



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de arcilla  
revestidos con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno

**Autores:**

Ana G. Cortell A.  
Alan F. Ramírez C

Bárbula, Abril de 2016.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de arcilla  
revestidos con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de  
Carabobo para optar al título de Ingeniero Civil.

**Autores:**

Ana G. Cortell A.  
Alan F. Ramírez C

**Tutor:**

Edson Martínez

Bárbula, Abril de 2016.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: “Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de arcilla revestidos con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno”; realizado por los bachilleres: Ana Cortell y Alan Ramírez, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Presidente del Jurado  
Edson Martínez.

---

Miembro del Jurado

---

Miembro del Jurado

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen por permitirme llegar hasta donde estoy, por brindarme vida y salud para cumplir mi meta.

A mi Mama Yesenia Acosta, mi mejor amiga, modelo a seguir y mi mujer maravilla, quien día a día no dejó de estar para mí con su esfuerzo, lucha y dedicación para poder brindarme lo necesario y ser la persona que soy y en lo que me he convertido.

A mis padres Gabriel Cortell, Ángel Castro y Jesús Echenique, quienes con su aprendizaje me enseñaron a seguir siempre en pie de lucha y a pesar de la distancia nunca me hizo falta su cariño y atención.

A mi hermana, con su ánimo, apoyo y regaños nunca dejó de estar en los momentos difíciles y siempre estuvo para escucharme. Ella, junto con mi madre fueron mis pilares fundamentales y mi apoyo incondicional para llegar tan lejos donde estoy.

A mi familia, mis abuelos, las personas que con su amor me animaban en cada llamada para continuar y nunca dejaron de creer en mí. A mis tíos, padrinos, primos, compadres, quienes no dejaron de estar atentos a mí para ayudarme en lo que necesitaba.

A todas las personas que sin ser necesario poseer un lazo sanguíneo, son mi familia y estuvieron siempre atentos. A mi amiga Mayleim, quien con su amistad y cariño ha estado en mi vida para apoyarme, escucharme, reírnos y llorar, nunca me faltó su apoyo. Y a aquellas que estuvieron a lo largo de mis estudios y dejaron grandes vivencias.

Ana G. Cortell A.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para convertir en realidad este logro y todos mis sueños y metas propuestas.

Agradecemos a todos los profesores que a lo largo de la carrera compartieron con nosotros sus conocimientos y experiencias, para desarrollar mi talento y darme cuenta de lo que era capaz de lograr, en especial al profesor: Edson Martínez por su tiempo y apoyo dedicado como tutor de tesis.

A el Sr. Elías y la Sra. Mariela, técnicos del laboratorio de Materiales y Ensayos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo por su colaboración y atención en todo momento mientras se realizaban los ensayos.

A nuestros padrinos de promoción, en especial al profesor Jose Olival, por su granito de arena para desarrollar la tesis, a amigos y compañeros de promoción, que nos acompañaron durante la carrera, y nos brindaron su apoyo.

A la ilustre Universidad de Carabobo por darnos la oportunidad de adquirir conocimientos durante todos estos años en nuestro desarrollo como profesionales.

A mis Padres, Familia y Amigos, por su amor, apoyo y cariño.

Ana G. Cortell A.

## DEDICATORIA

A Dios, por brindarme una buena salud, por permitirme lograr cada una de mis metas, por darme fortaleza para afrontar las adversidades a lo largo de mi vida.

A mis Padres Evelyn Carvajal y Frank Ramírez por darme la vida, por estar siempre presentes en cada momento apoyándome cada día de principio a fin, por confiar en mí, por inculcarme valores y darme sentido de pertenencia.

A mi hermana Angelyn Ramírez, por transmitir con su energía y radiante alegría un apoyo incondicional, y así poder darle un buen ejemplo a seguir en su futuro.

A mi novia Luisana Gutiérrez por darme aliento a cada instante para seguir adelante en la conquista de esta meta tan anhelada, le agradezco todo su cariño, amor, apoyo y ánimo brindado para poder alcanzar estos últimos peldaños de mi carrera.

A mis amigos más cercanos, compañeros de promoción, y demás familiares por su compañía y cariño brindado, por esos buenos momentos y experiencias vividas en los pasillos de la facultad.

A los profesores los cuales nos guiaron y forjaron para ser unos excelentes profesionales en esta hermosa carrera, que compartieron sus conocimientos y me guiaron para que haga las cosas bien durante estos largos años de estudio y dedicación.

