EVOLUCION HISTORICA DEL TRÁFICO VEHICULAR (TPDA).....	62
TABLA 22 INDICES DE CRECIMIENTO	68
TABLA 23 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	72
TABLA 24 FLUJO DE TRANSPORTE CARRETERO INTERDEPARTAMENTAL... 73	
TABLA 25 INSUMOS PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS	81
TABLA 26 CALIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES IMPACTOS.....	90
TABLA 27 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UN CAMINO LOCAL	92
TABLA 28 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.....	95
TABLA 29 DETERMINACIÓN DEL PERALTE.....	96
TABLA 30 VALORES ADMISIBLE DE LA PENDIENTE RELATIVA DE BORDE. 100	
TABLA 31 TASA MÁXIMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ACELERACIÓN TRANSVERSAL.....	101
TABLA 32 TASA NORMAL DE DISTRIBUCIÓN DE LA ACELERACIÓN TRANSVERSAL.....	101
TABLA 33 DISTANCIA MÍNIMA DE FRENADO EN PENDIENTE HORIZONTAL 103	
TABLA 34 DISTANCIA MÍNIMA DE FRENADO BAJO LA INFLUENCIA DE LAS PENDIENTES	104
TABLA 35 DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO SIN EL EFECTO DE LAS PENDIENTES	105
TABLA 36 DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO CONSIDERANDO EL EFECTO DE LAS PENDIENTES	105

TABLA 37 PORCENTAJE DE CARRETERA CON VISIBILIDAD ADECUADA PARA ADELANTAR	105
TABLA 38 PENDIENTE MÁXIMA ADMISIBLE SUB TRAMO LA CENTRAL-SABALO 106	106
TABLA 39 ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA PARA TERRAPLÉN A NIVEL DE RASANTE	108
TABLA 40 ANCHO DE CARRIL	109
TABLA 41 BOMBEO DE LA CALZADA	109
TABLA 42 ANCHO DE BERMAS	110
TABLA 43 SOBRE ANCHO DE LA PLATAFORMA (SAP)	110
TABLA 44 HUELGAS TEÓRICAS.....	111
TABLA 45 ENSANCHE DE LA CALZADA	111
TABLA 46 SERVICIALIDAD	116
TABLA 47 VALORES DE CONFIANZA (EN FUNCIÓN DE LA FUNCIONALIDAD)	118
TABLA 48 COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGA	119
TABLA 49 NIVELES DE CALIDAD DE DRENAJE.....	119
TABLA 50 COEFICIENTES DE DRENAJE.....	119
TABLA 51 COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA.....	120
TABLA 52 PAVIMENTO RÍGIDO	122
TABLA 53 ESPESORES RECOMENDADOS.....	128
TABLA 54 ESPESOR DE PAVIMENTO.....	130
TABLA 55 ESPESOR DE PAVIMENTO.....	131
TABLA 56 PERÍODOS DE RETORNO PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE.....	132
TABLA 57 CAUDALES DE VERIFICACIÓN DE TORMENTAS BREVES CALCULADAS.....	133
TABLA 58 CONDICIONES HIDRÁULICAS SIMULADAS DISEÑO DRENAJE LONGITUDINAL.....	135
TABLA 59 CAUDALES INSTANTÁNEOS MÁXIMOS EN CUNETAS.....	136
TABLA 60 HIDRÁULICA DEL BAJANTE DR-3.....	138
TABLA 61 BAJANTE DR-3– HIDRÁULICA DEL CAJÓN AMORTIGUADOR (1). 138	138
TABLA 62 BAJANTE DR-3– HIDRÁULICA DEL CAJÓN AMORTIGUADOR (2). 138	138
TABLA 63 BAJANTE DR-3– DIMENSIONAMIENTO DE LA CAJA DE AMORTIGUACIÓN	139
TABLA 64 HIDRÁULICA DEL BAJANTE DR-2.....	140
TABLA 65 BAJANTE DR-4– HIDRÁULICA DEL CAJÓN DE INGRESO A ALCANTARILLA (1)	140
TABLA 66 BAJANTE DR-4– HIDRÁULICA DEL CAJÓN DE INGRESO A ALCANTARILLA (2)	141
TABLA 67 VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD O N DE MANNING CAUCES NATURALES.....	144
TABLA 68 PRECIOS DE MERCADO PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (DÓLARES AMERICANOS).....	147

