

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



**TOMO I**

***“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO TRAMO RUJERO-  
MULLICANCHA”***

**POR:**

**ANA MARIA ORTEGA MARQUEZ**

*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.*

**SEMESTRE II  
GESTIÓN 2017**

**TARIJA- BOLIVIA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN

**TOMO I**

***“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO TRAMO RUJERO-  
MULLICANCHA”***

POR:

ANA MARIA ORTEGA MARQUEZ

**SEMESTRE II  
GESTIÓN 2017**

**TARIJA- BOLIVIA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



**TOMO II**

***“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO TRAMO RUJERO-  
MULLICANCHA”***

POR:

ANA MARIA ORTEGA MARQUEZ

*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.*

**SEMESTRE II  
GESTIÓN 2017  
TARIJA- BOLIVIA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN

**TOMO II**

***“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO TRAMO RUJERO-  
MULLICANCHA”***

POR:

ANA MARIA ORTEGA MARQUEZ

**SEMESTRE II  
GESTIÓN 2017**

**TARIJA- BOLIVIA**

.....  
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y**

**TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y**

**TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Jhonny Orgaz Fernández

.....  
Ing. Marcelo Sosa Castellanos

.....  
Ing. Julio Urzagaste Gutiérrez

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

### **DEDICATORIA:**

Dedico la tesis a Dios por guiarme por el buen camino. A mi padre quien fue el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi hermana querida Odalyz por su apoyo desde el cielo. A Jesús quien me apoyo todo el tiempo y me alentó para continuar.

### **AGRADECIMIENTO:**

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me dirigió por el sendero correcto, a todos mis docentes, tribunal y amigos mil gracias por guiarme.

**PENSAMIENTO:**

He aprendido que el éxito se mide no tanto por la posición que uno ha alcanzado en la vida, sino por los obstáculos que ha superado al tratar de tener éxito.

**Booker T. Washington**



## ÍNDICE

**Página**

### **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3.1 Situación Problemática.....	6
1.3.2 Problema .....	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo General .....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7
1.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	8
1.6 MEDIOS.....	11
1.6.1 Aplicación de Instrumentos de Laboratorio .....	11
1.6.2 Descripción de Equipos.....	11
1.6.3 Forma de Operar.....	12
1.7 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	17

**Página**

### **CAPÍTULO II: DISEÑO GEOMETRICO**

2.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UNA CARRETERA O CAMINO.....	19
2.1.1 Factores Funcionales.....	19

2.1.2	Factores Físicos.....	19
2.1.3	Factores de Costo Asociados a la Carretera.....	20
2.1.4	Factores Humanos y Ambientales.....	20
2.2.	CONCEPTOS RELATIVOS A LA VELOCIDAD EN EL DISEÑO VIAL.....	20
2.2.1.	Velocidad de Proyecto ( $V_p$ ) .....	20
2.2.2.	Velocidad Específica ( $V_e$ ) .....	21
2.2.3.	Velocidad de Operación ( $V_{op}$ ) .....	22
2.2.4.	Velocidad Percentil 85 ( $V_{85\%}$ ) .....	22
2.2.5.	Velocidad de Proyecto según Categoría de la Obra Vial .....	23
2.3.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN .....	24
2.3.1.	Categoría de las Vías .....	24
2.4.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD Y MANIOBRAS ASOCIADAS.....	28
2.4.1	Distancia de Frenado .....	28
2.4.2	Distancia de Adelantamiento.....	31
2.5.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	32
2.5.1.	Longitud Máxima en Rectas .....	33
2.5.2.	Longitud Mínima en Recta .....	34
2.5.2.1.	Curva en “S” .....	34
2.5.2.2.	Tramo Recto entre Curvas del Mismo Sentido .....	34
2.5.3.	Curvas Circulares .....	35
		<b>Página</b>
2.5.3.1.	Elementos de la curva circular .....	35
2.5.3.2.	Radios mínimos absolutos .....	37
2.5.3.3.	Coefficiente de Fricción Transversal Máximo Admisible .....	38
2.5.3.4.1.	Peralte Máximo .....	39
2.5.3.4.2.	Desarrollo de peralte entre curvas sucesivas .....	43
2.5.3.5.	Sobreechancho en curvas circulares .....	43

2.6.	ALINEAMIENTO VERTICAL .....	47
2.6.1	Ubicación de la Rasante Respecto del Perfil Transversal.....	48
2.6.2	Pendiente de la Rasante.....	48
2.6.2.1	Pendientes máximas.....	48
2.6.2.2	Pendientes máximas según la altura sobre el nivel del mar.....	49
2.6.2.3	Pendientes mínimas.....	50
2.6.3	Curvas Verticales.....	51
2.6.3.1	Criterios de diseño para curvas verticales .....	53
2.6.3.2	Parámetros mínimos por visibilidad de frenado .....	54
2.6.3.3	Parámetros Mínimos por Visibilidad de Adelantamiento.....	55
2.7.	SECCIÓN TRANSVERSAL .....	56
2.7.1.	La Plataforma .....	57
2.7.2.	La Calzada .....	58
2.7.3.	Pendiente Transversal o Bombeo .....	59
2.7.4.	Bermas .....	60
2.7.4.1.	Ancho de bermas.....	60
2.7.4.2.	Pendiente transversal de bermas .....	63
		<b>Página</b>
2.7.5.	Sobreanchos de Plataforma .....	63
2.7.5.1	Dimensión de sobreanchos.....	64
2.7.5.2	Pendiente transversal de sobreanchos.....	64
2.7.6.	Taludes .....	65

