

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

“JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
POR LOS PROGRAMAS DIPAV Y BS PCA”**

REALIZADO POR:

HECTOR DAVID ARAMAYO

DICIEMBRE 2012

TARIJA - BOLIVIA

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

DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS
POR LOS PROGRAMAS DIPAV Y BS PCA

REALIZADO POR:

HECTOR DAVID ARAMAYO

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA
CIV -502

PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

DICIEMBRE 2012

TARIJA – BOLIVIA

HOJA DE APROBACIÓN

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE LA COMUNICACIÓN

GESTIÓN 2012

MATERIA:

DOCENTE:

FECHA DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO:

FECHA DE DEFENSA: HORA:

CALIFICACIÓN:

NUMERAL:

LITERAL:

CUALITATIVA (APROBADO / REPROBADO):

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

.....
.....
.....
.....

FIRMA DOCENTE

V° B°

.....
Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina Flores
DECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

.....
Msc. Lic. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

.....
Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández
DOCENTE CIV-502

APROBADA POR:

Tribunales:

.....
Ing. Marcelo Humberto Pacheco Núñez

.....
Ing. Oscar Marcelo Chávez Calla

.....
Ing. Humberto García Fernández

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Grado de Ingeniería Civil, no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

*La realización del presente Proyecto de Grado, va dedicado a mis padres **Alberto Aramayo** y **Cristina Mendieta**, mis **hermanos**, a mi querida novia que estuvo a mi lado dándome todo su amor **Nancy Jimena Mendoza Castrillo** y todos aquellos amigos que supieron brindarme su apoyo de una u otra manera de forma incondicional, los que alejaron de mi la debilidad ayudando a que cada día pueda convertirme en una persona con la suficiente capacidad de seguir adelante.*

AGRADECIMIENTO

Es justo y necesario hacer un recuento de las tantas horas de trabajo y esfuerzo que se han tenido que invertir para la elaboración del presente proyecto, es por eso que brindo mis más sinceros agradecimientos a:

Primeramente a Dios por darme el Don de la vida, llenarla de salud, y hacerme sentir su compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Mi madre por darme la formación personal que ahora tengo, por darme el apoyo incondicional con el que cuento, y por ayudarme a llevar adelante mis sueños.

Un agradecimiento especial a mi novia Nancy Jimena Mendoza Castrillo por su apoyo incondicional en cada paso que di en esta bonita carrera, sacando de mí todas mis debilidades y ayudándome a convertirlas en fortalezas.

Mis amigos y todos aquellos maestros y personas en particular que me han brindado su apoyo y ayuda durante este largo proceso de formación.

Mis docentes, mi universidad, que han sido el centro de la formación intelectual con el que cuento. GRACIAS A TODOS USTEDES.

PENSAMIENTO

Solo estamos satisfechos con lo que tenemos si hemos conseguido lo que soñábamos conseguir.

Para salir adelante no basta con soñar, sino que hay que buscar la forma de hacer realidad esos sueños.

La realidad implica enfrentar a todas aquellas adversidades que busquen aplacar los deseos de seguir adelante.

Lo imposible esta en proporción inversa a la voluntad de uno mismo, si mayor es la fuerza de voluntad menor se hace la fuerza de lo imposible.

Somos lo que queremos ser sin culpa de nadie, tenemos lo que queremos tener por nuestro sacrificio, y nos queremos como somos por la forma en la que nos valoramos.

INDICE

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

	Página
1.1.Generalidades	1
1.2.Antecedentes	1
1.3.Justificación.....	5
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Alcance.....	8

CAPÍTULO II

2. ASPECTOS GENERALES DEL PAVIMENTO RÍGIDO.

2.1. Introducción a los pavimentos	10
2.2. Objetivo de los pavimentos.....	12
2.3. Definición del pavimento rígido	13
2.4. Tipos de pavimentos rígidos o pavimentos de concreto hidráulico	13
2.5. Principales características de los pavimentos rígidos	19
2.6. Propiedades y funciones de los pavimentos rígidos	20
2.7. Variables que intervienen en el diseño de pavimentos rígidos	21
2.7.1. Capa subrasante.....	21

	Página
2.7.2. Capa subbase.....	24
2.7.3. Clima.....	27
2.7.4. Capa de rodadura.....	28
2.7.5. Análisis de trafico	41
2.7.6. Diseño geométrico	42
2.7.7. Diseño estructural.....	43
2.7.8. Diseño de losa	44
2.7.9. Juntas.....	45

