

**“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA  
CONTRACCIÓN DEL HORMIGÓN CON ADICIÓN  
DE ADITIVO”**

**Por:**

**CARLOS ALEJANDRO JARAMILLO RENDÓN**

**Diciembre de 2010**

**TARIJA – BOLIVIA**

**DEDICATORIA:**

**El presente trabajo está dedicado a mi querida madre**  
***Betty Alicia. Rendón Sandoval* y mi padre Q.E.P.D.**  
***Oriel Jaramillo Fernández*, por el apoyo incondicional**  
**y la tolerancia que tuvieron en todo momento, hasta la**  
**culminación de mis Estudios.**

## ÍNDICE

### Página

#### Capítulo 1 Introducción.

1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Descripción del problema.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación .....	5
1.6. Alcance .....	6

### Página

#### Capítulo 2 Marco teórico.

2.1. Fundamento teórico .....	7
2.1.1. Definición del hormigón.....	7
2.1.1.1. Materiales componentes del hormigón.....	8
2.1.1.1.1. Cemento.....	8
2.1.1.1.1.1. Fabricación del cemento.....	12
2.1.1.1.1.2. Materias primas .....	12
La cal .....	13

Tipos de Cal hoy disponibles .....	13
La sílice .....	15
Alúmina .....	16
Óxido Férrico.....	16
2.1.1.1.2. Agregados.....	16
2.1.1.1.2.1. Agregado grueso.....	17
2.1.1.1.2.2. Agregado fino.....	18
2.1.1.1.2.3. Propiedades de los agregados .....	20
Resistencia.....	20
Densidad .....	20
Peso específico .....	20
Dureza.....	21
Granulometría.....	21
Propiedades térmicas .....	21
2.1.1.1.3. Agua .....	21
2.1.2. Aditivo.....	23
2.1.2.1. Definición .....	23
2.1.2.2. Razones de empleo .....	24
2.1.2.3. Clasificación de los aditivos .....	25
2.1.3. Clasificación del hormigón.....	28
2.1.3.1. Por su consistencia.....	28
2.1.3.2. Por su resistencia .....	28
2.1.3.3. Por su peso unitario .....	29

2.1.4. Propiedades del hormigón .....	30
2.1.4.1. Propiedades de un hormigón fresco.....	30
Consistencia.....	30
Docilidad .....	31
Homogeneidad.....	32
Peso específico .....	32
2.1.4.2. Propiedades de un hormigón endurecido.....	32
Densidad .....	33
Compacidad .....	33
Permeabilidad .....	34
Resistencia al desgaste .....	35
2.1.5. Contracción.....	36
2.1.5.1. Definición .....	36
2.1.5.2. Mecanismo de la contracción por secado .....	36
2.1.5.3. Tipos de contracción.....	38
2.1.5.3.1. Contracción Plástica .....	38
2.1.5.3.2. Contracción Por Secado.....	38
2.1.5.3.3. Contracción Autógena .....	38
2.1.5.3.4. La Contracción Térmica .....	38
2.1.5.3.5. Contracción Por Carbonatación.....	39
2.1.5.4. Factores que afectan la contracción por secado.....	39
2.1.5.4.1. Factores externos .....	39
2.1.5.4.1.1. Condiciones ambientales .....	39

2.1.5.4.1.2. Geometría de los elemento .....	40
2.1.5.4.2. Factores internos.....	41
2.1.5.4.2.1. Cementos .....	41
2.1.5.4.2.2. Agregados.....	41
2.1.5.4.2.3. Aditivos .....	43
2.1.5.4.2.4. Contenido de agua .....	44
2.1.5.4.2.5. Prácticas de construcción.....	46
2.1.5.5. El triángulo eterno .....	46
2.1.5.6. Generación de calor .....	47
2.1.5.7. Contracción versus resistencia del hormigón.....	48
2.2 Aspectos metodológicos .....	49
2.2.1. Metodología de la investigación.....	49
2.2.2. Variables.....	49
2.2.3. Hipótesis .....	50
2.2.4. Muestras y equipos .....	50
2.2.5. Número de muestras .....	52
2.2.6. Método de dosificación de hormigones.....	59
2.2.6.1. Método de la American Concrete Institute ACI .121.1 .....	60
2.2.6.2 Método O´ Reilly .....	60
2.2.6.3. Método de Faury.....	60
2.2.6.4. Dosificación para el ensayo experimental.....	63
2.2.7. Fases de la investigación .....	63
2.2.7.1. Fase I recolección de los materiales .....	63

2.2.7.2. Fase II ensayos de materiales en laboratorio .....	63
2.2.7.3. Fase III elaboración de la mezcla, curado de los hormigones y ensayo de los hormones .....	63
2.2.7.4. Fase IV análisis de los resultados .....	64

## **Página**

### **Capítulo 3. Desarrollo de la investigación.**

3.1. Fase I recolección de los materiales .....	65
3.2. Fase II ensayos de materiales en laboratorio .....	66
3.2.1. Ensayos de laboratorio de cemento .....	66
3.2.2. Características del agregado fino .....	67
Peso específico y absorción del agregado fino .....	67
Análisis granulométrico del agregado fino.....	68
Determinación del peso unitario compactado del agregado fino .....	69
3.2.3. Características del agregado grueso .....	70
Peso específico y absorción del agregado grueso.....	70
Análisis granulométrico del agregado grueso .....	71
Determinación del peso unitario compactado del agregado grueso .....	72
3.3. Fase III elaboración de la mezcla, curado de los hormigones y ensayo de los hormigones .....	72
3.3.1 Elaboración de los de hormigones.....	72
3.3.1.1. Elaboración de los hormigones cilíndricos.....	72
3.3.1.2. Aparatos y equipos necesarios.....	73

3.3.1.3. Curado de las probetas cilíndricas de hormigón.....	76
3.3.1.4. Ensayo mecánico de resistencia del hormigón.....	77
3.3.1.5. Elaboración de los anillos de contracción restringida .....	78
3.3.1.6. Curado de los anillos de contracción restringida.....	79
3.3.1.7. Ensayo de la tendencia al agrietamiento en el hormigón .....	80
3.4. Fase IV análisis de los resultados .....	81
3.4.1. Análisis de los resultados de laboratorio .....	81
3.4.2. Resultados del análisis.....	83
3.4.2.1. Resultado del análisis al ensayo mecánico de resistencia a la compresión .....	83
3.4.2.2. Resultado del análisis al ensayo de anillos de contracción restringida .....	94
3.4.3. Campo de aplicación .....	100
3.4.4. Determinación de costos.....	101

**Página**

**Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones.**

4.1. Conclusiones.....	103
4.2. Recomendaciones .....	105
Bibliografía.....	106

**ANEXOS**