Alan F. Ramírez C

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por brindarme salud y bienestar para hacer este sueño una realidad, a pesar de todas las circunstancias.

Agradezco a todos los profesores que me topé en el transcurso de mi carrera, compartiendo sus conocimientos y experiencias en cada una de las materias, aportando ese grano de arena para que pueda formarme como un profesional integral, es especial al profesor: Edson Martínez por su dedicación, por su tiempo, paciencia y su excelente apoyo como tutor de tesis.

Al Sr. Elías y la Sra. Mariela, técnicos del laboratorio de Materiales y Ensayos, por su valiosa cooperación en todo lo referente al trabajo realizado en el laboratorio y manejo de las máquinas.

Al profesor y padrino de nuestra promoción José Paulo Olival, por apoyarnos aportando su grano de arena en este logro, animándonos y alentándonos todos los días.

A nuestros amigos y compañeros de promoción, que nos acompañaron durante la carrera, y nos brindaron su cariño y apoyo incondicional.

A la ilustre Universidad de Carabobo por darnos la oportunidad de adquirir conocimientos durante todos estos años en nuestro desarrollo como profesionales.

A nuestros Padres, Familia y Amigos, por su amor, apoyo y cariño.

Alan F. Ramírez C

# INDICE

<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
Planteamiento del problema	3
Formulación del Problema	4
Objetivos de la Investigación	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	5
Justificación	5
Delimitaciones	6
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
Antecedentes de la investigación	8
Bases Teóricas	10
Mampostería	10
Mampostería Confinada	11
Bloques	12
Bloques de arcilla	12
Morteros	13
Tipos de Mortero	13

Mortero de Yeso	13
Mortero de Cal	14
Mortero de Cemento	14
Morteros con aditivos	15
Propiedades de los morteros	15
Tiempo de fraguado	15
Resistencia a la compresión de los morteros	15
Dosificación del mortero	17
Elementos constituyentes del mortero	17
Agregados	17
Agua para morteros	19
Cemento	19
Fibras de Polipropileno	20
Características de las Fibras de Polipropileno	21
Ventajas de las fibras de Polipropileno	21
Concreto Endurecido	21
Otros Beneficios	22
Fibra Labgloc-Fiber	22
Concreto reforzado con fibras de Polipropileno	22
<b>MARCO NORMATIVA LEGAL</b>	<b>24</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>25</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>25</b>
Tipo de Investigación	25
Diseño de la Investigación	26

Descripción de la Metodología	26
Muestra	28
Procedimiento Experimental	29
Preparación de la Mezcla	29
Mezclado y vaciado	29
Descripción del ensayo de probetas cúbicas	30
Descripción del ensayo de bloques	31
Procedimiento para aplicar el friso	32
Ensayo de compresión de los bloques de arcilla	35
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	36
Análisis de datos	37
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>38</b>
Propiedades mecánicas de los morteros	38
Dosificación de las mezclas	39
Cantidad de fibra de polipropileno Labgloc-Fiber	40
Resultados de los asentamientos	41
Ensayo de probetas cubicas de 50.8 mm	42
Mortero Tradicional	42
Ensayo de la resistencia a compresión de los bloques	47
Bloques sin friso	47
Bloques con friso	52
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>

**ANEXOS..... 76**

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Mampostería.</i>	11
<b>Figura 2.</b> <i>Bloques de Arcilla.</i>	12
<b>Figura 3.</b> <i>Mortero.</i>	13
<b>Figura 4.</b> <i>Cubos de mortero (antes y después de ensayar).</i>	16
<b>Figura 5.</b> <i>Tipos de agregados.</i>	18
<b>Figura 6.</b> <i>Cemento.</i>	20
<b>Figura 7.</b> <i>Fibras de Polipropileno.</i>	20
<b>Figura 8.</b> <i>Molde típico de probetas cúbicas (Sin vaciar).</i>	30
<b>Figura 9.</b> <i>Moldes de probetas cúbicas (Vaciadas).</i>	30
<b>Figura 10.</b> <i>Identificación de Bloques de Arcilla.</i>	31
<b>Figura 11.</b> <i>Distribución de bloques que conforman el muro.</i>	32
<b>Figura 12.</b> <i>Salpicado de bloques.</i>	32
<b>Figura 13.</b> <i>Elaboración de la mezcla de mortero.</i>	33
<b>Figura 14.</b> <i>Medición de Asentamiento.</i>	33
<b>Figura 15.</b> <i>Finalización del revestido de muros.</i>	34
<b>Figura 16.</b> <i>Separación de bloques.</i>	34
<b>Figura 17.</b> <i>Ejemplo de colocación de bloque en Máquina.</i>	35
<b>Figura 18.</b> <i>Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón.</i>	43
<b>Figura 19.</b> <i>Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra.</i>	44