CAPÍTULO III

3. PROGRAMAS DIPAV Y BS PCA EN DISEÑO DE PAVIMENTOS

RÍGIDOS

3.1. Programa de diseño de pavimentos y sobre carpetas DIPAV 2.0.....	60
3.1.1. Introducción al DIPAV	60
3.1.2. Alcance de difusión.....	61
3.1.3. Lo nuevo de DIPAV 2.0.....	61
3.1.4. Soporte DIPAV 2.0	64
3.1.5. Características generales del programa	65
3.1.5.1. Menús de DIPAV 2.0.....	65
3.1.5.2. Barra de herramientas	73
3.1.6. Diseño de pavimentos rígidos	74

Página

3.1.6.1. Diseño de los elementos del pavimento rígido.....	76
3.1.6.1.1. Variables que intervienen en el diseño.....	77
3.1.6.1.2. Otras características de diseño	104
3.1.6.1.3. Visualización de los resultados de diseño.....	116
3.1.6.1.4. Gráficos de sensibilidad.....	116
3.2. Programa para diseño de pavimentos rígidos BS PCA 1984	119
3.2.1. Introducción	119
3.2.2. Consideraciones básicas del método de diseño de pavimentos rígidos PCA 1984.	120
3.2.3. Criterios de análisis del método de diseño de pavimentos PCA 1984	120
3.2.3.1. Análisis de Fatiga	120
3.2.3.2. Análisis de Erosión	131
3.2.4. Parámetros de diseño	136
3.2.5. Descripción del programa BS PCA.....	137
3.2.5.1. Datos de entrada	137
3.2.5.2. Cálculos.....	139
3.2.5.3. Análisis de Sensibilidad.....	140
3.2.5.4. Guardar o Cargar proyectos	141

CAPÍTULO IV

Página

4. APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. Ubicación del área de influencia del estudio	143
4.1.1. Ubicación del área de influencia de cada proyecto	143
4.2. Características de los proyectos en el estudio	147
4.2.1. Proyecto "Diseño de pavimentos rígidos en la plataforma de Buses, calles adyacentes y accesos de taxis " en la terminal de Buses de Entre Ríos y Proyecto "Pavimento rígido Entre Ríos"	148
4.2.2. Proyecto "Campo Pajoso – Carapari – Palos Blancos"	150
4.3. Aplicación de los programas DIPAV 2.0 y BS PCA con los proyectos	153
4.3.1. Proyectos que serán utilizados en la aplicación de los programas	153
4.3.2. Programa DIPAV 2.0	153
4.3.2.1. Parámetros de entrada	153
4.3.2.2. Procedimiento	165
4.3.2.3. Resultados	180
4.3.2.4. Validación de los resultados de espesores obtenidos – DIPAV 2.0	191
4.3.3. Programa BS PCA	195
4.3.3.1. Parámetros de entrada	195
4.3.3.2. Procedimiento	198
4.3.3.3. Resultados	214
4.3.3.4. Validación de los resultados de espesores obtenidos – BS PCA	219

	Página
4.4. Análisis de los programas	239
4.4.1. Programa DIPAV 2.0	239
4.4.1.1. Datos de entrada	239
4.4.1.2. Procedimiento	245
4.4.1.3. Resultados	249
4.4.2. Programa BS PCA	250
4.4.2.1. Datos de entrada	250
4.4.2.2. Procedimiento	253
4.4.2.3. Resultados	257
4.4.3. Análisis de los programas con valores extremos	258
4.4.4. Análisis de la temperatura en el diseño de pavimentos	262
4.4.5. Análisis del sobreebanco en el diseño de pavimentos rígidos	263

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	265
5.2. Recomendaciones	268
Bibliografía	270

