

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



**“DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE  
BAJO TRÁFICO CON LA APLICACIÓN DE LOSAS CORTAS”**

**Por:**

**PATRICIA MOLLO FLORES**

Trabajo 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 – 2019**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE  
BAJO TRÁFICO CON LA APLICACIÓN DE LOSAS CORTAS”**

**Por:**

**PATRICIA MOLLO FLORES**

Trabajo 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 - 2019**

**TARIJA – BOLIVIA**

**Vº Bº**

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

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y**

**TECNOLOGÍA**

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

**VICEDECANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y**

**TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Jhonny M. Orgáz Fernández

.....  
M.Sc. Ing. Moisés E. Díaz Ayarde

.....  
M.Sc. Ing. Oscar Marcelo Chávez Calla

El Tribunal Calificador del presente Trabajo no se solidariza con la forma, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.

**Dedicatoria:**

Dedico este proyecto de grado a mis padres, Agapito Mollo M. y Leonarda Flores M. que fueron los que me apoyaron en todo momento enseñándome lecciones de vida, valores para formar la persona que soy hoy en día.

**Agradecimiento:**

Primeramente a Dios por darme la fuerza para culminar esta etapa de mi vida.

A mis “FAMILIA” por su amor, trabajo y sacrificio y esfuerzo me han permitido llegar a culminar mi carrera universitaria.

De igual manera agradezco a mi docente guía de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este proyecto de grado.

**Pensamiento:**

“Lo importante es ser capaz, en cualquier momento, de sacrificar los que somos por aquello en lo que podríamos convertirnos”

*Charles Dubois*

**ÍNDICE**  
**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

	<b>Página</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3.1. Situación problemática.....	2
1.3.2. Problema .....	3
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO DE APLICACIÓN .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	4
1.5.1. Componentes.....	4
1.5.1.1. Unidades de estudio .....	4
1.5.1.2. Población.....	4
1.5.1.3. Muestra.....	4
1.5.1.4. Muestreo.....	4
1.5.2. Métodos y técnicas empleadas .....	5
1.5.2.1. Método seleccionado.....	5
1.5.2.2. Técnica seleccionada.....	6
1.5.2.3. Procedimiento de aplicación .....	7
1.5.2.4. Descripción de instrumentos .....	9
1.5.3. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información .....	10
1.5.3.1. Tratamiento estadístico .....	10
1.5.4. Alcance del estudio de aplicación.....	12

**CAPÍTULO II**  
**ASPECTOS GENERALES DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS Y**  
**CARACTERÍSTICAS**

	<b>Página</b>
2.1. PAVIMENTO RÍGIDO .....	14



2.1.1. Propiedades de los pavimentos rígidos .....	15
2.1.2. Elementos que constituyen los pavimentos rígidos .....	15
2.1.2.1. Capa subrasante.....	16
2.1.2.2. Capa sub-base .....	17
2.1.2.3. Capa de rodadura (losa de hormigón) .....	19
2.1.3. Tipos de pavimentos rígidos .....	20
2.1.3.1. Pavimentos de concreto simple.....	20
2.1.3.2. Pavimentos de concreto reforzado con juntas.....	22
2.1.3.3. Pavimento con refuerzo continuo .....	22
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	23
2.2.1. Rigidez del pavimento .....	23
2.2.2. Módulo de rotura (S'c).....	23
2.2.3. Durabilidad.....	24
2.2.4. Conservación-rehabilitación .....	24
2.2.5. Características y propiedades del hormigón para la losa .....	25
2.2.5.1. Propiedades del hormigón fresco.....	25
2.2.5.2. Proceso de fraguado y endurecimiento .....	28
2.2.5.3. Propiedades del hormigón endurecido.....	28
2.2.6. Materiales que constituyen la losa de hormigón.....	29
2.2.7. Agregados .....	32
2.2.8. Factores para el diseño de pavimentos.....	35
2.2.8.1. Definición de tráfico .....	35
2.2.8.2. Clasificación de vehículos .....	36
2.2.8.3. Tipo de ejes .....	36
2.2.8.4. Tráfico bajo .....	38
2.2.8.5. Tránsito de vehículos para caminos de bajo volumen .....	39
2.2.8.6. Volúmenes de tránsito absoluto o totales.....	42
2.2.8.7. Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD) .....	43
2.2.8.8. Volumen de aforos .....	44
2.3. JUNTAS EN PAVIMENTOS.....	44
2.3.1. Juntas de contracción .....	45

