

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**"ALTERNATIVAS DE CURADO EN LOSAS DE PAVIMENTOS
RIGIDOS CONSTRUIDOS EN LUGARES CON CLIMAS DE
ELEVADAS GRADIENTES TERMICAS"**

Por:

GUTIERREZ RUIZ MARTINA

Julio de 2013

TARIJA- BOLIVIA

V°B°

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina
DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

.....
Lic. Gustavo Succi
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL

.....
Ing. Oscar Chávez

.....
Ing. Jhonny Orgaz

.....
Ing. Weimar Mejía

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

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico:

A mi Madre porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mi familia que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A todos en general por darme el tiempo para realizarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. A mi Madre Alejandra Ruiz por impulsarme día a día a salir adelante y cumplir mis objetivos. A mis abuelos Olga y Ramiro por apoyarme en todo momento. A todos mis Docentes quienes me han enseñado a ser mejor en la vida y a realizarme profesionalmente.

Un agradecimiento especial a mi Guía y Tribunales por hacer posible esta tesis. En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que desde los más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo cariño y amistad.

PENSAMIENTO

Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa

Mahatma Gandhi

INDICE

Página

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

1.1.	Generalidades.....	1
1.2.	Justificación.....	3
1.3.	Problema.....	4
1.4.	Objetivos	
1.4.1.	General.....	5
1.4.2.	Específicos.....	5
1.5.	Alcance.....	6
1.6.	Medios y metodología.....	8
1.6.1.	Medios.....	8
1.6.2.	Metodología.....	9

CAPITULO II

2.	Aspectos generales del pavimento rígido.....	12
2.1.	Definición.....	12
2.2.	Tipos de pavimentos rígidos.....	14
2.3.	Características y propiedades en los pavimentos rígidos.....	17
2.4.	Materiales componentes del pavimento rígido.....	19
2.5.	Ejecución en pavimentos rígidos.....	24
2.5.1.	Etapas de la construcción de un pavimento de hormigón.....	24
2.6.	Control de calidad en pavimentos rígidos.....	37
2.6.1.	Normas técnicas en proyectos de pavimentos rígidos.....	37
2.6.2.	Sistema de aseguramiento y control de calidad en proyectos de pavimentos rígidos.....	39

2.6.3. Calidad del concreto.....	41
2.6.4. Condiciones para aceptar la obra.....	42

CAPITULO III

3. Efectos de la temperatura en la resistencia del hormigón.....	47
3.1. Efectos de la temperatura en clima caliente.....	47
3.2. Efectos de la temperatura en climas fríos.....	47
3.3. Temperatura del concreto.....	48
3.3.1. Requerimiento del agua.....	48
3.3.2. Efecto del cemento.....	49
3.4. Producción y entrega.....	49
3.4.1. Dosificación y mezclado.....	49
3.5. Colocación y acabado.....	51
3.5.1. Preparativos para el colocado.....	51
3.5.2. Colocación y acabado.....	51

CAPITULO IV

4. Curado del pavimento rígido.....	53
4.1. Introducción.....	53
4.2. Tipos de curado.....	55
4.2.1. Curado convencional.....	55
4.2.2. Curado con agentes químicos.....	57
4.2.3. Otros tipos de curado.....	60
4.3. Proceso de curado de pavimentos rígidos.....	63
4.3.1. Curado inicial.....	64
4.3.2. Curado final.....	65
4.4. Técnicas del curado en pavimentos rígidos.....	67
4.5. Alternativas de curado en climas cálidos.....	76

4.6.	Influencia del curado en propiedades del hormigón.....	78
4.7.	Control de calidad en el curado de pavimentos rígidos.....	79
4.8.	Valoración del pavimento con referencia al curado.....	82
4.9.	Ventajas y límites de productos de curado.....	83

CAPITULO V

5. Aplicación practica

5.1.	Definición de la investigación.....	84
5.2.	Hipótesis de la investigación.....	84
5.3.	Caracterización de materiales.....	84
	5.3.1. Agregados.....	84
	5.3.2. Cemento.....	93
5.4.	Dosificación de hormigón.....	94
5.5.	Vaciado de hormigón en losas de prueba.....	95
5.6.	Investigación del curado.....	97
	5.6.1. Por variabilidad de tipo de curado.....	97
5.7.	Por variabilidad de gradiente térmica.....	98
5.8.	Resultados	100
5.9.	Análisis de resultados.....	103

