

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**



**“DISEÑO DE INGENIERÍA TRAMO LAS LOMAS – NARANJOS”**

**Autor:**

**SUNAGUA CACERES JHILMAR**

**Semestre II / 2018**

**Tarija – Bolivia**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“DISEÑO DE INGENIERIA TRAMO LAS LOMAS – NARANJOS”**

**Autor:**

**SUNAGUA CACERES JHILMAR**

Proyecto de Grado elaborado en la asignatura de CIV 502, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

**Semestre II / 2018**

**Tarija – Bolivia**

#### **ADVERTENCIA**

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esto responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo con mucho cariño y gratitud a mis queridos padres, Placido Sunagua Juchasara, Teodora Cáceres Canaviri y a mis hermanos, quienes supieron apoyarme y aconsejarme en los momentos que más necesitaba para mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por guiarme e iluminarme en el camino de la fe, darme sabiduría, fortaleza para poder culminar mis estudios.

A mis padres y hermanos por apoyarme incondicionalmente.

A todos los docentes que supieron transmitir sus conocimientos que fue de gran ayuda para poder culminar esta importante etapa de mi vida.

## INDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

	Pagina
1.1. INTRODUCCIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 Situación problemica.....	4
1.3.2. Problema .....	5
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivo específico.....	5
1.5. ALCANCE .....	6
1.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADOS .....	7
1.6.1. Metodos.....	7
1.6.2. Tecnicas.....	9

### CAPITULO II

#### DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE CARRETERAS

2.1 ESTUDIOS PREVIOS .....	10
2.1.1 Estudio topográfico .....	10
2.1.2 Estudio hidrológico .....	11
2.1.3 Drenaje .....	15
2.1.4 Estudio geotécnico .....	16
2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA .....	22

	<b>Pagina</b>
2.2.1 Diseño geométrico.....	23
2.2.1.3 Parámetros de diseño geométrico.....	31
2.2.1.4 Diseño planimétrico .....	36
2.2.1.5 Diseño altimétrico .....	51
2.2.2 Diseño estructural.....	74
2.2.3 Precios unitarios y presupuesto .....	81

### **CAPITULO III**

#### **PROPUESTA DE DISEÑO**

3.1. UBICACIÓN.....	83
3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
3.3. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	85
3.3.1 Estudio topográfico .....	85
3.3.2 Estudio hidrológico .....	88
3.3.3 Estudio geotécnico .....	95
3.3.4 Estudio de tráfico .....	100
3.4 DISEÑO DE INGENIERÍA .....	112
3.4.1 Analisis y elección de alternativas. ....	112
3.4.2 Diseño geométrico .....	113
3.4.3 Diseño estructural.....	114
3.4.4 Diseño de drenaje.....	119
3.5 CÓMPUTOS MÉTRICOS .....	127
3.6 PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO.....	127
3.7 FICHA AMBIENTAL .....	131

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<b>Pagina</b>
4.1 CONCLUSIONES.....	134
4.2 RECOMENDACIONES .....	135
BIBLIOGRAFIA.....	136
ANEXOS	



## INDICE DE TABLAS

	<b>Pagina</b>
Tabla N° 1: Periodo de diseño.....	11
Tabla N° 2: Coeficiente de escurrimiento para diversas situaciones .....	14
Tabla N° 3: Coeficientes de escorrentia (c) para t=10 años .....	14
Tabla N° 4: Sistema AASHTO de clasificación de suelos.....	18
Tabla N° 5: Especificaciones técnicas para la prueba de compactación Proctor según las especificaciones ASTM .....	20
Tabla N° 6: Valores de carga unitaria patrón .....	22
Tabla N° 7: Resumen de anchos de plataforma en terraplén y de sus elementos a nivel de rasante admite para caminos desarrollo.....	23
Tabla N° 8: Clasificación funcional para diseño carreteras y caminos rurales .....	28
Tabla N° 9: Características típicas de caminos según la clasificación funcional.....	30
Tabla N° 10: Criterios de prediccion de la v85 en funcion de vp y lr para vp entre 40 y 120 km/h .....	31
Tabla N° 11: V85 al final de la recta según longitud y velocidad de proyecto.....	31
Tabla N° 12: Distancia mínima de frenado en horizontal "Df" ( $Df=0.555V+0.00394V^2/R$ ) .....	34
Tabla N° 13: Distancia Mínima de Adelantamiento .....	36
Tabla N° 14: L Rmin entre curvas de diferente sentido .....	38
Tabla N° 15: L Rmin entre curvas del mismo sentido .....	38
Tabla N° 16: Radios mínimos absolutos en curvas horizontales .....	41
Tabla N° 17: Valores admisibles del coeficiente de fricción transversal "f" .....	42
Tabla N° 18: Valores máximos para peralte y fricción transversal.....	44
Tabla N° 19: Proporción del peralte a desarrollarse en recta .....	45

