

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL TRAMO

“SAN ANDRÉS – SAN PEDRO DE SOLA”

Autor:

UNIV. ERICK VILLARROEL BURGOS

Febrero del 2010

TARIJA-BOLIVIA

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

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL TRAMO SAN
ANDRÉS - SAN PEDRO DE SOLA”**

Autor:

ERICK VILLARROEL BURGOS

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA

CIV – 502

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

(MENSION VIAS)

Febrero del 2010

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

.....

Msc.Ing. Johnny Orgaz

PROFESOR GUÍA

.....

Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....

Lic. Gustavo Succi Aguirre

VICEDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNALES:

.....

Ing. Adolfo Molina

.....

Ing. Marcelo Pacheco

.....

Ing. Mario Ticona

DEDICATORIA:

El presente proyecto de grado va dedicado a mi madrecita querida **Florinda Burgos**, 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, padre, hermanos quienes me apoyaron en todo momento y familiares (tíos, primos, sobrinos).

El tribunal calificador del presente proyecto de grado, no se solidariza con la forma, término modos y expresiones vertidas en este trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTO:

A dios por haberme permitido estar este mundo.

A mi madre por darme la vida y la educación necesaria.

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

Este proyecto no hubiera salido adelante sin el apoyo de los laboratorios de Suelos y Topografía y a todos aquellos quienes me dieron sugerencias.

ÍNDICE

Página N°

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.-GENERALIDADES.....	1
1.2.-JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3.-ALCANCE DEL PROYECTO.....	2
1.4.-OBJETIVOS.....	3
1.4.1.-OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4

CAPÍTULO II: INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1.-ANTECEDENTES.....	5
2.2.-UBICACIÓN EN EL CONTEXTO REGIONAL.....	5
2.2.1.-UBICACIÓN GENERAL.....	5
2.2.2.-UBICACIÓN ESPECÍFICA.....	5
2.2.3.-UBICACIÓN SATELITAL.....	6
2.3.-ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES.....	8
2.4.-ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	10
2.4.1.-RECONOCIMIENTO.....	10
2.4.2.-ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	11
2.4.3.-POLIGONAL DE ESTUDIO.....	13
2.4.4.-LEVANTAMIENTO DE FINITIVO.....	14
2.4.4.1.-PLANILLAS DE COORDENADAS.....	18
2.5.-ESTUDIOS DE SUELOS.....	19
2.5.1.-MUESTREO DEL SUELO.....	19
2.5.2.-GRANULOMETRIA.....	20
2.5.3.-LÍMITES DE ATTERBERG.....	20
2.5.4.-CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	20
2.5.4.1.-CLASIFICACIÓN AASHTO.....	21
2.5.4.2.-CLASIFICACIÓN SUCS.....	21

2.5.5.-COMPACTACIÓN.....	22
2.5.6.-RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).....	23
2.6.-ESTUDIO DE TRÁFICO.....	25
2.6.1.- VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	26
2.6.2.-CARGAS DEL PROYECTO.....	27
2.6.3.-CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES.....	28
2.7.-DISEÑO GEOMÉTRICO.....	30
2.7.1.-PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	30
2.7.1.1.-DERECHO DE VIA.....	30
2.7.1.2.-CATEGORÍA DE LA VIA.....	30
2.7.1.3.-TIPOS DE VELOCIDADES EN EL DISEÑO.....	31
2.7.1.4.-PENDIENTE.....	32
2.7.1.5.-LONGITUD DE RECTAS.....	33
2.7.1.6.- DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARAR, DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE SOBREPASO, DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.....	34
2.7.1.7.-SECCIÓN TIPO.....	37
2.7.1.8.-PERALTE, COEFICIENTE DE FRICCIÓN.....	40
2.7.1.9.-RADIO EN CURVAS HORIZONTALES.....	41
2.7.1.10.-PARÁMETRO “A” Y LONGITUD DE LA CLOTOIDE EN CURVAS DE TRANSICION.....	43
2.7.1.11.-SOBREANCHO.....	44
2.7.1.12.-BERMAS.....	45
2.7.1.13.-SOBREANCHO DE PLATAFORMA (SAP).....	45
2.7.1.14.-BOMBEO DEL CAMINO.....	45
2.7.1.15.-LONGITUD MÍNIMA EN CURVAS VERTICALES.....	46
2.7.1.16.-PENDIENTE MÍNIMA DE LA RASANTE.....	46
2.7.1.17.-PLANILLA DE PARÁMETROS DE DISEÑO.....	46
2.7.2.-GEOMETRÍA EN PLANTA.....	47
2.7.2.1.-ALINEAMIENTO.....	47

