

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



**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO  
RÍGIDO CON RELACIÓN AL ESFUERZO DE ALABEO,  
CONTRACCIÓN Y DILATACIÓN”**

Realizado por:

**OLIVIA HIGUERAS FERNÁNDEZ**

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.

Gestión 2013

**TARIJA-BOLIVIA**

V°B°

.....  
Ing. Trinidad Baldivieso  
**DOCENTE GUIA**

.....  
Ing. Alberto Yurquina  
**DECANO**  
**FACULTAD CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

.....  
Lic. Gustavo Succi  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....  
Ing. Ada López

.....  
Ing. Mabel Zambrana

.....  
Ing. Mejía Weimar

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

**DEDICATORIA:**

A mi madre, a mi padre, a mis abuelos y a mi familia por su confianza y su apoyo incondicional.

**AGRADECIMIENTOS:**

A Dios y a la vida por la oportunidad de aprender cada día, a todos los docentes y a todos aquellos que de una u otra manera apoyaron el desarrollo de mi trabajo.

PENSAMIENTO:

“Todo lo que se hace con el corazón trae  
felicidad”.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

**CAPITULO II**

**ESFUERZOS PRODUCIDOS EN LOSAS DE  
PAVIMENTO RÍGIDO POR LA VARIACIÓN  
DE LA TEMPERATURA.**



**CAPITULO III**  
**PROCESO DE EJECUCIÓN Y**  
**COMPORTAMIENTO ANTE LA**  
**VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA**

**CAPITULO IV**  
**APLICACIÓN PRÁCTICA**

**CAPITULO V**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

# **ANEXOS**

## INDICE

ADVERTENCIA  
DEDICATORIA  
AGRADECIMIENTO  
PENSAMIENTO  
RESUMEN

**Página**

### **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

1.1.- Generalidades.....	1
1.2.- Problema.....	3
1.3.- Justificación.....	3
1.4.- Objetivos.....	4
1.4.1.- Objetivo general.....	4
1.4.2.- Objetivos específicos.....	5
1.5.- Variables.....	5
1.6.- Alcance.....	6

### **CAPITULO II ESFUERZOS PRODUCIDOS EN LOSAS DE PAVIMENTO RÍGIDO POR LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA.**

2.1.- Introducción.....	8
2.2.- Definición de pavimento rígido.....	9
2.2.1.- Tipos de pavimento de concreto.....	10
2.3.- Componentes del pavimento rígido.....	11
2.4.- Esfuerzos en pavimento rígido.....	12

2.4.1.- Por efecto de las cargas.....	12
2.4.2.- Esfuerzos por temperatura.....	13
2.4.3.-Otros.....	13
2.5.- Esfuerzos en pavimento rígido por efecto de la variación de la temperatura.....	14
2.5.1.- Efecto de la temperatura en pavimentos rígidos.....	18
2.5.1.1.-Gradiente térmico. ....	20
2.5.1.2.- Análisis de las temperaturas extremas.....	21
2.5.1.3.-Cambios de volumen en las losas de concreto.....	22
2.5.2.- Esfuerzo de alabeo ante al cambio de temperatura.....	23
2.5.2.1.-Análisis del alabeo ante la variación de la temperatura.....	25
2.5.3.- Dilatación de las losas en pavimentos rígidos.....	30
2.5.3.1.-Análisis de la dilatación ante la variación de la temperatura.....	31
2.5.3.1.1.- Temperaturas elevadas.....	33
2.5.4.- Contracción de las losas en pavimentos rígidos.....	35
2.5.4.1.-Análisis de la contracción ante la variación de la temperatura.....	38
2.5.4.1.1.- Temperaturas bajas.....	39
2.6.- Consecuencias de los esfuerzos térmicos en losas de pavimento rígido.....	40

**CAPITULO III PROCESO DE EJECUCION Y COMPORTAMIENTO ANTE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA**

3.1. Introducción.....	47
3.2.- Bases del diseño del pavimento rígido.....	48
3.3.-Losas de pavimento rígido.....	48
3.4- El concreto.....	49