**Pagina**

Tabla N° 20: Ensanche de calzada S(m) (permite cruce de 2 veh. del mismo tipo) ....	46
Tabla N° 21: Ensanche de la calzada en caminos con $V_p \leq 60\text{Km/h}$ alternativa con calzada en recta 7,0 m (n =2) y $H_1 = 0,45$ m; $H_2 = 0,05$ $0,35 \leq S \leq 3,0$ m.....	47
Tabla N° 22: Pendiente máxima según categoría de carretera o camino .....	53
Tabla N° 23: Camino de alta montaña pendientes máximas % según alturas S.N.M.....	54
Tabla N° 24: Parámetros mínimos en curvas verticales por criterio de visibilidad de frenado .....	59
Tabla N° 25: Parámetro mínimo de curvas verticales convexas para asegurar visibilidad de adelantamiento .....	60
Tabla N° 26: Anchos de carriles según categorías .....	64
Tabla N° 27: Bombeo de la calzada .....	65
Tabla N° 28: Ancho de bermas según categoría y $V_p$ .....	67
Tabla N° 29: Pendiente transversal del SAP .....	69
Tabla N° 30: Periodo de diseño.....	76
Tabla N° 31: Niveles de confiabilidad .....	77
Tabla N° 32: Valores de $Z_r$ en la curva normal para diversos grados de confiabilidad.....	77
Tabla N° 33: Calidad de drenaje .....	80
Tabla N° 34: Valores recomendados para modificar los coeficientes estructurales de capa de bases y sub bases sin tratamiento, en pavimentos flexibles.....	80
Tabla N° 35: Resumen de bms .....	87
Tabla N° 36: Estadístico de la precipitación máxima en 24 horas .....	90
Tabla N° 37: Muestreo .....	96

	<b>Pagina</b>
Tabla N° 38: Numero de tamices con su respectivo diámetro .....	97
Tabla N° 39 Resultados de suelos .....	99
Tabla N° 40: Valores asumidos.....	115
Tabla N° 41: Resultados de paquete estructural pavimento flexible.....	116
Tabla N° 42: Valores asumidos de coeficientes .....	117
Tabla N° 43: Resultados del paquete estructural tratamiento superficial doble.....	118
Tabla N° 44: ubicación de alcantarillas Arcom.....	120
Tabla N° 45: Ubicación de cunetas .....	124
Tabla N° 46: Ubicación de contra cunetas .....	126
Tabla N° 47: Presupuesto general de pavimento flexible .....	127
Tabla N° 48: Presupuesto general de Tratamiento superficial doble .....	129
Tabla N° 49: Eleccion de alternativa de pavimento flexible y TSD. ....	130

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
Figura N° 1 Informacion climatológica.....	12
Figura N° 2: Curva circular .....	40
Figura N° 3: Diagrama de peralte.....	44
Figura N° 4: Características generales de curva de retorno .....	51
Figura N° 5: Tipos de cuvas verticales.....	57
Figura N° 6: Seccion transversal y sus partes .....	63
Figura N° 7: Tipo de sección transversal .....	73
Figura N° 8: Curva masa .....	74
Figura N° 9: Metodo AASTHO .....	81
Figura N° 10: Dimensiones de paquete estructural “pavimento flexible” .....	116
Figura N° 11: Paquete estructural TSD.....	118

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Parametro estadisticos de precipitación máxima diaria .....	92
Cuadro N°2: Hdt para distintos periodos de retorno .....	93
Cuadro N°3: Lluvias máximas horarias para distintos periodos de retorno.....	94
Cuadro N°4: Intensidades máximas .....	95
Cuadro N°5: Conteo de ambas direcciones .....	101
Cuadro N°6: Tafico normal .....	104
Cuadro N°7: Trafico generado 10% del total .....	105

	<b>Pagina</b>
Cuadro N°8: Trafico inducido 5% del total.....	106
Cuadro N°9: Trafico total.....	108
Cuadro N°10: Factor de carga equivalente.....	110
Cuadro N°11:Datos para el calculo de numero total de ejes equivalentes .....	111
Cuadro N°12:Total de ejes equivalentes .....	111

### **INDICE DE GRAFICOS**

Grafico N° 1: Localizacion del proyecto a nivel departamental .....	83
Grafico N° 2: Localizacion del proyecto a nivel provincial.....	83
Grafico N° 3: Ubicación de la zona del proyecto microlocalizacion .....	84
Grafico N°4: Ubicacion de la zona de proyecto.....	84
Grafico N° 5:Curva doble masa análisis de consistencia .....	90
Grafico N° 6: Prueba de bondad de ajuste de smirnov-kolmogorov.....	91
Grafico N° 7: Curva de presipitación .....	94
Grafico N° 8: Curva IDF.....	95
Grafico N° 9: Variación horaria ambos sentidos.....	103
Grafico N° 10: Metodo AASHTO pavimento flexible .....	116
Grafico N° 11: Paquete estrucctural TSD .....	118
Grafico N° 12:Diseño de alcantarillas.....	121
Grafico N° 13:Diseño de cuneta.....	123
Grafico N° 14:Diseño de contracuneta.....	126

**INDICE DE IMAGENES**

Imagen N° 1: Imagen satelital,croquis para levantamiento del tramo .....	86
Imagen N° 2: Ubicación de los Bms .....	88
Imagen N° 3: Plano geotecnico .....	98
Imagen N° 4: Trazo de alternativa .....	112
Imagen N° 5: Plano de areas aporte de cunetas.....	123

**INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Levantamiento topográfico

ANEXO 2: Estudio hidrológico

ANEXO 3: Estudio geotécnico

ANEXO 4: Estudio de trafico

ANEXO 5: Diseño geométrico

ANEXO 6: Diseño estructural

ANEXO 7: Cómputos métricos

ANEXO 8: Análisis de precios unitarios

ANEXO 9: Presupuesto general

ANEXO 10: Especificaciones técnicas

ANEXO 11: Memorias fotográficas

ANEXO 12: Ficha ambiental