- Figura 20.** Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra. 45
- Figura 21.** Análisis de la resistencia a la compresión promedio de cada tipo de mezcla de mortero. 46
- Figura 22.** Comparación de la dimensión Alto de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA. 50
- Figura 23.** Comparación de la dimensión Espesor de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA. 50
- Figura 24.** Comparación de la dimensión Largo de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA. 51
- Figura 25.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón. 57
- Figura 26.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra. 59
- Figura 27.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra. 61
- Figura 28.** Resistencia a la compresión promedio de los ensayos de bloques por cada tipo de mezcla. 62
- Figura 29.** Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón. 64
- Figura 30.** Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 50% de fibra de polipropileno recomendada. 66
- Figura 31.** Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 100% de fibra de polipropileno recomendada. 68

**Figura 32.** *Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a compresión promedio de los ensayos de bloques por cada tipo de mezcla.*

70

## INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** *Formato de planilla de recolección de datos.* 36
- Tabla 2.** *Resultados de dosificación para 3 probetas cubicas.* 39
- Tabla 3.** *Resultados de dosificación para frisar 20 bloques por ambas caras.* 40
- Tabla 4.** *Resultado de los asentamientos de cada mezcla.* 41
- Ensayo de probetas cubicas de 50.8 mm* 42
- Tabla 5.** *Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional.* 42
- Tabla 6.** *Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional reforzado con 50% de fibra.* 43
- Tabla 7.** *Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional reforzado con 100% de fibra.* 44
- Tabla 8.** *Resultados de la resistencia a compresión promedio de cada tipo de mezcla de mortero.* 45
- Tabla 9.** *Características físicas de todos los bloques antes de revestirlos.* 47
- Tabla 10.** *Características físicas de todos los bloques después de revestirlos.* 52
- Tabla 11.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón.* 56
- Tabla 12.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra.* 58

**Tabla 13.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra.* 60

**Tabla 14.** *Resultados de la desviación estándar* 63

**Tabla 15.** *Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.* 65

**Tabla 16.** *Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 50% de fibra recomendada, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.* 67

**Tabla 17.** *Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 100% de fibra recomendada, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.* 69



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de arcilla revestidos con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno

**Autores:** Ana G. Cortell A.  
Alan F. Ramírez C.  
**Tutor:** Edson Martínez  
**Fecha:** Abril 2016

## RESUMEN

Los avances en la industria petroquímica en Venezuela, contribuye con la utilización de diversos tipos de fibras sintéticas elaboradas a ser usadas en los materiales a construcción. Actualmente, la mampostería es el sistema mayormente utilizado para la elaboración informal de viviendas en zonas populares. Por ello, la presente investigación tiene por objetivo evaluar la resistencia a compresión de bloques de arcilla de 10 cm revestidos con mortero de cemento reforzado con fibra de polipropileno LABGLOC-FIBER realizando la comparación con bloques recubiertos con mortero de cemento tradicional. La misma es de carácter cuantitativo del tipo exploratorio y descriptivo, y en este caso el diseño utilizado es de campo; como técnicas se utilizó la observación directa e instrumentos una planilla de recolección de datos. Se elaboraron tres mezclas de mortero de cemento, una tradicional y las otras dos reforzadas con dos porcentajes de fibra recomendada, una con 50% y otra con 100%, para el revestimiento de los bloques. A los cuales, al pasar 28 días se les aplicó el ensayo de resistencia a compresión en el laboratorio de Materiales y Ensayos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Los datos obtenidos de los ensayos fueron analizados mediante tablas comparativas y demostraron que la fibra aporta una resistencia relevante mientras el porcentaje es mayor.

**Descriptor:** Revestimiento, bloques, fibra de polipropileno.

## INTRODUCCIÓN

En el mundo de la construcción se hace cada vez más evidente la utilización de técnicas y materiales innovadores de fácil aplicación y manejo, con los cuales se alcanzan mejores rendimientos en lo que respecta a las características de resistencia y rigidez y no solo es notable este hecho, sino que los costos no las hacen ser un impedimento para ser usadas con el fin de lograr el desarrollo de las obras y obtener construcciones seguras y de calidad.