3.5.- Periodo de diseño de las losas de pavimento rígido.....	50
3.5.1.-Modulacion de las losas.....	50
3.5.2.- Hormigón.....	51
3.5.3.- Materiales.....	51
3.5.3.1.- Cemento Portland.....	52
3.5.3.2.-. Calidad del cemento en el momento de usarlo.....	52
3.5.4.- Agregado fino para hormigón.....	53
3.5.4.1.- Origen, naturaleza y características.....	53
3.5.4.2.-Pureza del agregado fino.....	53
3.5.4.3.-Granulometría del agregado fino.....	54
3.5.4.4.- Toma de muestras y métodos de ensayo.....	56
3.5.5.- Agregado grueso para hormigón.....	56
3.5.5.1.- Origen, naturaleza y características.....	56
3.5.5.2.- Pureza del agregado grueso .....	57
3.5.5.3.-Granulometría del agregado grueso.....	57
3.5.5.4.-Toma de muestras y métodos de ensayo.....	59
3.5.6.- Agua para hormigón.....	59
3.5.7.- Control del Concreto hidráulico.....	60
3.5.7.1.-Resistencia a la flexión.....	60
3.5.7.2.-Resistencia a la compresión.....	61
3.6.- Dosificación del hormigón.....	61
3.7.- Elaboración de hormigón en obra.....	68
3.7.1.- Equipo de pavimentación con moldes.....	68



3.7.2.- Equipo vibrador.....	69
3.7.3.- Frotachador.....	69
3.7.4.- Cepillo texturizador.....	70
3.7.5.- Herramientas para redondear bordes de juntas y del pavimento.....	70
3.7.6.- Mezclado del hormigón.....	70
3.7.7.- Curado del hormigón.....	71
3.8.- Periodo de desempeño de las losas de concreto hidráulico.....	71
3.8.1- Comportamiento del pavimento rígido ante la variación de la temperatura....	71
3.8.2.- Gradientes y alabeos térmicos.....	72
3.8.3.- Contracción y dilatación térmica de las losas de pavimento rígido.....	73

#### **CAPITULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA**

4.1. Caracterización de los materiales a ser usados en las losas.....	76
4.1.1.- Características de los agregados.....	76
4.1.1.1.- Origen de los agregados.....	76
4.1.1.2.- Ensayos aplicados a los agregados.....	77
4.1.1.2.1.-Ensayo granulométrico.....	78
4.1.1.2.1.-Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción.....	80
4.1.1.2.1.1.-Ensayo de peso específico de arena método del picnómetro.....	80
4.1.2.- Características del cemento.....	82
4.1.2.1.-Origen del cemento.....	82
4.1.2.2.-Ensayo de finura del cemento.....	82
4.1.2.3.-Ensayo del peso específico del cemento.....	83
4.1.3.- Dosificación.....	84

4.1.4.- Ensayos de resistencia.....	86
4.1.4.1.- Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón.....	86
4.1.4.2.- Ensayo de rotura de viga a flexión ASTM c78-84.89.....	87
4.2. Proceso de investigación.....	87
4.3.-Medición del comportamiento en las losas.....	114
4.3.1.- Medición del alabeo en las losas.....	114
4.3.2.- Medición de la dilatación y contracción en las losas.....	119
4.3.3.- Medición de la temperatura en las losas.....	127
4.3.4.- Medición del comportamiento en extremos de temperatura.....	134
4.4.-Procesamiento de datos y relación del comportamiento con la temperatura....	135
4.5.- Análisis y valoración de los resultados.....	227

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	241
5.2. Recomendaciones.....	247

### **Índice de figuras**

Figura 1: Estructura de un pavimento rígido. ....	10
Figura 2: Componentes principales del pavimento rígido.....	11
Figura 3: Variaciones de temperatura en losa de hormigón. ....	16
Figura 4: Alabeo de una losa. ....	24
Figura 5: Alabeo de una losa por temperatura, en el día y noche. ....	25
Figura 6: Estimación del coeficiente de esfuerzo por alabeo .....	29
Figura 7: Expansión térmica del hormigón conteniendo varios tipos de agregado....	34