2.7.2.2.-ENLACE CON CURVAS HORIZONTALES.....	47
2.7.2.2.1.-DIMENSIONAMIENTO.....	50
2.7.2.2.2.-PLANILLAS DE ELEMENTOS.....	51
2.7.3.-GEOMETRÍA EN PERFIL.....	52
2.7.3.1.-SUB-RASANTE, RASANTE.....	52
2.7.3.2.-ENLACE CON CURVAS VERTICALES.....	52
2.7.3.2.1.-DIMENSIONAMIENTO.....	54
2.7.3.2.2.-PLANILLA DE ELEMETOS.....	55
2.7.4.-PERSPECTIVAS DEL TRAZADO.....	56
2.8.-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	57
2.8.1-INTRODUCCIÓN.....	57
2.8.2.-CÁLCULO DE AREAS ENTRE SECCIONES.....	57
2.8.3.-DETERMINACIÓN DE LOS VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA.....	58
2.8.4.-DIAGRAMA DE MASAS.....	60
2.9.-ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	61
2.9.1.-CÁLCULO HIDROLÓGICO.....	61
2.9.1.1.-CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO.....	63
2.9.2.-DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....	64
2.9.2.1.-CUNETAS.....	64
2.9.2.2.-ALCANTARILLAS DE ALIVIO.....	66
2.9.2.3.-ALCANTARILLAS DE CRUCE.....	68
2.10.-DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	75
2.10.1.-PARÁMETROS DE DISEÑO.....	75
2.10.2.-DIMENSIONAMIENTO.....	75
2.10.2.1.-MÉTODO AASHTO.....	75
2.10.2.2.-MÉTODO ÍNDICE DE GRUPO.....	86
2.10.2.3.-MÉTODO CBR.....	87

CAPÍTULO III: CÓMPUTOS MÉTRICOS Y PRESUPUESTO

3.1.-CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	92
3.2.-PRESUPUESTO.....	93

3.2.1.-PRECIOS UNITARIOS.....	93
3.2.2.-PRESUPUESTO GENERAL.....	97

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.-CONCLUSIONES.....	99
4.2.-RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página N°
Fig.2.1 Ubicación en el ámbito departamental.....	6
Fig.2.2 Ubicación en el ámbito regional.....	6
Fig.2.3 Ubicación Satelital.....	7
Fig.2.4 Análisis de alternativa 1.....	11
Fig.2.5 Análisis de alternativa 2.....	12
Fig.2.6 Análisis de alternativa 3.....	12
Fig.2.7 Gráfica de muestreo de suelos.....	19
Fig.2.8 Gráfica de la estación de aforo.....	25
Fig.2.9 Gráfica de la distancia de adelantamiento.....	35
Fig.2.10 Gráfica de la visibilidad en curvas horizontales.....	36
Fig.2.11 Sección tipo.....	39
Fig.2.12 Relación entre radios.....	42
Fig.2.13 Elementos de la curva circular simple.....	47
Fig.2.14 Elementos de la curva de transición.....	48
Fig.2.15 Curva de diseño en planta.....	50
Fig.2.16 Curva cóncava.....	52
Fig.2.17 Curva convexa.....	53
Fig.2.18 Curva de diseño en perfil.....	54
Fig.2.19 Gráfica del método analítico para el cálculo de áreas.....	58
Fig.2.20 Tuberías parcialmente llenas.....	66
Fig.2.21 Gráfica del Coef. de pérdida de carga a la entrada de las	

	alcantarillas.....	69
Fig.2.22	Gráfica para el cálculo de tubo de metal corrugado en Alcantarillas.....	70
Fig.2.23	Gráfico para el cálculo de la pérdida de carga.....	71
Fig.2.24	Flujograma para el diseño de alcantarillas.....	72
Fig.2.25	Gráfica para determinar la clase de tubería.....	73
Fig.2.26	Gráfica para determinar el caudal específico	74
Fig.2.27	Gráfica del comportamiento de pavimento flexible.....	75
Fig.2.28	Gráfica del diseño estructural.....	76
Fig.2.29	Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles.....	81
Fig.2.30	Ábaco para determinar el coef. de capa para concreto asfáltico.....	82
Fig.2.31	Ábaco para determinar el coef. estructural para base granular.....	83
Fig.2.32	Ábaco para determinar el coef. estructural para subbase granular.....	84
Fig.2.33	Gráfica de carga por eje, por rueda.....	88
Fig.2.34	Ábaco para la det. de espesor de pavimento flexible mediante el CBR.....	89
Fig.2.35	Sección tipo del paquete estructural.....	91-92-93