2.3.2. Juntas de construcción .....	46
2.3.3. Juntas de expansión o aislación .....	47
2.4. DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO .....	47
2.4.1. Método AASHTO-93.....	47
2.4.1.1. Variables de diseño .....	47
2.4.1.2. Procedimiento para el cálculo de espesor de losa .....	57
2.4.2. Pavimentos rígidos método de diseño PCA.....	58
2.4.2.1. Factores de diseño.....	58
2.4.2.2. Resistencia del concreto.....	59
2.4.2.3. Módulo de reacción de la subrasante .....	60
2.4.2.4. Criterio de erosión.....	60
2.4.2.5. Criterio de fatiga .....	61
2.5. CONSIDERACIONES GENERALES DE LOSAS CORTAS .....	61
2.5.1. Definición de losas cortas .....	63
2.6. FUNCIONAMIENTO DE LOSAS CORTAS.....	65
2.6.1. Efecto de la rigidez de la sub-base en el largo del voladizo y tensiones de tracción.....	66
2.6.2. Efecto del alabeo en las losas de concreto .....	67
2.6.3. Tensiones en las losas cortas.....	69
2.7. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA DE LOSAS CORTAS .....	70
2.7.1. Modelación de suelo .....	71
2.7.2. Dimensionamiento de espesores de las losas cortas .....	71
2.7.2.1. Programa AASHTO-93.....	72
2.7.2.1.1. Programa software BS-PCA 84 .....	72
2.7.2.1.2. Método de elementos finitos .....	75

### **CAPÍTULO III**

#### **RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

	<b>Página</b>
3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	78
3.1.1. Antecedentes y descripción del proyecto.....	78

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO EN ESTUDIO .....	78
3.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DEL PROYECTO .....	82
3.3.1. Propiedades y características del terreno de fundación subrasante.....	82
3.3.1.1. Caracterización del suelo de subrasante.....	82
3.4. OBTENCIÓN DE MATERIALES DE LA REGIÓN .....	106
3.5. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.....	107
3.5.1. Caracterización de los agregados grueso y agregado fino .....	107
3.5.2. Caracterización del cemento portland.....	124
3.6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS LOSAS CORTAS EN EL PAVIMENTO DE CONCRETO EN ESTUDIO.....	127
3.6.1. Evaluación e identificación de losas .....	127
3.6.2. Análisis en laboratorio de las losas de concreto .....	128
3.6.2.1. Dosificación de mezcla de hormigón de probetas cilíndricas y vigas prismáticas .....	128
3.6.2.2. Determinación de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas .....	140
3.6.2.3. Determinación de la resistencia de flexo tracción de vigas prismáticas .....	143
3.6.2.4. Aforo de volumen de vehículos .....	147

## **CAPÍTULO IV**

### **APLICACIÓN PRÁCTICA, CÁLCULOS, ANÁLISIS**

	<b>Página</b>
4.1. DIMENSIONAMIENTO DE ESPESORES DE LAS LOSAS DE ESTUDIO.....	149
4.1.1. Ejecución del programa AASHTO-93.....	151
4.1.2. Ejecución del programa software BS PCA 84 .....	166
4.1.3. Determinación de esfuerzos en losas de pavimento software EverFE 2.26 .....	183
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	189
4.3. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	194

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	199
5.2. RECOMENDACIONES .....	200

**BIBLIOGRAFÍA**

ANEXO I	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA CAPA SUBRASANTE
ANEXO II	CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS
ANEXO III	RESULTADOS DE LA DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN PARA LA LOSA
ANEXO IV	PLANILLAS DE VOLUMEN DE TRÁFICO VEHICULAR
ANEXO V	PRECIO UNITARIO