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 2.1: Camino con estructura de pavimento flexible	11
Fig. 2.2: Camino con estructura de pavimento rígido	12
Fig. 2.3: PCH S sin elementos de transferencia de carga	15
Fig. 2.4: PCH S con elementos de transferencia de carga	16
Fig. 2.5: PCH RA no estructural	17
Fig. 2.6: PCH RA estructural	17
Fig. 2.7: PCH RC	18
Fig. 2.8: Elementos que Constituyen el Pavimento Rígido	21
Fig. 2.9: Deformación de la losa durante el día, origen de la grieta por carga	47
Fig. 2.10: Deformación de la losa durante la noche, rotura de la losa por carga	47
Fig. 2.11: Transferencia de carga	48
Fig. 2.12: Canastas pasajuntas en juntas transversales de contracción (planta).....	50
Fig. 2.13: Canastas pasajuntas en juntas transversales de contracción (corte A-A) ..	50
Fig. 2.14: Canastas pasajuntas en juntas transversales de contracción (corte B-B)...	50
Fig. 2.15: Colocación del sello en una junta transversal	54
Fig. 2.16: Formación de la fisura de retracción debajo de una junta transversal	54
Fig. 2.17: Junta transversal de construcción	55
Fig. 2.18: Junta transversal de construcción debida a fin de día pavimentación	56
Fig. 2.19: Junta longitudinal con barras de amarre esperando a las losas.....	57
Fig. 2.20: Junta longitudinal terminada	57

	Página
Fig. 2.21: Junta de expansión Tipo 1	58
Fig. 2.22: Junta de expansión Tipo 2	59
Fig. 3.1: Interfaz DIPAV 2.0.....	62
Fig. 3.2: Pantalla inicial DIPAV 2.0	66
Fig. 3.3: Cuadro de diálogo DIPAV 2.0 Nuevo.....	67
Fig. 3.4: Cuadro de diálogo DIPAV 2.0 Tipo de Guardado	69
Fig. 3.5: Ventana principal Pavimento Rígido.....	78
Fig. 3.6: Relación entre CBR y valor aproximado de k	88
Fig. 3.7: Cálculo del módulo de reacción de la subrasante	89
Fig. 3.8: Transferencia de carga longitudinal.....	91
Fig. 3.9: Cálculo del TPDA.....	99
Fig. 3.10: Cuadro de diálogo “Tipo de Vehículos”.....	99
Fig. 3.11: Matriz para el cálculo de factores equivalentes vehiculares.....	102
Fig. 3.12: Cálculo de ESALs que pueden ser resistidos dado un determinado Espesor de Losa.....	103
Fig. 3.13: Información adicional de pavimento rígido.....	104
Fig. 3.14: Diseño de barras de amarre	106
Fig. 3.15: Diseño de reservorio de juntas y sellador	110
Fig. 3.16: Opciones de gráficos de sensibilidad.....	117
Fig. 3.17: Función Zoom para los gráficos	118
Fig. 3.18: Corte longitudinal de una losa simplemente apoyada	121

	Página
Fig. 3.19: Elemento diferencial de una losa.....	123
Fig. 3.20: Geometría de una losa de pavimento.....	125
Fig. 3.21: Pantalla principal programa BS-PCA.....	137
Fig. 3.22: Pantalla de introduccion de ejes	139
Fig. 3.23: Datos de entrada	140
Fig. 3.24: Analisis de Sensibilidad.....	141
Fig. 3.25: Guardar Proyecto	142
Fig. 3.26: Cargar Proyecto	142

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1: Requisitos Granulométricos de Materiales para Subbases	26
Tabla 2.2: Análisis Químico-Físico y Mecánico de los Cementos	33
Tabla 2.3: Categorías Resistentes de los Cementos	34
Tabla 2.4: Valores característicos y límites tolerables de sales e impurezas en el agua	35
Tabla 2.5: Características Físico –Químicas de los Agregados Gruesos	38
Tabla 2.6: Granulometría del Agregado Grueso	39
Tabla 2.7: Características Físico –Químicas de los Agregados Finos	40
Tabla 2.8: Serie de Mallas Estándar y Límites de Tolerancia Para la Arena.....	41
Tabla 3.1: Coeficiente de drenaje en relación al Porcentaje de tiempo que el pavimento está sometido a niveles de saturación y la calidad de drenaje.....	83
Tabla 3.2: Calidad de drenaje en función al tiempo en que alcanza 85 % de saturación	83
Tabla 3.3: Correlación entre el tipo de material, CBR y k.....	87
Tabla 3.4: Valores Recomendados del Factor “J”	92
Tabla 3.5: Nivel de Confianza Recomendado según nivel de Tráfico.....	93
Tabla 3.6: Factor de fricción para materiales bajo la losa de pavimento rígido	107
Tabla 3.7: Coeficiente de expansión térmica en función al agregado grueso.....	111
Tabla 3.8: Retracción en función a la resistencia a la tensión indirecta	112