

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO I**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

**Gestión 2018 – Semestre II**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

Proyecto elaborado en la asignatura CIV – 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

**GESTION 2018**  
**TARIJA-BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
**M.Sc. Ing. Ernesto Alvarez Gozalvez**

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA**

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

**VICEDECANA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**APROBADA POR TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández**

.....  
**Ing. Ricardo Arce Avendaño**

.....  
**Ing. Julio Neill Urzagaste Gutierrez**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO II**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

**Gestión 2018 – Semestre II**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

Proyecto elaborado en la asignatura CIV – 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

**GESTION 2018**  
**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO III**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

**Gestión 2018 – Semestre II**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

Proyecto elaborado en la asignatura CIV – 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

**GESTION 2018**  
**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO IV**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

**Gestión 2018 – Semestre II**

**TARIJA-BOLIVIA**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION**

**“DISEÑO DE INGENIERÍA MEJORAMIENTO CAMINO  
SAN LUIS DE PALQUI – ÑOQUERA”**

**Por:**

**JAVIER MAMANI ALVAREZ**

Proyecto elaborado en la asignatura CIV – 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

**GESTION 2018**  
**TARIJA-BOLIVIA**

**PENSAMIENTO**

“Un mundo que ve el Arte y la Ingeniería  
como dividido, no está viendo el mundo  
como un todo”

Profesor Sir Edmund Happold (Reino  
Unido 1930–1996)

**ÍNDICE**  
**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

	<b>Página</b>
1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. UBICACIÓN .....	2
1.3. PROBLEMA Y NECESIDAD .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.5. OBJETIVOS .....	6
1.5.1. Objetivo general .....	6
1.5.2. Objetivos específicos .....	6
1.6. ALCANCE .....	6
1.7. MEDIOS Y METODOLOGÍA .....	7
1.7.1. Medios .....	7
1.7.2. Metodología .....	8
1.8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES .....	9

**CAPITULO II**  
**INGENIERÍA DEL PROYECTO**

	<b>Página</b>
2.1. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	10
2.1.1. Población beneficiaria .....	10
2.1.2. Sistemas de producción .....	10
2.1.2.1. Aspectos físicos, biológicos y ambientales .....	10
2.1.3. Sequias (procesos, estado, potencialidad a la degradación) .....	13
2.1.4. Servicios básicos existentes .....	13
2.2. ESTUDIOS PREVIOS .....	15
2.2.1. Estudio topográfico .....	15
2.2.1.1. Implantación de BM'S .....	17
2.2.2. Estudio geotécnico .....	18

2.2.2.1. Ensayos de granulometría.....	19
2.2.2.2. Límites de Atterberg.....	22
2.2.2.3. Ensayo de densidad y compactación.....	27
2.2.2.4. Ensayo de capacidad soporte CBR.....	30
2.2.2.5. Bancos de préstamo.....	34
2.2.2.6. Materiales para capa sub base.....	35
2.2.2.7. Materiales para capa base.....	35
2.2.2.8. Agregados para pavimento.....	36
2.2.3. Estudio de Tráfico.....	37
2.2.3.1. Clasificación Vehicular.....	38
2.2.3.2. Determinación del tráfico promedio diario anual “TPDA”.....	39
2.2.3.3. Proyección de tráfico.....	40
2.2.3.4. Tráfico generado.....	40
2.2.3.5. Tráfico inducido.....	41
2.2.3.5. Tráfico futuro.....	41
2.2.4. Estudio Hidrológico.....	42
2.2.4.1. Determinación de parámetros estadísticos.....	44
2.2.4.2. Cálculo de alturas de precipitación máxima diaria.....	46
2.2.4.2.1. Altura de lluvia máxima diaria.....	46
2.2.4.3. Cálculo de alturas de precipitación máxima horaria.....	47
2.2.4.4. Intensidad máxima.....	48
2.3. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	52
2.3.1. Parámetros de diseño geométrico.....	53
2.3.2. Clasificación del tramo vial.....	53
2.3.3. Velocidad de proyecto.....	54
2.3.4. Alineamiento horizontal.....	55
2.3.4.1. Radio de curvas horizontales.....	55
2.3.4.2. Curvas circulares.....	56
2.3.4.3. Curvas horizontales de transición.....	57
2.3.4.4. Peralte.....	59
2.3.4.5. Distancias de visibilidad.....	66

