

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA DEL PAVIMENTO DE LAS
CALLES DE LA COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS”**

Por:

RONALD GUERRERO ALFARO

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.

Julio de 2014

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....

Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

PROFESOR GUÍA

.....

Msc. Ing. Ernesto Alvarez González

Ramírez

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

.....

Ing. Silvana Paz

**VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....

Ing. Mario L. Ticona

.....

Ing. Wilson Yucra

.....

Ing. Evelyn Escalante

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

DEDICATORIA:

El presente trabajo va dedicado a mis Padres Bonifacio y Antolina, a mis hermanos, a Delicia, a mis sobrinos Edwin y Lourdes, a quien le debo todo lo que soy, agradeciendo el sacrificio que hizo para que salga adelante a pesar de las adversidades de la vida.

AGRADECIMIENTOS:

A dios por haberme permitido estar este mundo.

A mi Padre y mi Madre por darme la vida y la educación necesaria.

A mis compañeros y amigos quienes me apoyaron desde el inicio de mis estudios.

A los docentes que me apoyaron para realizar este trabajo y a todos aquellos quienes me dieron sugerencias.

PENSAMIENTO:

Los títulos no hacen grandes ni honorables a los hombres; si no son los hombres los que dan honorabilidad a los títulos y los hacen grandes. (Franz Rojas Ruiz)

ÍNDICE

Página N°

CAPÍTULO I: INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4.-OBJETIVOS.....	3
1.4.1.-Objetivo general.....	3
1.4.2.-Objetivos específicos.....	3
1.5.- ALCANCE DEL PROYECTO.....	3

CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO

2.1.-ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	6
2.1.1 Reconocimiento.....	6
2.1.2 Análisis de alternativas.....	6
2.1.3 Poligonal de estudio.....	6
2.1.4 Levantamiento definitivo.....	7
2.2 ESTUDIO DE SUELOS.....	7
2.2.1 Muestreo de suelos.....	7
2.2.2 Granulometría.....	8
2.2.3 Limites de Attrberg o Plasticidad.....	8
2.2.4 Clasificación de suelos.....	9
2.2.4.1 Clasificación según AASTHO.....	9
2.2.4.2 Clasificación SUCS.....	10
2.2.5 Compactación.....	10
2.2.6 Relación de soporte california (CBR).....	11
2.3 ESTUDIO DE TRAFICO.....	12

2.3.1 Volumen de tráfico.....	14
2.3.2 Cargas del proyecto.....	15
2.4 DISEÑO GEOMETRICO.....	18
2.4.1 Parámetros de diseño geométrico.....	18
2.4.1.1 Derecho vía.....	18
2.4.1.2 Categoría de la vía.....	19
2.4.1.3 Tipos de velocidades en el diseño.....	22
2.4.1.4 Pendiente.....	22
2.4.1.5 Longitud de rectas.....	23
2.4.1.6 Sección tipo.....	24
2.4.1.7 Peralte, coeficiente de fricción.....	25
2.4.1.8 Radio en curvas horizontales.....	27
2.4.1.9 Bombeo del camino.....	28
2.4.1.10 Longitud mínima en curvas verticales.....	28
2.4.1.11 Pendiente mínima de la rasante.....	28
2.4.2 Geometría en planta.....	29
2.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	29
2.5.1 Introducción.....	29
2.5.2 Cálculo de áreas entre secciones.....	30
2.5.3 Determinación de los volúmenes de movimiento de tierra.....	30
2.5.4 Diagrama de masas.....	32
2.6 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	33
2.6.1 Parámetros de diseño.....	33
2.6.2 Dimensionamiento.....	33
2.6.2.1 Método AASHTO.....	33
2.6.2.1.1 Módulo resiliente.....	35
2.6.2.1.2 Periodo de diseño.....	35
2.6.2.1.3 Confiabilidad “R”.....	36
2.6.2.1.4 Desviación estándar “SO”.....	37
2.6.2.1.5 Factor de distribución por dirección (DD).....	37