CAPITULO VI

6.1.	Conclusiones.....	117
6.2.	Recomendaciones.....	119

INDICE DE GRAFICAS

Pagina

CAPITULO II ASPECTOS GENERALES DEL PAVIMENTO RIGIDO

Figura 1.1.1 capas que componen el pavimento rígido.....	12
Figura 1.2.1. pavimento rígido de concreto hidráulico.....	15
Figura 1.2.2. pavimento rígido de concreto reforzado.....	16
Figura 1.2.3. Pavimento rígido compactado con rodillo.....	17
Figura 1.4.1. Materiales componentes del hormigón.....	19
Figura 2.5.1 proceso de ejecución de un pavimento rígido.....	24
Figura 2.5.2. Dosificación del hormigón.....	27
Figura 2.5.3. Transporte del hormigón.....	28
Fig 2.5.3.1. Colocacion del hormigon.....	29
Fig. 2.5.3.1. Colocacion del hormigon.....	29
Figura 2.5.4. Acabado del pavimento rígido.....	30
Figura 2.5.5. Juntas transversales de contracción.....	35
Figura 2.5.6. Junta transversal de expansión.....	36
Figura 2.5.7. Junta longitudinal de construcción.....	36
Figura 2.6.4. Especímenes de prueba en el campo.....	42

CAPITULO IV CURADO DEL PAVIMENTO RIGIDO

Figura 4.2.1. Curado convencional.....	55
Figura 4.2.2. Curado con agentes químicos.....	57
Figura 4.2.3.1. Curado con laminas impermeables.....	60
Figura 4.2.3.2. Curado acelerado con vapor.....	61
Figura 4.2.3.3. Curado con películas de plástico.....	62

Figura 4.4.1. Técnica de curado con agua.....70

Figura 4.4.2. Protección del pavimento en el proceso de curado en climas fríos.....74

Figura 4.4.2.1. Calentadores de flama.....74

CAPITULO IV APLICACIÓN PRÁCTICA

Figura 5.3.1.1. Granulometría a-grueso.....84

Figura 5.3.1.2. Granulometría a-fino.....84

Figura 5.3.2.1. Peso específico del a-grueso.....87

Figura 5.3.2.2. Peso específico a-fino.....87

Figura 5.3.3.2. Peso unitario del a-fino.....89

Figura 5.3.3.1. Peso unitario a-grueso.....89

Figura 5.3.4. Máquina de desgaste de los ángeles (laboratorio del sedeca).....92

Figura 5.3.5. Tamices n 40 – n 200 utilizados en el ensayo finura del cemento.....93

CAPITULO V RESULTADOS

Figura 5.5.1 probetas de prueba vaciadas, compactadas y acabadas.....95

Figura 5.6.1.1 curado con mantas.....97

Figura 5.6.1.2. Curado con arena.....97

Figura 5.6.1.3 Curado con Antiso S.....98

Figura 5.6.1.4 Curado con agua.....98

Figura 5.6.2.2. Horno alcanzando los 40°c.....98

Figura 5.6.2.2 Temperatura de horno.....98

Figura 5.6.2.3 Curado en el freezer.....99

Figura 5.6.2.4 Temperatura mínima -2°c.....99

Figura 5.6.2.5. Curado en condiciones normales.....99

INDICE DE TABLAS Y CURVAS

Pagina

CAPITULO II ASPECTOS GENERALES DEL PAVIMENTO RIGIDO

Tabla 1.4.1. Especificaciones de la granulometría de agregado grueso AASHTO T-27 y T-11.....	20
--	----

Tabla 1.4.2 especificaciones de la granulometría de agregado fino AASHTO T-11 y T-27.....	22
---	----

Tabla 1.4.3. Requisitos químicos para el agua de amasado del concreto hidráulico.....	23
---	----

Tabla 2.6.1. Resumen de control de calidad del pavimento en el campo.....	33
---	----