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1.1 Cinta métrica .....	9
Figura 1.2 Rotura a compresión de probetas .....	10
Figura 1.3 Máquina computador para realizar los cálculos .....	10
Figura 2.1 Elementos que constituyen el pavimento rígido.....	16
Figura 2.2 Pavimento simple sin pasadores .....	21
Figura 2.3 Pavimento rígido simple con pasadores .....	21
Figura 2.4 Pavimento de concreto reforzado .....	22
Figura 2.5 Pavimento con refuerzo continuo .....	22
Figura 2.6 Prueba de asentamiento con el cono de Abrams .....	26
Figura 2.7 Tipos de ejes y peso en toneladas.....	37
Figura 2.8 Tipos de juntas de contracción .....	45
Figura 2.9 Tipos de juntas de construcción .....	46
Figura 2.10 Juntas de construcción.....	46
Figura 2.11 Tipos de juntas de expansión.....	47
Figura 2.12 Ábaco para hallar el módulo compuesto de reacción de la subrasante .....	53
Figura 2.13 Ábaco para hallar el módulo efectivo de reacción de la subrasante .....	53
Figura 2.14 Índice de serviciabilidad final.....	56
Figura 2.15 Análisis de erosión .....	60
Figura 2.16 Esquema lateral carga vehículo patrón .....	63
Figura 2.17 Estructuras equivalentes del pavimento rígido tradicional vs pavimento con losas cortas.....	64
Figura 2.18 Gráfica como actúan las cargas del pavimento rígido tradicional vs pavimento con losas cortas .....	64
Figura 2.19 Comparación en planta del pavimento tradicional y losas cortas.....	64
Figura 2.20 Comparación del pavimento tradicional y losas cortas .....	65
Figura 2.21 Efecto de la rigidez en el largo del voladizo .....	66
Figura 2.22 Efecto de alabeo en el largo del voladizo .....	67

Figura 2.23 Deformaciones (alabeo) por temperatura .....	68
Figura 2.24 Deformaciones (alabeo) de distintos tamaños de losa.....	68
Figura 2.25 Configuración geométrica con una carga por losa .....	70
Figura 2.26 Pantalla para los datos en el software.....	72
Figura 2.27 Pantalla de los resultados del software .....	72
Figura 2.28 Pantalla para colocar los datos en el software .....	73
Figura 2.29 Pantalla para los datos de k .....	74
Figura 2.30 Colocación de espesor de losa.....	74
Figura 2.31 Colocación de módulo de rotura.....	74
Figura 2.32 Pantalla para elegir si tendrá bermas o pasadores .....	74
Figura 2.33 Pantalla para los datos de tránsito .....	74
Figura 2.34 Pantalla para que se coloque el FS .....	75
Figura 2.35 Pantalla para el dato factor de mayoración.....	75
Figura 2.36 Pantalla para los resultados .....	75
Figura 3.1 Ubicación del municipio de Villa Montes.....	79
Figura 3.2 Ubicación del municipio de Villa Montes.....	80
Figura 3.3 Ubicación satelital de calles en estudio .....	80
Figura 3.4 Datos históricos de tiempo del municipio de Villa Montes .....	82
Figura 3.5 Peso de las muestras de suelo natural.....	83
Figura 3.6 – 3.7 Frasco volumétrico a baño maría y peso del matraz .....	85
Figura 3.8 Frasco volumétrico a baño maría frío para el descenso de temperaturas.....	85
Figura 3.9 – 3.10 Frasco volumétrico + suelo a baño maría + suelo .....	85
Figura 3.11 Frasco volumétrico + suelo a baño maría frío para descenso de temperatura .....	86
Figura 3.12 - 3.13 Juego de tamices y pesaje de la muestra .....	88
Figura 3.14 – 3.15 Tamizado manual y pesaje de material retenido en cada malla .....	88
Figura 3.16 – 3.17 Lectura del hidrómetro + el suelo.....	90
Figura 3.18 – 3.19 Colocación del suelo en la copa de casagrande.....	95
Figura 3.20 Realización del límite líquido.....	95