TABLA 69 CATEGORIZACIÓN DEL MERCADO LOCAL PARA LA MANO DE OBRA DESTINADA A LA CONSTRUCCIÓN.....	149
TABLA 70 RELACIÓN ENTRE CATEGORÍAS DE MANO DE OBRA.....	150
TABLA 71 PRECIO PROMEDIO DE LA MANO DE OBRA EN EL MERCADO LOCAL	151
TABLA 72 APORTES A ENTIDADES	151
TABLA 73 INCIDENCIA DE INACTIVIDAD	152
TABLA 74 INCIDENCIA POR SUBSIDIOS.....	152
TABLA 75 SALARIO PONDERADO MENSUAL.....	153
TABLA 76 PORCENTAJE DE INVERSIÓN ANUAL EN SUBSIDIOS	153
TABLA 77 INCIDENCIA POR SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	154
TABLA 78 PORCENTAJES TOTALES.....	154
TABLA 79 PRECIOS DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	155
TABLA 80 ANÁLISIS DE COSTOS DE EQUIPO Y MAQUINARIA.....	158
TABLA 81 RENDIMIENTOS CALCULADOS.....	161
TABLA 82 ESTIMACIÓN DE GASTOS GENERALES.....	162
INDICE DE GRAFICOS	
GRAFICO 1 UBICACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO EN EL ENTORNO DEPARTAMENTAL.....	
	3
GRAFICO 2 UNIDADES FISIOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO.....	19
GRAFICO 3 DOMINIOS TECTONOESTRATIGRAFICOS (MODIFICADO DE SEMPERE, 1990).....	20
GRAFICO 4 ALGORITMO DEL CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD (HOEK & BRAY)	39
GRAFICO 5 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	45
GRAFICO 6 INCLINACION DE TALUDES	45
GRAFICO 7 EVOLUCIÓN DEL TRANSITO	67
GRAFICO 8 PROMEDIO ANUAL DE LAS VELOCIDADES POR VEHICULO	84
GRAFICO 9 DISTANCIA MÍNIMA DE FRENADO PARA VP = 40 KM/HR BAJO LA INFLUENCIA DE LAS PENDIENTES.....	104
GRAFICO 10 SECCIÓN DE DISEÑO TIPO (CUNETAS DE CORTE).....	134
GRAFICO 11 SECCIÓN DE DISEÑO TIPO (CUNETAS DE CORONAMIENTO, BANQUINA Y TERRAPLÉN).....	134
GRAFICO 12 TIPO I: SALIDA SUMERGIDA.....	145
GRAFICO 13 TIPO II: SALIDA NO SUMERGIDA	145
INDICE DE ILUSTRACIONES	
ILUSTRACIÓN 1 UBICACIÓN DEL TRAZO LA CENTRAL- SABALO.....	16
ILUSTRACIÓN 2 BP-1	35
ILUSTRACIÓN 3 BP-2	36
ILUSTRACIÓN 4 UBICACIÓN BANCOS DE PRÉSTAMO BP-1, BP-2 Y PB-3.....	36
ILUSTRACIÓN 5 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 0+000 A 0+480.....	46
ILUSTRACIÓN 6 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 0+480 A 0+850.....	46
ILUSTRACIÓN 7 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 3+000 A 3+100.....	46
ILUSTRACIÓN 8 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 3+100 A 4+000.....	46
ILUSTRACIÓN 9 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 4+000 A 4+400.....	46

ILUSTRACIÓN 10 TIPO DE MATERIAL PROGRESIVA 4+400 A 6+100..... 46

INDICE DE ANEXOS

*ANEXO 1 TOPOGRAFÍA
ANEXO 2 GEOTÉCNIA.....
ANEXO 3 HIDROLOGÍA.....
ANEXO 4 TRAFICO
ANEXO 5 DISEÑO GEOMETRICO.....
ANEXO 6 PRE1 COMPUTOS METRICOS.....
ANEXO 7 PRE2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
ANEXO 8 PRE3 PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....
ANEXO 9 PRE4 PRESUPUESTO PAVIMENTO RIGIDO
ANEXO 10 PRE5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....
ANEXO 11 FICHA AMBIENTAL.....*