CAPITULO V APLICACIÓN PRÁCTICA

Tabla 5.3.1. Porcentajes de distribucion de granulometria del agregado fino.....	85
--	----

Curva 5.3.1. Granulometrica del agregado fino.....	85
--	----

Tabla 5.3.2. Porcentajes de distribucion de granulometria del agregado fino.....	86
--	----

Curva 5.3.2. Granulometrica del agregado grueso.....	86
--	----

Tabla 5.3.2.1. Resultados obtenidos de peso específico del agregado grueso.....	88
---	----

Tabla 5.3.2.2. Resultados obtenidos de peso específico del agregado fino.....	89
---	----

Tabla 5.3.3.1. Peso unitario agregado grueso.....	90
---	----

Tabla 5.3.3.1. Peso unitario agregado fino.....	90
---	----

Tabla 5.3.4.1. Especificaciones de la granulometría de la muestra (ensayo: desgaste de los ángeles).....	91
--	----

Tabla 5.3.4.2. Numero de esferas utilizadas en ensayo: desgaste de los ángeles.....	92
---	----

Tabla 5.4.1 características de agregados y de diseño para la dosificación.....	94
--	----

Tabla 5.4.2. Resultados en peso por metro cubico de la dosificación.....	95
Tabla 5.4.3. Resultados en proporciones de la dosificación.....	95
Tabla 5.5.1. Resultado de probetas dosificadas para comprobar la resistencia característica del hormigón (250kg/cm²).....	96
Tabla 5.7.1 resultados de la resistencia a compresión de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a elevadas temperaturas.....	100
Tabla 5.7.2. Resultados de la resistencia a compresión de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a condiciones normales.....	101
Tabla 5.7.3. Resultados de la resistencia a compresión de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a bajas temperaturas.....	102
Tabla 5.8.1.resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a altas temperaturas.....	103
Curvas 5.8.1.resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a altas temperaturas.....	103
Tabla 5.8.2. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a condiciones normales.....	104
Curvas 5.8.2. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a condiciones normales.....	104
Tabla 5.8.3. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a bajas temperaturas.....	105
Curvas 5.8.3. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas con diferentes tipos de curado y sometidas a bajas temperaturas.....	105
Tabla 5.8.4. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con agua a diferentes temperaturas.....	106
Curvas 5.8.4. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con agua a diferentes temperaturas.....	106
Tabla 5.8.5. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con arena a diferentes temperaturas.....	107
Curvas 5.8.5. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con arena a diferentes temperaturas.....	107
Tabla 5.8.6. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con Antisol S a diferentes temperaturas.....	108

Curva 5.8.6. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con Antisol S a diferentes temperaturas.....	108
Tabla 5.8.7. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con mantas a diferentes temperaturas.....	109
Curvas 5.8.7. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas curadas con mantas a diferentes temperaturas.....	109
Tabla 5.8.8. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas sin curar a diferentes temperaturas.....	110
Curvas 5.8.8. Resistencia a compresión a los 7 y 28 días de probetas sin curar a diferentes temperaturas.....	110
Tabla 5.8.9. Temperatura vs. Resistencia curado con Antisol S.....	111
Tabla 5.8.10. Temperatura vs. Resistencia curado con mantas.....	111
Tabla 5.8.11. Temperatura vs. Resistencia curado con arena.....	111
Tabla 5.8.12. Temperatura vs. Resistencia sin curar.....	111
Tabla 5.8.11. Temperatura vs. Resistencia curado con agua.....	112
Curva 5.8.10. Temperatura vs. Resistencia curado con Antisol S (determinación de ecuación).....	112
Curva 5.8.10. Temperatura vs. Resistencia curado con arena (determinación de ecuación).....	113
Curva 5.8.11. Temperatura vs. Resistencia curado con agua (determinación de ecuación).....	113
Curva 5.8.12. Temperatura vs. Resistencia curado con mantas (determinación de ecuación).....	114
Curva 5.8.13. Temperatura vs. Resistencia sin curar (determinación de ecuación).....	114
Curva 5.8.14. Temperatura vs. Resistencia comparando todos los tipos de curados utilizados en la investigación.....	115