Figura 3.21	Peso del suelo secado al horno .....	95
Figura 3.22	Realización del límite plástico.....	96
Figura 3.23 – 3.24	Pesaje del suelo y colocado de fracción de agua al suelo.....	102
Figura 3.25 – 3.26	Mezclado de suelo y compactación del suelo en capas .....	102
Figura 3.27	Peso de suelo compactado más molde.....	102
Figura 3.28 – 3.29	Peso de molde y preparación de los moldes .....	104
Figura 3.30	Compactación del suelo en 5 capas a 12,25 y 56 golpes.....	104
Figura 3.31 -3-32	Saturación de los moldes C.B.R. en Agua.....	105
Figura 3.33	Obtención de los agregados.....	106
Figura 3.34	Ubicación satelital de la procesadora de áridos San Blas y Charajas.....	107
Figura 3.35 – 3.36	Tamizado mecánico (Rop-tap) por la serie de tamices del agregado grueso.....	108
Figura 3.37 -3.38	Registro de peso retenido en cada tamiz .....	109
Figura 3.39	Peso de agregado fino.....	109
Figura 3.40	Tamizado mecánico (Rop-tap) del agregado fino .....	109
Figura 3.41	Secado superficialmente del agregado grueso.....	111
Figura 3.42	Pesaje del agregado grueso sumergido.....	112
Figura 3.43	Pesaje de la muestra seca.....	112
Figura 3.44	Secado de la muestra superficialmente.....	114
Figura 3.45 – 3.46	Verificación de la condición muestra saturada con superficie seca .....	115
Figura 3.47 – 3.48	Pesaje del agua + la muestra fina .....	115
Figura 3.49 – 3.50	Secado en horno del agregado fino .....	116
Figura 3.51 – 3.52	Llenado del molde con el agregado.....	117
Figura 3.53 – 3.54	Llenado del molde en 3 capas varillado .....	118
Figura 3.55	Peso del agregado suelto y varillado más el molde .....	120
Figura 3.56 – 3.57	Llenado del agregado suelto y varillado.....	120
Figura 3.58	Peso del agregado suelto y varillado más el molde .....	120
Figura 3.59 – 3.60	Colocado y el retiro del agregado en la máquina de los ángeles y las esferas .....	122

Figura 3.61 Lavado del material retenido en el tamiz N° 12 .....	123
Figura 3.62 Peso del material secado al horno .....	123
Figura 3.63 Matraz con la gasolina.....	124
Figura 3.64 Lectura del volumen desplazado .....	125
Figura 3.65 Peso del cemento .....	126
Figura 3.66 Tamizado mecánico (Rop-tap) .....	126
Figura 3.67 Peso retenido en el tamiz N° 200 .....	127
Figura 3.68 Realización del asentamiento y medición .....	132
Figura 3.69 – 3.70 Llenado de hormigón varillado y vibrado .....	137
Figura 3.71 Enrasado superficial .....	138
Figura 3.72 Varillado y vibrado del hormigón .....	138
Figura 3.73 Enrasado superficial .....	138
Figura 3.74 Probetas desmoldadas.....	139
Figura 3.75 Curado de las probetas.....	139
Figura 3.76 Vigas desmoldadas .....	140
Figura 3.77 Curado de vigas .....	140
Figura 3.78 Pesaje de probetas.....	141
Figura 3.79 Rotura de probetas .....	141
Figura 3.80 Resultados de la rotura de probetas .....	141
Figura 3.81 Rotura de probetas de Charajas .....	141
Figura 3.82 – 3.83 Medición y pesaje de las vigas San Blas .....	144
Figura 3.84 Colocado de vigas en el equipo .....	144
Figura 3.85 Resultados de la rotura de vigas .....	144
Figura 3.86 – 3-87 Medición y pesaje de las vigas Charajas.....	145
Figura 3.88 Resultados de la rotura de vigas .....	145
Figura 3.89 Rotura de vigas .....	145
Figura 4.1 Ubicación del tramo de la calle Capirenda.....	149
Figura 4.2 Ubicación del tramo de la calle Alberto Vedia .....	149
Figura 4.3 Ubicación del tramo de la calle Sargento Tejerina.....	150
Figura 4.4 Gráfica del dimensionamiento de las losas.....	150
Figura 4.5 Dimensionamiento del espesor de la losa San Blas.....	162



