

“UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN



“ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS
ULTRADELGADOS CON GEOMETRIA OPTIMIZADA”

Autor:

ABIGAIL GASPAR CADENA

Proyecto presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Semestre II – 2019

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatoria. -

A Dios por darme sabiduría y fuerzas para seguir adelante.

A mis padres: Rolando Gaspar y Mirtha Cadena por darme la vida, educación, amor incondicional y sobre todo la confianza para demostrarles que puedo llegar muy lejos gracias a su apoyo que me dieron todo este tiempo.

A mi hermano: Alfredo Gaspar por no desampararme en los momentos difíciles y estar cuando lo necesité.

A mi hermana: Iveth Gaspar que es mi impulso para seguir adelante.

Agradecimiento. -

A los docentes de la U.A.J.M.S. Facultad de ciencias y Tecnología por su contribución durante mi desarrollo académico y profesional.

A mis amigos y todas aquellas personas que de una u otra manera me colaboraron y apoyaron en la realización de este proyecto, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
GENERALIDADES

	Página
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.3.1. Situación problemática.....	3
1.3.2. Problema.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Variables.....	5
1.7. Diseño metodológico.....	6
1.7.1. Unidades de estudio y decisión muestra.....	6
1.7.1.1. Unidad.....	6
1.7.1.2. Población.....	6
1.7.1.3. Muestra.....	6
1.7.1.4. Muestreo.....	6
1.7.2. Métodos y técnicas empleadas.....	7
1.7.2. Técnicas del muestreo.....	8
1.7.4. Procedimientos de aplicación.....	10
1.7.4.1. Proceso para la aplicación.....	11
1.7.4.2. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	12
1.7.5. Alcance del estudio.....	16

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE PAVIMENTOS RÍGIDOS ULTRADELGADOS

	Página
2.1. Pavimentos.....	17
2.2. Tipos de pavimentos.....	18
2.2.1. Pavimentos asfálticos o flexibles.....	18
2.2.2. Pavimentos de concreto o rígidos.....	19
2.3. Componentes en pavimentos.....	19
2.4. Utilización de fibras en pavimentos.....	21
2.5. Dimensión de losas cortas en pavimentos.....	22
2.5.1. Consideraciones generales.....	22
2.5.2. Concepto de diseño de losas con geometría optimizada.....	24
2.6. Comportamiento del pavimento de concreto o rígido.....	25
2.6.1. Comportamiento estructural.....	25
2.6.2. Comportamiento funcional.....	27
2.6.3. Comportamiento del pavimento de concreto en el mundo.....	28
2.6.4. Estructura del pavimento rígido o concreto.....	30
2.7. Tipos de pavimentos rígidos.....	32
2.8. Factores para el diseño de los pavimentos.....	33
2.8.1. Tráfico.....	33
2.8.2. Determinación del tráfico.....	33
2.8.3. Factor direccional y factor carril.....	33
2.8.5. Factor equivalente de carga.....	34
2.8.6. Factor camión.....	34
2.8.7. Estudio de los suelos.....	34
2.9. Materiales.....	35
2.10. Materiales para los pavimentos rígidos (concreto hidráulico).....	36

2.11. Pavimentos ultradelgados con geometría optimizada.....	38
2.12. Pavimentos ultradelgados.....	40
2.12.1. Metodología de diseño AASHTO 93.....	41
2.12.2. Metodología de las losas cortas con pavimentos ultradelgados.....	42
2.12.3. Factores que afectan en el comportamiento de los pavimentos ultradelgados...42	
2.12.3.1. Efecto de la rigidez de la subbase en el largo del voladizo y tensiones de tracción.....	42
2.12.3.2. Efecto del largo de la losa.....	44
2.12.3.3. Efecto del alabeo en las losas de concreto.....	44
2.12.3.4. Tensiones en losas cortas.....	45
2.13.1. Funcionamiento de las losas cortas.....	46

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS ULTRADELGADOS CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA

	Página
3.1. Ubicación.....	48
3.2. Características.....	50
3.2.1. Latitud y longitud.....	50
3.2.2. Topografía.....	50
3.2.3. Clima.....	51
3.2.4. Suelos.....	51
3.3. Caracterización de la subrasante.....	51
3.3.1. Granulometría.....	52
3.3.2. Límites.....	53
3.3.3. Compactación.....	54
3.3.4. California Bearing Ratio (CBR).....	55
3.4. Parámetros de diseño.....	55
3.5. Metodología de dimensionamiento en el área de estudio.....	61
3.5.1. Aplicación del programa “Darwin” para el dimensionamiento de losas cortas.....	61
3.5.1.1. Dimensionamiento de espesores según “Darwin”.....	62
3.4.2. Aplicación del programa “BS-PCA diseño de pavimentos rígidos”.....	67
3.5. Metodología.....	82
3.6. Análisis de losas ultradelgadas con geometría optimizada.....	84
3.7. Análisis comparativo.....	88
3.8. Gráficas comparativas.....	94
3.9. Resultados.....	97
3.9.1. Visualización de resultados con el programa “EverFe 2.24”.....	97
3.9.2. Análisis realizado con el programa EverFe para una losa.....	97