Figura 8: Agrietamiento en el hormigón. ....	37
Figura 9: Contracción y agrietamiento.....	38
Figura 10: Tensiones en pavimento rígidos.....	41
Figura 11: Grieta de esquina.....	45
Figura 12: Grieta de esquina en pavimento rígido.....	45
Figura 13: Grieta de transversal en pavimento rígido.....	46
Figura 14: Grieta de transversal.....	46
Figura 15: Comparativos del desempeño.....	74
Figura 16: Contracción y dilatación.....	74
Figura 17: Evaluación del comportamiento de acuerdo con la norma.....	75
.Figura 18: Yaguacua.....	76
Figura 19: Pavimentado en Yaguacua.....	77
Figura 20: Agregados de pavimento en Yaguacua.....	77
Figura 21: Curva granulométrica del agregado fino (arena).....	79
Figura 22: Curva granulométrica del agregado grueso (grava).....	88
Figura 23: Agrenado fino y agragado gueso.....	88
Figura 24: Yaguacua - Yacuiba.....	88
Figura 25: Agregado fino.....	89
Figura 26: Agregado grueso.....	89
Figura 27: Agregado grueso limpio.....	90
Figura 28: Agregado grueso limpio.....	90
Figura 29: Peso de los agregados en balanza.....	91
Figura 30: Mezcladora capacidad $\frac{1}{4}$ m <sup>3</sup> .....	91

Figura 31: Valdes .....	92
Figura 32: Vibradora .....	92
Figura 33: Maderas .....	92
Figura34: Encofrado .....	93
Figura 35: Dimensiones del encofrado .....	94
Figura 36: Asegurando el encofrado .....	94
Figura 37: Encofrado .....	94
Figura 38: Material antiadherente.....	95
Figura 39: Colocando el material antiadherente (bolsa de cemento).....	95
Figura 40: Agregado grueso en valde .....	96
Figura 41: Agregado fino en valde .....	96
Figura 42: Mezcladora activada.....	97
Figura 43: Vaciado del agregado grueso a la mezcladora.....	97
Figura 44: Agregados y agua en la mezcladora .....	98
Figura 45: Proceso de mezclado .....	98
Figura 46: Mezcla completa de los materiales del hormigón.....	99
Figura 47: Vaciando hormigón al encofrado.....	99
Figura 48: Hormigón en el encofrado .....	100
Figura 49: Llenando encofrado con hormigón .....	100
Figura 50: Encofrado lleno con hormigón .....	101
Figura 51: Vibrado del hormigón .....	101
Figura 52: Vibrado del hormigón por el área .....	102
Figura 53: Acabado superficial .....	102

Figura 54: Vaciado de la losa 2.....	103
Figura 55: Llenando del encofrado para losa 2 .....	103
Figura 56: Hormigón en encofrado para losa 2 .....	104
Figura 57: Hormigón en encofrado para la tercera losa .....	104
Figura 58: Vibrado de la tercera losa .....	105
Figura 59: Levantado de la losas en apoyos .....	106
Figura 60: Lectura de temperatura en la esquina de la losa.....	106
Figura 61: Lectura de temperatura en el borde de la losa .....	107
Figura 62: Lectura de temperatura en el borde de la cara inferior de la losa.....	107
Figura 63: Lectura de temperatura en la esquina de la losa 2.....	108
Figura 64: Lectura de temperatura en la esquina de la losa en la cara inferior .....	108
Figura 65: Lectura de temperatura en el borde de la cara superior de la losa 2.....	108
Figura 66: Lectura de longitud de losa .....	109
Figura 67: Lectura de longitud de losa 2.....	109
Figura 68: Carbón para llegar a la mayor temperatura posible .....	110
Figura 69: Carbón sobre losa .....	110
Figura 70: Medición en la losa luego de adquirida la mayor temperatura .....	111
Figura 71: Medición en el inferior de la losa a mayor temperatura .....	112
Figura 72: Medición contracción luego de adquirida la mayor temperatura .....	112
Figura 73: Medición del alabeo de la losa a temperatura extrema .....	112
Figura 74: Losa sometida al frio .....	113
Figura 75: Llegando a la menor temperatura .....	114
Figura 76: Medición del alabeo .....	115

Figura 77: Medición del alabeo en la esquina 2.....	115
Figura 78: Medición de la contracción.....	119
Figura 79: Medición de la dilatación.....	119