Figura 4.6 Dimensionamiento del espesor de la losa Charajas.....	162
Figura 4.7 Espesor del pavimento.....	163
Figura 4.8 Espesor de la losa San Blas .....	163
Figura 4.9 Espesor de la losa Charajas .....	164
Figura 4.10 Espesor del pavimento rígido .....	164
Figura 4.11 Dimensionamiento del espesor de la losa San Blas.....	165
Figura 4.12 Dimensionamiento del espesor de la losa Charajas.....	165
Figura 4.13 Espesor del pavimento rígido .....	166
Figura 4.14 Dimensionamiento del espesor de la losa San Blas.....	170
Figura 4.15 Dimensionamiento del espesor de la losa Charajas.....	170
Figura 4.16 Espesor de la losa San Blas .....	171
Figura 4.17 Espesor de la losa Charajas .....	171
Figura 4.18 Dimensionamiento del espesor de la losa San Blas.....	172
Figura 4.19 Dimensionamiento del espesor de la losa Charajas.....	172
Figura 4.20 Ubicación de las armaduras en las losas.....	183
Figura 4.21 Esfuerzos principales mínimos y máximos de la losa 4x3m. ....	186
Figura 4.22 Esfuerzos principales mínimos y máximos. ....	189
Figura 4.23 Variación de espesores del método AASHTO 93 vs PCA.....	192
Figura 4.24 Variación de espesores del AASHTO 93 vs PCA en función del C.B.R.....	193
Figura 4.25 Variación de espesores promedio del método AASHTO 93 Vs PCA .....	193
Figura 4.26 Variación de espesores promedio y módulos de rotura.....	194

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1.1 Esquema del procedimiento de la aplicación .....	7
Cuadro 1.2 Consistencia de los hormigones .....	8
Cuadro 1.3 Procedimiento de estudio de tráfico .....	9
Cuadro 2.1 Recomendaciones para módulos de rotura.....	24
Cuadro 2.2 Consistencia de los hormigones .....	26
Cuadro 2.3 Análisis químico-físico y mecánico de los cementos.....	30
Cuadro 2.4 Tipo y características del cemento .....	31
Cuadro 2.5 Categorías resistentes de los cementos.....	31
Cuadro 2.6 Sustancias disueltas admisibles en el agua.....	32
Cuadro 2.7 Características físico-químicas de los agregados gruesos.....	33
Cuadro 2.8 Granulometría del agregado grueso .....	34
Cuadro 2.9 Características físico-química de los agregados finos.....	35
Cuadro 2.10 Serie de mallas estándar y límites de tolerancia para la arena .....	35
Cuadro 2.11 Peso máximo en toneladas por eje .....	38
Cuadro 2.12 Categorías de tráfico promedio diario .....	40
Cuadro 2.13 Características típicas de las carreteras y caminos según la clasificación funcional y tráfico.....	42
Cuadro 2.14 Periodo de análisis.....	48
Cuadro 2.15 Niveles de confiabilidad recomendadas por AASHTO .....	50
Cuadro 2.16 Factores de desviación normal a través de la confiabilidad .....	50
Cuadro 2.17 Desviación estándar recomendadas por AASHTO .....	50
Cuadro 2.18 Índice de serviciabilidad final (Pt) .....	52
Cuadro 2.19 Valores de (LS) .....	54
Cuadro 2.20 Coeficiente de drenaje para pavimento rígido.....	55
Cuadro 2.21 Coeficiente de transferencia de carga (J) .....	56
Cuadro 2.22 Factores de crecimiento FC.....	59
Cuadro 2.23 Categoría de subrasante.....	60
Cuadro 2.24 Posiciones calculadas por peso propio de las losas para diferentes configuraciones geométricas y espesores .....	70