2.3.4.5.1. Distancia de frenado .....	66
2.3.4.5.2. Distancia de adelantamiento .....	67
2.3.5. Alineamiento vertical .....	68
2.3.5.1. Pendiente mínima .....	69
2.3.5.2. Pendiente máxima.....	69
2.3.5.3. Curvas verticales.....	69
2.3.5.4. Parámetros por visibilidad de frenado .....	70
2.3.5.4.1. Curvas verticales convexas.....	70
2.3.5.4.2. Curvas verticales cóncavas.....	70
2.3.5.5. Parámetros por visibilidad de adelantamiento.....	71
2.3.5.5.1. Longitud mínima de curvas verticales.....	71
2.3.6. Sección transversal .....	72
2.3.6.1. Sobreeanchos de curvas horizontales .....	73
2.3.6.2. Bombeos .....	73
2.4. ESTABILIDAD DE TALUDES .....	74
2.4.1. Talud en corte .....	74
2.4.2. Talud en terraplén.....	76
2.5. DRENAJES .....	78
2.5.1. Parámetros de la cuenca .....	78
2.5.2. Tiempo de retorno .....	78
2.5.3. Tiempo de concentración.....	79
2.5.4. Coeficientes de escurrimiento “C” .....	80
2.5.5. Coeficiente de rugosidad “n” .....	80
2.5.6. Estimación de caudales máximos.....	81
2.5.7. Alcantarillas.....	81
2.5.7.1. Diseño de alcantarillas.....	82
2.5.7.2. Longitud de las alcantarillas .....	82
2.5.8. Diseño de cunetas .....	82
2.5.8.1. Sección tipo .....	83
2.6. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	84
2.6.1. Periodo de diseño.....	84

2.6.2. Factor distribución direccional .....	85
2.6.3. Factor de crecimiento .....	85
2.6.4. Factor de distribución por carril .....	85
2.6.5. Factores equivalentes de carga (LEF) .....	86
2.6.6. Factor de camión .....	86
2.6.7. Número total de ejes simples equivalentes (ESAL's) .....	86
2.6.8. Diseño pavimento flexible.....	88
2.6.8.1. Módulo de resiliencia .....	88
2.6.8.2. Índice de serviciabilidad.....	89
2.6.8.3. Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad .....	89
2.6.8.4. Nivel de confianza y desviación estándar.....	89
2.6.8.5. Coeficiente de drenaje “Cd” .....	90
2.6.8.6. Determinación del número estructural “SN”.....	91
2.6.8.7. Determinación de espesores por capas .....	92
2.6.8.8. Espesores por capas.....	94
2.6.9. Diseño de pavimento en afirmado .....	95
2.6.9.1. Secciones de capa de afirmado.....	95
2.7. ALTERNATIVAS DE PAQUETE ESTRUCTURAL.....	96
2.8. SEÑALIZACIÓN .....	96
2.8.1. Introducción.....	69
2.8.2. Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito .....	97
2.8.3. Señalización vertical.....	98
2.8.4. Señales preventivas.....	98
2.8.5. Señales reglamentarias .....	99
2.8.6. Señales informativas.....	99
2.8.7. Señales horizontales .....	100
2.8.8. Líneas longitudinales.....	100
2.8.9. Líneas de eje .....	100
2.9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	102
2.9.1. Cómputos métricos.....	102
2.9.2. Precios unitarios .....	102

2.9.2.1. Materiales .....	103
2.9.2.2. Mano de obra .....	104
2.9.2.3. Cargas sociales .....	104
2.9.2.4. Incidencia por subsidios .....	105
2.9.2.5. Incidencia por seguridad industrial e higiene .....	107
2.9.2.6. Influencia del IVA .....	107
2.9.2.7. Maquinaria y equipo .....	108
2.9.2.8. Gastos generales y administrativos.....	108
2.9.2.9. Utilidades.....	108
2.9.2.10. Influencia del IT .....	109
2.9.2.11. Presupuesto del proyecto .....	109
2.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	110
2.10.1. Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	110
2.10.2. Metodología de evaluación de impacto ambiental aplicada .....	111