En la actualidad, La empresa LGC, C.A (Laboratorio Global de Construcciones C.A) en Venezuela produce una fibra de polipropileno modificada denominada LABGLOC-FIBER, la cual está diseñada específicamente como refuerzo secundario del concreto que evita su agrietamiento y el de los morteros. Se conoce que la incorporación de fibras a las mezclas de morteros que pueden variar sus propiedades físicas y mecánicas.

En este trabajo de investigación se analiza el uso de fibras de polipropileno LABGLOC-FIBER en la mezcla de mortero de cemento tradicional usado en la elaboración del friso de muros de mampostería. Debido a que las mayorías de las construcciones los utilizan como el sistema resistente de cargas, lo que indica que el reforzamiento de estos es de mucha importancia y el revestimiento debe brindar mayor resistencia a los muros.

Por lo que esta investigación se basa en el análisis de la incidencia en la resistencia de bloques de arcilla revestidos con mortero de cemento reforzado con fibra de polipropileno, con el fin de evaluar su comportamiento y resistencia mediante ensayos de compresión realizados en el laboratorio

de Materiales y Ensayos de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo, y luego compararlos con el mortero de cemento tradicional.

La organización del trabajo se plantea de la siguiente forma. en el CAPÍTULO I, se muestra el planteamiento del problema, su objetivo general y los objetivos específicos para el desarrollo de esta investigación, así como la justificación y delimitaciones de la misma; en el CAPÍTULO II, se presenta el marco teórico, los antecedentes relacionados con esta investigación y las bases teóricas que detallan el uso y aplicación de morteros, tipos y el marco normativo legal; luego, en el CAPÍTULO III, se indica el tipo de investigación, descripción de la metodología y técnicas e instrumentos de recolección de datos; y de forma detallada en el CAPITULO IV se presenta el análisis y los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

Para finalizar se exponen las conclusiones y recomendaciones del análisis del comportamiento de la mezcla reforzada con fibra de polipropileno, donde se muestra si las mismas pueden ser utilizadas para el refuerzo del mortero tradicional utilizado para el friso base; seguido de la bibliografía en la que se identificaran las fuentes documentales utilizadas para apoyar las bases de la investigación.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del problema**

Un alto porcentaje de la población de pocos recursos emplea técnicas de construcción que han formado parte del conocimiento y uso popular por varias generaciones, entre ellas la mampostería, que representa el sistema mayormente utilizado para la construcción informal de sus viviendas, no cumpliendo con criterios de ingeniería adecuados, ni con asistencia técnica y menos con la supervisión de un profesional que constate el cumplimiento de las normativas sismorresistentes y geotécnicas vigentes. (Víctor H, Cano P. 2013)

En esta técnica constructiva se utilizan diversos tipos de revestimientos con la finalidad de brindarle principalmente protección y durabilidad, sin embargo es conocido que los revestimientos aportan características adicionales a los muros de mampostería mejorando el desempeño de estos sistemas frente a cargas laterales inducidas por sismos. Uno de los revestimientos más utilizados lo constituye el friso a base de mortero de cemento, el cual es una mezcla elaborada con cemento, agua y arena, que a lo largo de los años se ha experimentado con la adición de diferentes tipos de aditivos o fibras para renovar sus características, mejorar sus propiedades y comportamiento.

Hoy en día con el avance de la industria petroquímica se emplean diversos tipos de fibras sintéticas en los materiales destinados a construcción. Por esto, se plantea la posibilidad de la utilización de fibras de polipropileno en el mortero de cemento que se aplicará como friso base en bloques de arcilla, con el fin de evaluar la incidencia en las propiedades resistentes de este material utilizado en la construcción de los muros de mampostería de las viviendas.

### **Formulación del Problema**

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se plantean las siguientes interrogantes:

¿Cómo se comportaría el bloque de arcilla de espesor 10cm revestido con mortero reforzado con fibra de polipropileno sometido a compresión?

¿De qué forma le otorgaría la fibra añadida al mortero de cemento la resistencia necesaria para ser usado en las paredes de las viviendas?