Cuadro 3.1 Datos y resultado del contenido de humedad natural.....	83
Cuadro 3.2 Datos y resultado de la calibración del frasco volumétrico .....	86
Cuadro 3.3 Resultado del peso específico del suelo .....	87
Cuadro 3.4 Resultado del porcentaje que pasa de la granulometría del suelo .....	89
Cuadro 3.5 Tabla para hallar la profundidad efectiva.....	91
Cuadro 3.6 Tabla para hallar el peso específico .....	92
Cuadro 3.7 Resultado del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 .....	93
Cuadro 3.8 Estados y límites de consistencias.....	94
Cuadro 3.9 Resultado del límite líquido .....	97
Cuadro 3.10 Resultado del límite líquido del suelo de las calles.....	97
Cuadro 3.11 Tabla de clasificación AASHTO .....	98
Cuadro 3.12 Resultados de clasificación AASHTO y SUCS .....	100
Cuadro 3.13 Especificación para la prueba proctor modificado (basados en las 698-91 de la ASTM).....	101
Cuadro 3.14 Resultados de compactación .....	103
Cuadro 3.15 Datos y resultados de C.B.R. ....	106
Cuadro 3.16 Granulometría del agregado grueso, fino San Blas.....	110
Cuadro 3.17 Granulometría del agregado grueso, fino de Charajas .....	110
Cuadro 3.18 Resultados del peso específico de la grava áridos San Blas .....	113
Cuadro 3.19 Resultados del peso específico de la grava áridos Charajas.....	113
Cuadro 3.20 Resultados del peso específico de la arena áridos San Blas.....	116
Cuadro 3.21 Resultados del peso específico de la arena áridos Charajas.....	116
Cuadro 3.22 Resultados del peso unitario de la grava áridos San Blas .....	118
Cuadro 3.23 Resultados del peso unitario de la grava áridos Charajas .....	119
Cuadro 3.24 Resultados del peso unitario de la arena áridos San Blas .....	120
Cuadro 3.25 Resultados del peso unitario de la arena áridos Charajas.....	121
Cuadro 3.26 Pesos de los agregados para el desgaste de los ángeles .....	121
Cuadro 3.27 Pesos del agregado grueso para el desgaste de los ángeles áridos San Blas.....	123
Cuadro 3.28 Pesos del agregado grueso para el desgaste de los ángeles	

áridos Charajas.....	124
Cuadro 3.29 Pesos del cemento y volumen desplazado.....	125
Cuadro 3.30 Determinación de la finura del cemento .....	127
Cuadro 3.31 Características del cemento.....	129
Cuadro 3.32 Características del agregado grueso de San Blas .....	130
Cuadro 3.33 Características del agregado grueso de Charajas .....	130
Cuadro 3.34 Características del agregado fino de San Blas .....	131
Cuadro 3.35 Características del agregado fino de Charajas.....	131
Cuadro 3.36 Selección del asentamiento .....	132
Cuadro 3.37 Selección de agua de acuerdo al asentamiento y tamaño máximo.....	133
Cuadro 3.38 Selección de proporción de los agregados (bo/b).....	134
Cuadro 3.39 Pesos de los agregados de áridos San Blas .....	135
Cuadro 3.40 Pesos de los agregados de áridos Charajas.....	135
Cuadro 3.41 Pesos de los agregados húmedos de áridos San Blas .....	136
Cuadro 3.42 Pesos de los agregados húmedos de áridos Charajas .....	136
Cuadro 3.43 Pesos de materiales secos de áridos San Blas para probetas y vigas .....	137
Cuadro 3.44 Pesos de materiales secos de áridos Charajas para probetas y vigas .....	137
Cuadro 3.45 Resumen de resistencia a compresión de San Blas .....	142
Cuadro 3.46 Resumen de resistencia a compresión de Charajas .....	143
Cuadro 3.47 Resumen de resistencia a flexo tracción de vigas áridos San Blas .....	146
Cuadro 3.48 Resumen de resistencia a flexo tracción de vigas áridos Charajas .....	147
Cuadro 3.49 Volumen de aforo de la calle Capirenda .....	147
Cuadro 3.50 Volumen de aforo de la calle Alberto Vedia .....	148
Cuadro 3.51 Volumen de aforo de la calle Sargento Tejerina.....	148
Cuadro 4.1 Aforo promedio diario.....	151
Cuadro 4.2 Número total de vehículos en Bolivia.....	152