### **CAPÍTULO III**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
3.1. CONCLUSIONES.....	112
3.2. RECOMENDACIONES .....	117

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

Anexo 1: Levantamiento topográfico

Anexo 2: Análisis geotécnico

Anexo 3: Análisis de tráfico

Anexo 4: Análisis hidrológico

Anexo 5: Diseños geométrico

Anexo 6: Diseño estructural

Anexo 7: Diseño de drenaje

Anexo 8: Cómputos métricos

Anexo 9: Costo de proyecto

Anexo 10: Especificaciones técnicas

Anexo 11: Ficha ambiental

Anexo 12: Planos



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. 1 Camino San Luis de Palque - Ñoquera .....	2
Figura 1. 2 Localización del proyecto ámbito departamental .....	3
Figura 1. 3 Localización del proyecto ámbito provincial .....	3
Figura 2. 1 Ubicación de pozos de muestreo .....	19
Figura 2. 2 Preparación de muestra .....	20
Figura 2. 3 Un juego de tamices normalizados .....	20
Figura 2. 3.1 Equipo casagrande .....	23
Figura 2. 4 Material para límites plásticos .....	24
Figura 2. 5 Vidrio esmerilado .....	24
Figura 2. 6 Carta de plasticidad .....	26
Figura 2. 7 Moldes de compactación .....	27
Figura 2. 8 Ingreso de agua para buscar humedad específica .....	27
Figura 2. 9 Compactación de la muestra .....	28
Figura 2. 10 Enrasado de muestra compactada .....	28
Figura 2. 11 Curva de compactación .....	30
Figura 2. 12 Disco espaciador y papel filtro dentro de molde .....	30
Figura 2. 13 Peso del molde más suelo compactado .....	31
Figura 2. 14 Inmersión de molde y colocación .....	31
Figura 2. 15 Penetración CBR .....	31
Figura 2. 16 Curva de presiones de penetración .....	33
Figura 2. 17 Identificación de bancos de materiales en la zona del proyecto .....	35
Figura 2. 18 Curvas precipitación – intensidad - frecuencia .....	49
Figura 2. 19 Curva intensidad, duración y frecuencia (IDF) .....	50
Figura 2. 20 Curvas IDF .....	52
Figura 2. 21 Fuerza que actúan sobre un vehículo en trayectoria curva .....	60
Figura 2. 22 Elementos de curva en peralte .....	61
Figura 2. 23 Diagrama de peralte .....	62
Figura 2. 24 Peralte en curvas circulares simples .....	63
Figura 2. 25 Peralte y sobreebanco .....	65

Figura 2. 26 Tipos de curva vertical.....	70
Figura 2. 27 Sobre ancho de curvas.....	73
Figura 2. 28 Sección transversal en curva .....	74
Figura 2. 29 Estabilidad de talud método Culmann .....	76
Figura 2. 30 Cuneta sección tipo .....	83
Figura 2. 31 Ábaco para estimar N° estructural de la carpeta asfáltica a1 .....	93
Figura 2. 32 Ábaco para estimar N° estructural de la capa base a2 .....	93
Figura 2. 33 Ábaco para estimar N° estructural de la sub base a3 .....	94
Figura 2. 34 Señales preventivas .....	99
Figura 2. 35 Señales reglamentarias.....	99
Figura 2. 36 Señales informativas .....	100
Figura 2. 37 Diseño línea amarilla discontinua .....	101
Figura 2. 38 Diseño doble línea amarilla continua.....	101
Figura 2. 39 Diseño doble línea amarilla continua y discontinua .....	102
Figura 2. 40 Clasificación para evaluación ambiental.....	111