### **Índice de graficas**

Grafica 1: Comportamiento de la temperatura ambiente.....	136
Grafica 2: Comportamiento de temperaturas en la losa 1.....	137
Grafica 3: Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en el centro de la Losa 1.....	141
Grafica 4: Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en el borde de la losa 1.....	143
Grafica 5: Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en la esquina de la losa 1.....	144
Grafica 6: Evolución de la longitud de la losa de acuerdo con el gradiente.....	147
Grafica 7: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 1 a 2 en edad.....	149
Grafica 8: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 3 a 7 en edad.....	150
Grafica 9: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 8 a 14 en edad.....	151
Grafica 10: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 15 a 27 en edad.....	153
Grafica 11: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 28 a 30 en edad.....	154
Grafica 12: Comportamiento de la dilatación ante la temperatura.....	155

Grafica 13: Comportamiento de la dilatación de la losa 1 de acuerdo a la edad...	157
Grafica 14: Comportamiento de la contracción ante la temperatura.....	159
Grafica 15: Comportamiento de la dilatación de la losa 1 de acuerdo a la edad.....	161
Grafica 16 :Alabeo de la esquina 1 de la losa 1.....	163
Grafica 17 :Alabeo de la esquina 2 de la losa 1.....	164
Grafica 18: Alabeo de la esquina 3 de la losa 1.....	164
Grafica 19: Alabeo de la esquina 4 de la losa 1.....	165
Grafica 20 : Comportamiento de la temperatura ambiente.....	167
Grafica 21: Diferencia de comportamiento de temperaturas en la losa 2.....	168
Grafica 22 : Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en el centro de la losa 2.....	172
Grafica 23 : Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en el borde de la losa 2.....	173
Grafica 24: Diferencia de temperatura entre la cara superior e inferior en la esquina de la losa 2.....	174
Grafica 25 :Evolución de la longitud de la losa 2 .....	177
Grafica 26 : Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al $\Delta$ de temperaturas; día de 1 a 2 en edad de la losa 2. ....	179
Grafica 27 : Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al $\Delta$ de temperaturas; día de 3 a 7 en edad de la losa 2.....	180
Grafica 28: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas; día de 8 a 14 en edad para losa 2.....	181
Grafica 29: Diferencial de longitud contracción u dilataciones acuerdo al delta de temperaturas; día de 15 a 27 para losa 2. ....	183

Grafica 30: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas de losa 2; edad 28 a 30 días.....	184
Grafica 31: Comportamiento de la dilatación ante la temperatura para losa 2.....	186
Grafica 32: Comportamiento de la dilatación de la losa 1 de acuerdo a la edad. ....	187
Grafica 33: Comportamiento de la contracción de la losa 2 ante la temperatura.....	189
Grafica 34: Comportamiento de la contracción de la losa 2 de acuerdo a la edad....	191
Grafica 35 : Alabeo de la losa 2 en la esquina 1.....	193
Grafica 36: Alabeo de la losa 2 en la esquina 2.....	194
Grafica 37: Alabeo de la losa 2 en la esquina 3.....	195
Grafica 38: Alabeo de la losa 2 en la esquina 4.....	195.
Grafica 39: Comportamiento de la temperatura a la que está sometida la losa 3.....	197
Grafica 40: Diferencia de comportamiento de temperaturas en la losa 3.....	198
Grafica 41: Gradiente térmico entre la cara superior e inferior de la losa 3 en el centro. ....	202
Grafica 42: Gradiente térmico entre la cara superior e inferior losa 3 en el borde. ..	204
Grafica 43: Gradiente térmico entre la cara superior e inferior de la losa 3 en la esquina.....	205
Grafica 44: Evolución de la longitud losa 3 de acuerdo con el gradiente térmico... ..	208
Grafica 45: Diferencial de longitud contracción u dilatación acuerdo al $\Delta$ de temperaturas; de 1-2 días de edad, losa. ....	210
Grafica 46: Diferencial de longitud contracción u dilatación acuerdo al $\Delta$ de temperaturas; de 3-7 días de edad, losa.....	211
Grafica 47: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al gradiente térmico; día de 7 a 14 en edad para losa 3.....	212