2.6.2.1.6 Factor de distribución por carril (DL).....	37
2.6.2.1.7 Tránsito esperado (W_{18}).....	37
2.6.2.1.8 Serviciabilidad “PSI”.....	38
2.6.2.1.9 Coeficiente de drenaje (m_i).....	39
2.6.2.1.10 Coeficientes estructurales o de capas (a_i).....	40
2.6.2.2 Método índice de grupo.....	45
2.6.2.3 Método CBR.....	46
2.7 SEÑALIZACIÓN.....	48
2.7.1 Señalización horizontal.....	48
2.7.1.1 Colores.....	48
2.7.1.2 Líneas longitudinales.....	49
2.7.1.3 Líneas transversales.....	50
2.7.1.4 Marcas incrustadas en el pavimento.....	51
2.7.2 Señalización vertical.....	51
2.7.2.1 Formas.....	51
2.7.2.2 Colores.....	52
2.7.2.3 Ubicación longitudinal de las señales verticales.....	52
2.7.2.4 Ubicación lateral de las señales verticales.....	53

CAPÍTULO III INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 UBICACIÓN EN EL CONTEXTO REGIONAL.....	54
3.1.1.-Ubicación geográfica.....	54
3.1.2.-Características de la región.....	55
3.2.- ASPECTOS SOCIALES.....	57
2.2.1.- Descripción de las características sociales.....	57

3.3.- SERVICIOS BASICOS EXISTENTES.....	57
3. 4.- TOPOGRAFÍA.....	59
3.4.1 Levantamiento definitivo.....	59
3.4.2 Organización de la información de campo... ..	62
3.4.3 Procesamiento de la información.....	62
3.5 ESTUDIO DE SUELOS.....	64
3.5.1.-Toma de Muestras.....	64
3.5.2.-Granulometría.....	64
3.5.3.-Límites Aterberg o plasticidad.....	65
3.5.4 Clasificación de suelos.....	65
3.5.4.1 Clasificación AASTHO.....	67
3.5.4.2 Clasificación Según SUCS.....	67
3.5.5.- Compactación (T-99).....	68
3.5.6.- Relación de soporte california (C.B.R.).....	69
3.5.7.- Estabilización.....	70
3.6.-ESTUDIO DE TRAFICO.....	71
3.6.1.- Trafico promedio diario.....	71
3.6.2 Cargas del proyecto	75
3.6.3 Cálculo de ejes equivalentes.....	75
3.7 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	76
3.7.1 Dimensionamiento.....	77

3.7.1.1 Método AASHTO.....	77
3.7.1.1.1 Modulo Resilente.....	77
3.7.1.1.2 Periodo de Diseño.....	77
3.7.1.1.3 Confiabilidad.....	78
3.7.1.1.4 Desviación Estándar.....	78
3.7.1.1.5 Factor de distribución por Dirección.....	78
3.7.1.1.6 Factor de distribución por carril.....	78
3.7.1.1.7 Transito esperado.....	78
3.7.1.1.8 Serviciabilidad.....	79
3.7.1.1.9 Coeficiente de Drenaje (mi).....	79
3.7.1.1.10 Coeficiente estructural de capas (ai).....	80
3.7.2 Método índice de grupo.....	81
3.7.3 Método CBR.....	82
3.8 CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	85
3.9 PRESUPUESTO.....	85
3.9.1 Análisis de precios unitarios.....	85
3.9.2 Presupuesto general.....	89
3.10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	89
3.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	89

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.-CONCLUSIONES.....	90
4.2 RECOMENDACIONES.....	91
4.3 BIBLIOGRAFÍA.....	93

INDICE DE FIGURAS

	Página N°
Fig.1 Gráfica del método analítico para el cálculo de áreas.....	30
Fig. 2 Esquema del comportamiento de pavimento flexible.....	33
Fig. 3 Gráfica del diseño estructural.....	34
Fig. 4 Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles.....	41
Fig. 5 Ábaco para la determinación del coeficiente de capa para el concreto asfáltico.....	42
Fig. 6 Ábaco para la determinación del coeficiente estructural para base granular.....	43
Fig. 7: Ábaco para determinación del coeficiente estructural para subbase granular.....	44
Fig. 8 Ábaco para la determinación de E.P.F. mediante el CBR.....	47
Fig. 9 localizaciones del proyecto en el contexto del departamento de Tarija.....	54
Fig. 10 Topografía.....	61
Fig.11 Toma de muestra.....	64
Fig.12 Granulometría método lavado.....	65
Fig.13 Limite líquido.....	66
Fig. 14 Compactación T-99.....	68
Fig. 15 CBR.....	69
Fig.16 Gráfica de la estación de aforo.....	71
Fig. 17: Circulación de vehículos.....	72
Fig. 18: Gráfica de carga por eje, por rueda.....	83
Fig. 19 Ábaco para la determinación de espesor para pavimentos flexibles mediante el CBR.....	84