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. 1 Alcance del proyecto .....	7
Tabla 2. 1 Comunidades beneficiarias, población según sexo .....	10
Tabla 2. 2 Bench mark´s.....	17
Tabla 2. 3 Criterio de Cu y Cc.....	22
Tabla 2. 4 Resultados de los ensayos realizados a los suelos del tramo.....	37
Tabla 2. 5 Clasificación vehicular .....	38
Tabla 2. 6 Resumen total del aforo vehicular.....	39
Tabla 2. 7 Tasa de crecimiento.....	40
Tabla 2. 8 Tráfico total proyectado para el año 2018.....	41
Tabla 2. 9 Alturas de precipitación máxima en 24 horas .....	42
Tabla 2.10 Parámetros estadísticos de las series de lluvias anuales .....	45
Tabla 2.11 Altura de lluvia máxima diaria .....	46
Tabla 2.12 Altura de lluvias máximas .....	47
Tabla 2.13 Altura de lluvias máximas inferiores a 24 hrs .....	47
Tabla 2.14 Altura de lluvias en (mm) menores a 24 horas.....	14
Tabla 2.15 Alturas de precipitación (valores no ajustados).....	49
Tabla 2.16 Intensidades de precipitación (valores no ajustados) .....	50
Tabla 2.16.1 Ecuaciones de intensidad.....	51
Tabla 2.17 Intensidad de precipitación (valores ajustados).....	51
Tabla 2.18 Ecuaciones de intensidad.....	52
Tabla 2.19 Clasificación funcional para diseño de carreteras .....	54
Tabla 2.20 Valores máximos para el peralte y fricción transversal.....	55
Tabla 2.21 Radios mínimos en curvas horizontales .....	56
Tabla 2.22 Valores admisibles pendiente relativa de borde .....	58
Tabla 2.23 Tasa máxima de distribución de la aceleración transversal.....	59
Tabla 2.24 Tasa normal de distribución de la aceleración transversal .....	59
Tabla 2.25 Distancia mínima de frenado en horizontal.....	66
Tabla 2.26 Distancia mínima de adelantamiento.....	67
Tabla 2.27 Resumen de alineamiento horizontal.....	67

Tabla 2.28 Pendientes máximas admisibles .....	69
Tabla 2.28.1 Parámetros mínimos por criterio de visibilidad de frenado.....	71
Tabla 2.29 Parámetros mínimos para visibilidad por adelantamiento.....	71
Tabla 2.30 Resumen alineamiento vertical.....	72
Tabla 2.31 Parámetros de diseño de secciones transversales .....	72
Tabla 2. 31.1 Bombeo de calzada.....	74
Tabla 2. 32 Alturas críticas para estabilidad de taludes método Culmann.....	77
Tabla 2.33 Parámetros geométricos obtenidos .....	77
Tabla 2.34 Parámetros de las cuencas .....	78
Tabla 2.35 Tiempo de retorno .....	78
Tabla 2.36 Tiempo de concentración de algunos autores.....	79
Tabla 2.37 Coeficiente de escurrimiento “C” .....	80
Tabla 2.38 Coeficientes de rugosidad.....	80
Tabla 2.39 Intensidad de lluvias y caudales .....	81
Tabla 2.40 Resumen de alcantarillas .....	82
Tabla 2.41 Caudales de las cunetas por el método racional .....	83
Tabla 2.42 Tirantes y velocidad en cunetas.....	84
Tabla 2.43 Periodos de diseño en función del tipo de carretera .....	84
Tabla 2.44 Factor de crecimiento .....	85
Tabla 2.45 Factor de distribución por carril .....	85
Tabla 2.46 Cálculo de LEFs .....	87
Tabla 2.47 Cálculo de ESALs .....	87
Tabla 2.48 Resultados de ensayos de CBR .....	88
Tabla 2.49 Relación CBR - MR .....	89
Tabla 2.50 Valores del nivel de confianza “R” .....	90
Tabla 2.51 Capacidad del drenaje.....	91
Tabla 2.52 Valores para modificar los coeficientes estructurales .....	91
Tabla 2.53 Resumen diseño del paquete estructural.....	96
Tabla 2.54 Categorización mercado local para mano de obra.....	104
Tabla 2.55 Precio promedio de la mano de obra .....	105
Tabla 2.56 Incidencia por subsidio.....	105

Tabla 2.57 Salario ponderado mensual.....	106
Tabla 2.58 Porcentaje de inversión anual en subsidios .....	106
Tabla 2.59 Incidencia por seguridad industrial .....	107
Tabla 2.60 Porcentajes totales .....	107
Tabla 2.61 Resumen de incidencias por gastos generales .....	108