3.9.3. Análisis realizado con el programa EverFe para una losa múltiple.....	99
3.10. Comparación.....	100
3.10.1. Impacto del espaciamiento entre juntas en la flexión.....	101
3.10.2. Efectos de las cargas.....	102

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.6. Conclusiones.....	103
4.2. Recomendaciones.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106

ANEXOS

ANEXO I. INFORME FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

ANEXO II. CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE LA SUBRASANTE

ANEXO III. INFORME FOTOGRÁFICO DE CAMPO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Corte transversal del pavimento asfáltico.....	18
Figura 2.2. Corte transversal del pavimento rígido.....	19
Figura 2.3. Sección típica de un pavimento.....	20
Figura 2.4. Pavimento de concreto con losas cortas.....	22
Figura 2.5. Demostración de los esfuerzos y alabeos de las losas.....	23
Figura 2.6. Losas con geometría optimizada.....	25
Figura 2.7. Comportamiento estructural del pavimento rígido.....	25
Figura 2.8. Efecto de la rigidez de la subbase.....	43
Figura 2.9. Alabeo de la losa.....	43
Figura 2.10. Tensiones en las losas cortas.....	45
Figura 3.11. Imagen Satelital del municipio de Bermejo.....	48
Figura 3.12. Imagen satelital de las calles para realizar el análisis.....	49
Figura 3.13. Comparación en planta de la losa tradicional respecto de la losa Corta.....	83
Figura 3.14. Forma desplazada de losa y base.....	97
Figura 3.15. Máxima tensión principal sobre la losa.....	98
Figura 3.16. Máxima tensión principal en el espesor medio de la losa.....	98
Figura 3.17. Forma desplazada.....	99
Figura 3.18. Vista que muestra desplazamientos articulares diferenciales.....	99
Figura 3.19. Tensiones en el plano x-y en la parte superior de las losas.....	100
Figura 3.20. Estructuras equivalentes.....	100
Figura 3.21 Impacto del espaciamiento entre juntas en la flexión.....	101
Figura 3.22. Posiciones de carga consideradas por las losas como tensiones de tracción críticas.....	102
Figura 3.23 Efectos de las cargas.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 3.1. Topografía según pendientes.....	50
Tabla 3.2. Determinación de valor del índice de crecimiento.....	56
Tabla 3.3. Índice de serviciabilidad final.....	57
Tabla 3.4. Niveles de confiabilidad “R” en función del tipo de carretera.....	58
Tabla 3.5. Lugar de aforo N° 1 – Alfredo Ameller y Madrid.....	58
Tabla 3.6. Lugar de aforo N° 2 – Cochabamba y Madrid.....	58
Tabla 3.7. Lugar de aforo N° 3 - Avda. 21 de Diciembre y Antofagasta.....	59
Tabla 3.8. Lugar de aforo N° 4 – Mamerto Salinas y Guerreras.....	59
Tabla 3.9. Lugar de aforo N° 5 - Oruro y Guadalquivir.....	59
Tabla 3.10. Lugar de aforo N° 6 – Chuquisaca y Virgen de Chaguaya.....	60
Tabla 3.11. Lugar de aforo N° 7 - Barrientos Ortuño y Potosí.....	60
Tabla 3.12. Lugar de aforo N° 8 - La Paz y Germán Busch.....	60
Tabla 3.13. Lugar de aforo N° 9 – Tarija y Beni.....	61
Tabla 3.14. Lugar de aforo N° 10 – Topater y Germán Busch.....	61
Tabla 3.15. Nombre del tramo de la calle.....	85
Tabla 3.16. Tabla de resultados de “Darwin”.....	85
Tabla 3.17. Tabla de resultados de “BS – PCA Diseño de pavimentos rígidos”.....	86
Tabla 3.18. Tabla de la geometría de las losas.....	87
Tabla 3.19. Dimensiones para analizar su geometría.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página
Ilustración 3.1. Curva granulométrica.....	52
Ilustración 3.2. Límite líquido.....	53
Ilustración 3.3. Carta de plasticidad AASHTO.....	53
Ilustración 3.4. Carta de plasticidad SUCS.....	54
Ilustración 3.5. Gráfico de compactación.....	54
Ilustración 3.6. Curva: Carga – Penetración.....	55
Ilustración 3.7. Gráfico de esfuerzo vs área de la losa.....	94
Ilustración 3.8. Datos para obtener la gráfica.....	94
Ilustración 3.9. Gráfica erosión vs área de la losa normal.....	95
Ilustración 3.10. Datos para obtener la gráfica.....	95
Ilustración 3.11. Gráfica espesor vs área de la losa.....	96
Ilustración 3.12. Datos para obtener la gráfica.....	96