Cuadro 4.3 Factor de crecimiento de las calles Capirenda, A. Vedia y S. Tejerina .....	153
Cuadro 4.4 Tránsito de diseño de las calles Capirenda, A. Vedia y S. Tejerina .....	153
Cuadro 4.5 Nivel de serviciabilidad final de las calles Capirenda, A. Vedia y S. Tejerina.....	154
Cuadro 4.6 Factor equivalente .....	154
Cuadro 4.7 Factor equivalente de los vehículos que circulan en las calles Capirenda A. Vedia y S. Tejerina .....	155
Cuadro 4.8 Número de ESAL que circulan en las calles Capirenda, A. Vedia y S. Tejerina.....	155
Cuadro 4.9 Desviación estándar para pavimento rígido y flexible .....	156
Cuadro 4.10 Coeficiente de drenaje.....	157
Cuadro 4.11 Nivel de confiabilidad del pavimento rígido.....	158
Cuadro 4.12 Transferencia de cargas para pavimento rígido.....	158
Cuadro 4.13 Resistencia a flexión .....	159
Cuadro 4.14 Resumen de los parámetros de diseño.....	161
Cuadro 4.15 Espesor del pavimento de concreto calle Capirenda.....	163
Cuadro 4.16 Espesor del pavimento de concreto calle A. Vedia.....	164
Cuadro 4.17 Espesor del pavimento de concreto calle S. Tejerina.....	166
Cuadro 4.18 Factor de crecimiento vehicular .....	167
Cuadro 4.19 Número de repeticiones esperadas vehicular .....	167
Cuadro 4.20 Datos para el programa BS PCA 84.....	169
Cuadro 4.21 Valores de factor de fricción .....	174
Cuadro 4.22 Requisitos mínimos para pasadores en juntas transversales de pavimentos rígidos .....	181
Cuadro 4.23 Requisitos mínimos para pasadores en juntas transversales .....	182
Cuadro 4.24 Resultados del cálculo de armaduras .....	183
Cuadro 4.25 Datos de variables para el uso del software EverFE 2.26 .....	184
Cuadro 4.26 Resultados de esfuerzos y desplazamiento.....	185
Cuadro 4.27 Datos de variables para el uso del EverFE 2.26.....	187

Cuadro 4.28 Resultados de esfuerzos y desplazamiento de la losa 2x2m .....	188
Cuadro 4.29 Resumen de esfuerzos absolutos eje simple.....	189
Cuadro 4.30 Resumen de esfuerzos absolutos eje tanden.....	189
Cuadro 4.31 Análisis de valores de entrada.....	190
Cuadro 4.32 Espesor recomendable.....	191
Cuadro 4.33 Valores frecuentes del índice de crecimiento.....	191
Cuadro 4.34 Índice de crecimiento de tránsito vehicular.....	191
Cuadro 4.35 Espesores del método AASHTO 93 y PCA .....	192
Cuadro 4.36 Espesores del método AASHTO 93 y PCA vs módulo de rotura.....	194
Cuadro 4.37 Resultados estadísticos de la calle Capirenda .....	196
Cuadro 4.38 Resultados estadísticos de la calle Alberto Vedia.....	196
Cuadro 4.39 Resultados estadísticos de la calle Sargento Tejerina .....	197
Cuadro 4.40 Resultados estadísticos de resistencia a flexo tracción de vigas San Blas .....	197
Cuadro 4.41 Resultados estadísticos de resistencia a flexión de vigas Charajas .....	198