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo General**

Evaluar la resistencia a compresión de bloques de arcilla revestidos con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno

## **Objetivos Específicos**

1. Identificar las propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero con distintos contenidos de fibras de polipropileno.
2. Determinar experimentalmente la resistencia de los bloques de arcilla revestidos con mortero tradicional y mortero con fibra añadida.
3. Realizar la evaluación de los resultados obtenidos de los bloques de arcilla revestidos con las diferentes mezclas de mortero.

## **Justificación**

Una de las técnicas usadas para el revestimiento de elementos estructurales, es la mezcla de morteros utilizados como friso base para reforzar a dichos elementos, a paredes y a muros de mampostería, para mejorar las propiedades y comportamiento de estos. Esta, constituye una de las técnicas empleadas con mayor frecuencia y prácticamente forma parte de la construcción popular en muchos países.

En el caso de la mampostería, la combinación bloque-revestimiento ha demostrado mejorar sus características resistentes, el propósito de esta investigación es evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión de bloques de arcilla utilizados en la construcción de paredes de mampostería revestido con mortero de cemento reforzado con fibras de polipropileno Labgloc-Fiber, para realizar la comparación de los resultados obtenidos con morteros de cemento tradicional.

El aporte académico de esta investigación se justifica debido a que se estaría brindando un avance más a la ingeniería civil, convirtiéndose en un

documento confiable de consulta para estudiantes de dicha carrera y como referencia para profesionales del área que deseen continuar con la línea de investigación.

En el ámbito social con los resultados de esta investigación pueden lograrse mejoras en el comportamiento sismorresistente de los muros utilizados para la construcción de viviendas, garantizando seguridad y mayor tranquilidad a los habitantes. Como también, aportaría conocimiento de las ventajas del uso de morteros de cemento reforzado con fibras de polipropileno, debido a que se estarían mejorando las propiedades de los morteros tradicionales.

En el aspecto técnico los resultados conseguidos en esta investigación pretenden aportar una solución o alternativa que sirva para construcciones que no cumplen con los requerimientos de la norma venezolana (COVENIN), realizar adecuaciones en elementos estructurales ya existentes y para edificaciones futuras. De modo de utilizar muros de mampostería con mejor desempeño en el momento de estar sometidos a diferentes acciones.

### **Delimitaciones**

1. Las fibras de polipropileno Labgloc-Fiber serán proporcionadas por el Laboratorio Global de Construcción C.A.

2. Se piensa evaluar solo la resistencia a la compresión de los bloques de arcilla de espesor 10cm revestidos con dos tipos de mezclas de mortero de cemento: mezcla tradicional y mezcla reforzada con fibra de polipropileno.

3. El diseño de mezcla de mortero se regirá bajo lo establecido en la Norma COVENIN 484-93.

4. La evaluación de la resistencia a la compresión de los bloques de arcilla se realizara únicamente a los 28 días para que el mortero alcance su máxima resistencia.

5. Los resultados de los ensayos se obtendrán bajo las condiciones y los equipos pertenecientes al laboratorio de Materiales y Ensayos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes de la investigación**

Briceño y Cardona (2015), “Evaluación de la resistencia de morteros de cemento reforzado con fibras utilizados como friso base”. El diseño de la investigación es experimental de campo, de tipo descriptivo, donde se obtuvo la población mediante cálculos estadísticos comprendida por cinco tipos de morteros, uno para la mezcla tradicional, uno para la mezcla reforzada con fibras metálicas y tres para las diferentes dosificaciones de fibras de polipropileno, de las cuales se tomó una muestra a los 7 días, comprendida por 3 probetas, y otra a los 28 días que estuvo comprendida por 6 probetas respectivamente, a las cuales se les aplicó el ensayo de resistencia a la compresión. Este ensayo aportó resultados del incremento de la resistencia en las mezclas reforzadas con fibras en comparación a la mezcla tradicional, donde las mezclas reforzadas con fibras de polipropileno mostraron un mejor desempeño. De los resultados arrojados por esta investigación se tomaron aspectos metodológicos y de selección del porcentaje de fibra a utilizar, así como las características del material a utilizar.