INDICE DE TABLAS

Página N°

Cuadro 1	de clasificación método ASSTHO.....	10
Cuadro 2	Cargas tipo.....	16
Cuadro 3	Factor equivalente de carga.....	17
Cuadro 4	Factor de crecimiento de tránsito.....	18
Cuadro 5	Características Típicas de las Carreteras y Caminos según la Clasificación Funcional.....	21
Cuadro 6	Velocidades específicas en curvas horizontales.....	22
Cuadro 7	Pendientes para identificar el tipo de terreno.....	23
Cuadro 8	Pendientes máximas de la rasante.....	23
Cuadro 9	Longitud de rectas en el mismo sentido.....	24
Cuadro 10	Valores admisibles de la pendiente relativa de borde $\Delta\%$	25
Cuadro 11	Proporción del peralte a desarrollar en recta.....	25
Cuadro 12	Relación entre radios.....	27
Cuadro 13	Bombeos de la calzada.....	28
Cuadro 14	Lr min entre curvas del mismo sentido.....	29
Cuadro 15	Factor de abundamiento.....	32
Cuadro 16	Factor de reducción.....	33
Cuadro 17	Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carreteras.....	36
Cuadro 18	Valores de “R” Confiabilidad.....	36
Cuadro 19	Desviación estándar.....	37
Cuadro 20	Distribución por carril.....	37

Cuadro 21	Espesores Míminos.....	38
Cuadro 22	Nivel de Serviabilidad.....	38
Cuadro 23	Valores para el Coeficiente de Drenaje.....	39
Cuadro 24	Coeficientes de Drenaje y Estructurales de las Capas.....	40
Cuadro 25	Tabla para la determinación de espesores para pavimento flexible mediante el índice de grupo.....	45
Cuadro 26	Distancia Mínima entre Señales Verticales.....	52
Cuadro 27	Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura).....	53
Cuadro 28	Datos censales de la población San Andrés.....	56
Cuadro 29	Resultados de Limites Ateterbert de la subrazante.....	66
Cuadro 30	Resultados de la Clasificación de suelos de la subrazante.....	67
Cuadro 31	Resultados Compactación de la subrazante.....	68
Cuadro 32	Resultados de CBR de la Subrazante.....	69
Cuadro 33	Yacimiento y/o canteras estudiado.....	70
Cuadro 34	Resultados de la Estabilizaciones del Banco.....	70
Cuadro 35	Resultados de aforo.....	72
Cuadro 36	Composición del tráfico el año 2013.....	73
Cuadro 37	Composición del tráfico porcentual el año 2013.....	74
Cuadro 38	Composición del tráfico el año 2028.....	74
Cuadro 39	Cargas tipo.....	75
Cuadro 40	Resultados de ejes equivalentes.....	76
Cuadro 41	Resultados del módulo Resilente.....	77
Cuadro 42	Resultados W18.....	79
Cuadro 43	Resultado del paquete estructural mediante el método AASHTO.....	80

Cuadro 44	Resultado del paquete estructural mediante el método índice de grupo....	82
Cuadro 45	Resultados de carga por eje, por rueda.....	83
Cuadro 46	Resultados del paquete estructural mediante el método CBR.....	84
Cuadro 47	Porcentaje Asumido de precios unitarios.....	86
Cuadro 48	Precios de mano de obra para la construcción de las calles.....	86
Cuadro 49	Precios de materiales para la construcción de las calles.....	87
Cuadro 50	Costo horario de maquinarias y equipo para la construcción las calles....	87
Cuadro 51	Planilla de precios unitarios.....	88
Cuadro 52	Resultado Presupuesto general de la obra.....	89

ANEXOS

- Anexo 1. Topografía
- Anexo 2. Estudio de suelos
- Anexo 3. Tráfico
- Anexo 4. Diseño estructural de la carpeta de rodadura
- Anexo 5. Cómputos métricos
- Anexo 6. Costos
- Anexo 7. Cronograma de actividades
- Anexo 8. Especificaciones técnica
- Anexo 9. Fotografías de realización del proyecto
- Anexo 10. Documentos legales
- Anexo 11. Planos

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II
ASPECTOS GENERALES DE DISEÑO

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DEL PROYECTO

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

TOPOGRAFIA

ESTUDIO DE SUELOS

TRÁFICO

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CARPETA
DE RODADURA**

CÓMPUTOS MÉTRICOS

COSTOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FOTOGRAFÍAS

DOCUMENTOS LEGALES

PLANOS