Grafica 48: Diferencial de longitud contracción u dilatación para un delta de temperaturas; día de 15 a 27 para losa 3.....	214
Grafica 49: Diferencial de longitud contracción u dilatación de acuerdo al delta de temperaturas de losa 3; edad 28 a 30 días. ....	215
Grafica 50: Comportamiento de la dilatación ante la temperatura para losa 3.....	217
Grafica 51: Comportamiento de la dilatación de la losa 3 de acuerdo a la edad.....	219
Grafica 52: Comportamiento de la contracción de la losa 3 ante la temperatura.....	221
Grafica 53: Comportamiento de la contracción de la losa 3 de acuerdo a la edad...	223
Grafica 54: Alabeo de la losa 3 en la esquina 1.....	225
Grafica 55: Alabeo de la losa 3 en la esquina 2.....	225
Grafica 56: Alabeo de la losa 3 en la esquina 3.....	226
Grafica 57: Alabeo de la losa 3 en la esquina 4.....	226
Grafica 58: Movimiento de la longitud de la losa de acuerdo con el gradiente a medida que pasa el tiempo.....	230
Grafica 59: Dilatación de las losas de prueba conforme a la temperatura.....	231
Grafica 58: Dilatación de las losas de prueba conforme a la temperatura.....	233
Grafica 59: Variación de longitud en las losas conforme al gradiente térmico a la edad de 1 a 2 días.....	234
Grafica 60: Variación de longitud en las losas conforme al gradiente térmico a la edad de 3 a 7 días.....	232
Grafica 61: Variación de longitud en las losas conforme al gradiente térmico a la edad de 8 a 14 días.....	233
Grafica 62: Variación de longitud en las losas conforme al gradiente térmico a la edad de 15 a 27 días.....	234

Grafica 63: Variación de longitud en las losas conforme al gradiente térmico a la edad de 28 a 30 días.....	234
Grafica 64: Dilatación de las losas según edad.....	235
Grafica 65: Contracción de las losas según edad.....	235
Grafica 66: Alabeo en la esquina 1 de la tres losas.....	236
Grafica 67: Alabeo en la esquina 2 de la tres losas.....	236
Grafica 68: Alabeo en la esquina 3 de la tres losas.....	238
Grafica 69: Alabeo en la esquina 4 de la tres losas.....	238

### **Índice de tablas**

Tabla 1: Efecto del tipo de agregado sobre el coeficiente de expansión térmica.....	34
Tabla 2: Especificaciones del cemento.....	52
Tabla 3: Sustancias perjudiciales para el árido fino.....	54
Tabla 4: Rangos de granulometría del agregado fino.....	55
Tabla 5: Porcentaje de material que pasa por el tamiz #200 según los límites de consistencia.....	56
Tabla 6: Sustancias perjudiciales para el árido grueso. ....	58
Tabla 7: Granulometría de los áridos gruesos.....	59
Tabla 8: Valores máximos de impureza en agua.....	60
Tabla 9: Relaciones agua / cemento netas para varios tipos de construcción y condiciones de clima.....	64
Tabla 10: Relaciones agua cemento para diferentes resistencias.....	65
Tabla 11: Asentamientos recomendables para varios tipos de construcción.....	65

Tabla 12: Tamaño máximo de agregados recomendados para diversos tipos de construcción.....	65
Tabla 13: Contenido de agua y arena por metro cubico de hormigón.....	65
Tabla 14: Correcciones para otras condiciones.....	66
Tabla 15: Proceso para la definición de la dosificación de un hormigón.....	66
Tabla 16: Ensayo de granulometría arena para hormigones.....	81
Tabla 17: Ensayo de granulometría grava para hormigones.....	82
Tabla 18: Ensayo de peso específico y absorción de la arena, método del picnómetro.....	83
Tabla 19: Ensayo de peso específico y absorción de la arena, método del cesto.....	84
Tabla 20: Ensayo de finura del cemento.....	85
Tabla 21: Ensayo del peso específico del cemento.....	86
Tabla 22: Dosificación.....	87
Tabla 23: Ensayo de resistencia a compresión.....	89
Tabla 24: Ensayo de resistencia a tracción.....	90
Tabla 25: Alabeo en losa 1.....	119
Tabla 26: Alabeo en losa 2.....	120
Tabla 27: Alabeo en losa 3.....	121
Tabla 28: Medición de contracción y dilatación en la losa 1.....	123
Tabla 29: Medición de contracción y dilatación en la losa 2.....	125
Tabla 30: Medición de contracción y dilatación en la losa 3.....	128
Tabla 31: Medición de las temperaturas en la losa 1.....	130
Tabla 32: Medición de las temperaturas en la losa 2.....	133
Tabla 33: Medición de las temperaturas en la losa 3.....	135