INDICE DE TABLAS

	Pagina N°
Tabla 2.1	Clasificación de caminos de la zona..... 9
Tabla 2.2	Red de distribución eléctrica..... 9
Tabla 2.3	Resumen de alternativas..... 13
Tabla 2.4	Levantamiento topográfico..... 18
Tabla 2.5	Resultado de clasificación de suelos AASHTO..... 21
Tabla 2.6	Resultado de clasificación de suelos SUCS..... 22
Tabla 2.7	Resultado de compactación de la Subrasante..... 23
Tabla 2.8	Resultado de CBR's de la Subrasante..... 24
Tabla 2.9	Cargas tipo..... 28
Tabla 2.10	Factor equivalente de carga..... 29
Tabla 2.11	Factor de crecimiento de tránsito..... 29
Tabla 2.12	Resultado de ejes equivalentes..... 30
Tabla 2.13	Clasificación de categorías..... 31
Tabla 2.14	Velocidades específicas en curvas horizontales..... 32
Tabla 2.15	Pendientes para identificar el tipo de terreno..... 33
Tabla 2.16	Pendientes máximas de la rasante..... 33
Tabla 2.17	Longitud de rectas en el mismo sentido..... 34
Tabla 2.18	Distancia de adelantamiento..... 35
Tabla 2.19	Resumen de secciones transversales tipo..... 38
Tabla 2.20	Valores admisibles de la pendiente relativa de borde..... 40
Tabla 2.21	Proporción del peralte a desarrollar en recta..... 40
Tabla 2.22	Tasa de aceleración máxima..... 43
Tabla 2.23	Tasa de aceleración normal..... 43
Tabla 2.24	Sobreechancho..... 44
Tabla 2.25	Pendiente transversal del SAP..... 45
Tabla 2.26	Bombeos de la calzada..... 45

Tabla 2.27	Resultado de los parámetros de diseño.....	46
Tabla 2.28	Resultado del diseño en planta.....	50
Tabla 2.29	Planilla de elementos.....	51
Tabla 2.30	Resultado del diseño en perfil.....	54
Tabla 2.31	Planilla de elementos.....	55
Tabla 2.32	Factor de abundamiento.....	60
Tabla 2.33	Factor de reducción.....	60
Tabla 2.34	Período de retorno.....	61
Tabla 2.35	Coefficiente de escorrentía.....	63
Tabla 2.36	Resultado de dimensiones de las cunetas.....	65
Tabla 2.37	Coefficiente de rugosidad.....	67
Tabla 2.38	Dimensión de la alcantarilla de alivio.....	68
Tabla 2.39	Dimensión de las alcantarillas de cruce.....	68
Tabla 2.40	Módulo Resiliente de la Subrasante.....	77
Tabla 2.41	Módulo Resiliente de la capa base y subbase estabilizada.....	77
Tabla 2.42	Período de diseño.....	77
Tabla 2.43	Desvío estándar.....	78
Tabla 2.44	Índice de Serviaviabilidad.....	78
Tabla 2.45	Confiabilidad.....	79
Tabla 2.46	Distribución por carril.....	79
Tabla 2.47	Coefficientes de drenaje.....	80
Tabla 2.48	Espesores mínimos.....	80
Tabla 2.49	Resultado del paquete estructural mediante el método AASHTO.....	85
Tabla 2.50	Tabla para la determinación de espesores para pavimentos flexibles mediante el índice de grupo.....	86
Tabla 2.51	Resultado del paquete estructural mediante el método índice de grupo.....	87
Tabla 2.52	Resultado de carga por eje, por rueda.....	88
Tabla 2.53	Resultado del paquete estructural mediante el método CBR.....	90

Tabla 2.54	Planilla de cálculos métricos.....	94
Tabla 2.55	Porcentajes regulados por decreto supremo 27328.....	95
Tabla 2.56	Precio de mano de obra para la construcción de carreteras.....	95
Tabla 2.57	Precio de materiales para la construcción de carreteras.....	96
Tabla 2.58	Costo horario de maquinaria y equipos para la construcción de carretera.....	97
Tabla 2.59	Planilla de precios unitarios.....	98
Tabla 2.60	Resultado del presupuesto general.....	99

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Topografía**
- Anexo 2. Muestreo y ensayo de suelos**
- Anexo 3. Tráfico**
- Anexo 4. Diseño geométrico**
- Anexo 5. Diseño estructural**
- Anexo 6. Hidrología**
- Anexo 7. Diseño hidráulico de estructuras**
- Anexo 8. Especificaciones técnicas**
- Anexo 9. Costos**
- Anexo 10. Fotografía de realización del proyecto**
- Anexo 11. Planos**

ANEXO 1
TOPOGRAFÍA

ANEXO 2

MUESTRO Y ENSAYO DE SUELOS

ANEXO 3
TRÁFICO

ANEXO 4
DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 5
DISEÑO ESTRUCTURAL

ANEXO 6
HIDROLOGÍA

ANEXO 7

DISEÑO HIDRAULICO DE ESTRUCTURAS

ANEXO 8
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 9

COSTOS

ANEXO 10

FOTOGRAFÍA DE REALIZACIÓN DEL

PROYECTO

ANEXO 11

PLANOS

DISEÑO GEOMÉTRICO

ALCANTARILLAS DE ALIVIO

ALCANTARILLAS DE CRUCE

PERSPECTIVAS DEL TRAZADO