2.7.6.1 Taludes de terraplén desde el punto de vista de su estabilidad.....	65
2.7.6.2 Taludes de terraplén desde el punto de vista de seguridad vial.....	66
2.7.6.3 Taludes de corte.....	66
2.8. DIAGRAMA CURVA MASA .....	67
2.8.1 Interpretación del Diagrama de la Curva Masa .....	68
2.9. CONTROL TOPOGRÁFICO.....	69
2.9.1 Topografía para Proyectos.....	70
2.10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	72
2.11. IMPACTO AMBIENTAL.....	73
2.11.1 Ficha Ambiental (FA).....	73
2.11.2 Categorización del Proyecto.....	74
2.12. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	74
2.12.1 Estructural.....	74
2.14.2.1. Pavimento flexible y tratamiento superficial método AASHTO.....	74

**Página**

**CAPÍTULO III: APLICACIÓN PRÁCTICA**

3.1 ANTECEDENTES.....	84
3.1.1. Antecedentes del Proyecto.....	84
3.1.2. Ubicación del Proyecto.....	85
3.1.3. Importancia de la Carretera y del Tramo.....	87

3.1.4. Descripción General del Proyecto.....	88
3.1.4.1 Metas.....	88
3.2 INFORMACIÓN BÁSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	89
3.2.1. Aspectos Socio Agroeconómicos Generales.....	89
3.2.1.1 Población, comunidades, familias beneficiarias.....	89
3.2.1.2 Composición Familiar.....	90
3.2.1.3 Origen étnico de la población.....	92
3.2.1.4 Educación.....	93
3.2.1.5 Salud.....	94
3.2.1.6 Vivienda.....	95
3.2.1.7 Servicios Básicos.....	96
3.2.1.8 Vinculación vial, Servicios de transporte y comunicación.....	97
3.2.1.9 Organización.....	97
3.2.1.10.Principales actividades económicas de la población.....	98
3.2.1.11.Migración.....	99
3.2.2. Estudio de Tráfico .....	100
3.2.2.1 Proyección del Tráfico.....	105
3.3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	108
3.3.1. Descripción de Posibles Alternativas.....	108
3.3.1.1 Alternativa 1.....	108
3.3.1.2 Alternativa 2.....	109
	<b>Página</b>
3.3.1.3 Alternativa 3.....	110
3.3.2. Selección de la Alternativa.....	110
3.3.3. Parámetros de Diseño.....	111

3.4.	INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO.....	111
3.4.1.	Clasificación del Tramo en Estudio.....	111
3.4.2.	Pendiente.....	112
3.4.1.1.	Pendiente máxima.....	113
3.4.2.	Peralte.....	113
3.4.3.1	Peralte máximo admisible.....	113
3.4.3.	Radio de Curvatura.....	115
3.4.4.1	Radio mínimo de curvatura.....	115
3.4.4.	Sección Transversal.....	116
3.4.5.	Calzada.....	117
3.4.6.	Pendiente Transversal.....	117
3.4.7.	Ancho de Berma.....	118
3.4.8.	Pendiente Transversal de Berma.....	119
3.4.9.	Taludes.....	120
3.4.10.	Levantamiento Topográfico.....	120
3.4.10.1.	BMs del Proyecto.....	121
3.4.10.2.	Eje Preliminar.....	121
3.5.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	122
3.5.1.	Estudio Hidrológico.....	122
3.5.1.1.	Análisis Estadístico de las Precipitaciones.....	122
3.5.1.2	Lluvias Máximas Diarias.....	124
		<b>Página</b>
3.5.2.	Diseño Hidráulico.....	125
3.5.2.1.	Diseño de Cunetas.....	126
3.5.2.2.	Diseño de Alcantarillas de Alivio.....	127
3.5.2.3.	Diseño de Alcantarillas de Cruce.....	128

3.5.3. Diseño Geométrico.....	129
3.5.3.1.Alineamiento Horizontal.....	129
3.5.3.2.Alineamiento Vertical.....	129
3.5.3.3.Curva Masa.....	129
3.5.4. Diseño del Paquete Estructural.....	130
3.5.5. Estabilidad de Taludes.....	131
3.5.6. Método de Diseño del Paquete Estructural.....	132
3.5.7. Señalización.....	134
3.5.7.1.Señalización Horizontal.....	134
3.5.7.1.1. Demarcación Horizontal.....	134
3.5.7.1.2. Marcas Incrustadas en el Pavimento (Ojos de Gato).....	134
3.5.7.2.Señalización Vertical.....	135
3.5.8. Cómputos Métricos.....	137
3.5.8.1.Planilla de Volúmenes de Corte y Relleno.....	137
3.5.8.2.Cómputos Métricos de las Actividades.....	137
3.5.9. Presupuesto.....	138
3.5.9.1.Presupuesto General de Ejecución.....	138
3.5.9.2.Especificaciones Técnicas.....	138
3.6. PLANOS DEL PROYECTO .....	138
3.6.1. Planos Bimodales (Planta y Perfil).....	138
3.6.2. Planos de Secciones Transversales.....	139
3.6.3. Planos de Obras de Arte Menor.....	139

**Página**

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. CONCLUSIONES.....	141
------------------------	-----

4.2.RECOMENDACIONES.....144

**BIBLIOGRAFÍA**.....146

**ANEXOS**