Tabla 34: Medición de las temperaturas en la losa 1 y la contracción, dilatación y alabeo en temperaturas extremas.....	138
Tabla 35: Medición de las temperaturas en la losa 2 y la contracción, dilatación y alabeo en temperaturas extremas.....	138
Tabla 36: Medición de las temperaturas en la losa 3 y la contracción, dilatación y alabeo en temperaturas extremas.....	139
Tabla 37: Temperaturas de la losa1 en el centro, borde y esquina.....	140
Tabla 38:Diferencial de temperatura entre el superior e inferior de la losa.....	144
Tabla 39:Medición de la dilatación u contracción debido a la temperatura.....	150
Tabla 40: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura.....	154
Tabla 41: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 8 - 14 días.....	156
Tabla 42 : Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 15 – 27 días. ....	157
Tabla 43: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 28 - 30 días.....	159
Tabla 44: Deltas de longitud según temperatura.....	160
Tabla 45: Longitud según edad de la losa 1.....	162
Tabla 46: Deltas de longitud según temperatura para contracción losa 1.....	163
Tabla 47: Longitud según edad de la losa 1.....	165
Tabla 48: Alabeo de la losa 1. ....	167
Tabla 49: Temperaturas de la losa 2 en el centro, borde y esquina, .....	171
Tabla 50: Diferencial de temperatura entre el superior e inferior de la losa 2.....	174
Tabla 51: Medicion de la dilatación y contracción por temperatura en la losa 2. ...	180

Tabla 52: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura .....	180
Tabla 53: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 8 - 14 días para losa 2.....	185
Tabla 54: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 15 - 27 días para losa2.....	187
Tabla 55: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura para losa 2. Edad 28 - 30 días.....	188
Tabla 56: Deltas de longitud según temperatura para losa 2.....	189
Tabla 57: Longitud según edad de la losa 2.....	191
Tabla 58: Deltas de longitud según temperatura para contracción losa 1.....	192
Tabla 59: Longitud según edad de la losa 2.....	194
Tabla 60: Alabeo de la losa 2.....	196
Tabla 61: Temperaturas de la losa 3 en el centro, borde y esquina, hasta 4 días de edad.....	199
Tabla 62: Gradiente térmico entre las caras de la losa 3.....	203
Tabla 63: Medición de la dilatación y contracción a la temperatura en la losa 3.. ...	208
Tabla 64: Gradientes de temperatura producen deltas de longitud en la losa 3.....	212
Tabla 65: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 8 - 14 días para losa 3.....	213
Tabla 66: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura. Edad 15 - 27 días para losa 3.....	214
Tabla 67: Diferenciales de longitud correspondiente a un delta de temperatura para losa 3. Edad 28 - 30 días.....	216
Tabla 68: Deltas de longitud según temperatura para losa 3.....	217
Tabla 69: Dilatación de la losa 3.....	219

Tabla 70: Deltas de longitud según temperatura para contracción losa 3.....	221
Tabla 71: Longitud según edad de la losa 3.....	223
Tabla 72: Alabeo de la losa 3.....	225
Tabla 73: Temperaturas máximas y mínimas, gradiente térmico máximo ocurrido durante los 4 días de edad de las losas.....	229
Tabla 74: Gradiente térmicos en las losas.....	230
Tabla 75: Máximas y mínimas variaciones de longitud.....	238
Tabla 76: Alabeo máximo y mínimo presentado en las losas.....	238
Tabla 77: Ultima contracción y dilatación presentada en el periodo de medición. ..	241
Tabla 78: Contracción y dilatación, alabeo presentados ante gradientes máximos...	242

### **Índice Anexos**

Anexo 1: Temperaturas en la losa 1	
Anexo 2: Temperaturas en la losa 2	
Anexo 3: Temperaturas en la losa 3	
Anexo 4: Mediciones de contracción dilatación y alabeo a temperaturas extremas.	
Anexo 5: Carta laboratorio	
Anexo 6: Certificado de agregado grueso y fin	