Seco y Muñoz (2014). “Evaluación de bloques revestidos con mortero reforzado con fibras de acero”. El principal objetivo de este trabajo ha sido evaluar la resistencia a compresión de bloques recubiertos con friso reforzados con fibra de acero DRAMIX y compararlos con bloques

recubiertos con friso tradicional con el objeto de determinar si las fibras aportan resistencia a la mezcla. Partiendo de los ensayos de compresión realizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo se elaboraron tablas para ordenar los datos y las gráficas correspondientes. Se realizaron dos mezclas con dos porcentajes de fibra uno de 0,5% y otro de 1% y los resultados demostraron que la fibra aporta una resistencia relevante conforme el porcentaje es mayor. El procedimiento experimental utilizado en este trabajo fue la guía fundamental para la elaboración de la presente investigación, considerándolo una continuación de este trabajo precedente.

Montes De Oca y Quiñones (2011). "Incidencia de poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto para un diseño de mezcla con F´C de 250 KGF/CM<sup>2</sup>". En la presente investigación se estudió la influencia que tiene el poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto para un diseño de mezcla con un f'c de 250kgf/cm<sup>2</sup>. Las probetas cilíndricas fueron fabricadas del concreto mezclado en obra en un trompo de sesenta litros (60 lts), ensayándose posteriormente a edades de curado de 28 días, con el objetivo de adquirir los valores de resistencia a compresión para el estudio propuesto. Esta investigación permitió conocer aspectos importantes sobre las fibras de polipropileno como lo son sus propiedades y características, las cuales fueron de gran aporte para el desarrollo del presente trabajo.

## **Bases Teóricas**

### **Mampostería**

Según Jaramillo J, 2001:

La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o las acciones de sismo o viento.

Además, el mismo autor afirma que las unidades de mampostería que se utilicen en las construcciones de mampostería estructural pueden ser de concreto, cerámica (arcilla cocida), sílice-calcáreas o de piedra. Según el tipo de mampostería estructural y según el tipo de refuerzo, las unidades pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal o sólida, de acuerdo con la posición normal de la pieza en el muro.

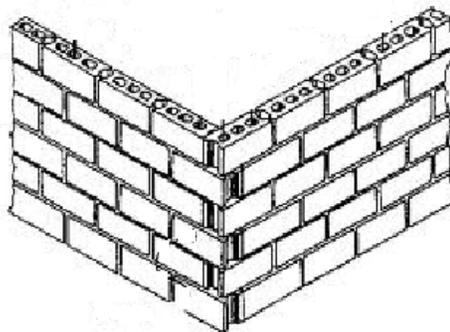
Igualmente, el autor considera que los ladrillos de arcilla y los bloques de concreto de gran resistencia, modernamente se aprovechan unidos mediante morteros de cemento. El muro así ensamblado se considera un elemento monolítico, siempre y cuando las uniones de las juntas puedan garantizar la transmisión de esfuerzos entre las piezas individuales, sin fallas o deformaciones considerables.

## Mampostería Confinada

José Jaramillo, 2001, afirma: La mampostería confinada es la más común y con ella se construyen la mayor parte de las viviendas de 1 y dos pisos; se hace con bloques de arcilla cocidos de huecos horizontales, de resistencia mediana o con bloques de mortero, construidos artesanalmente, de baja resistencia y poca estabilidad dimensional. Ya se usan bloques de concreto, fabricados con tecnología adecuada y que permiten obtener buenas resistencias y durabilidad.

Martínez E (2013) expresa:

Esta técnica se caracteriza por construirse primero el muro de albañilería, en segundo lugar se vacía el concreto de los elementos verticales de confinamiento (columnas); y finalmente, se vacía el concreto del techo en conjunto con el de las vigas, aunque en muchos casos se vacían las vigas coronas y el techo se construye en una fecha posterior por lo que no existe continuidad de vaciado entre los muros y las losas. Esta secuencia constructiva produce una adecuada adherencia entre los materiales involucrados y un comportamiento integral del muro como un solo elemento estructural.



**Figura 1.** Mampostería.

Fuente: <http://mamposteri.blogspot.com/>

## **Bloques**

Norma COVENIN 42-82. Define al bloque de concreto como “un elemento simple en forma de paralelepípedo ortogonal con perforaciones paralelas a una de las aristas”.

### **Bloques de arcilla**

Los bloques de arcilla, también denominados ladrillos huecos, son ladrillos cerámicos utilizados para la ejecución de cualquier tipo de muro no portante para cerramientos o tabiques divisorios y fachadas. Se utilizan para la construcción de muros a los que no se les transmiten cargas provenientes de todas las estructuras resistentes vigas y columnas. (Bloqueraelsella, 2011)

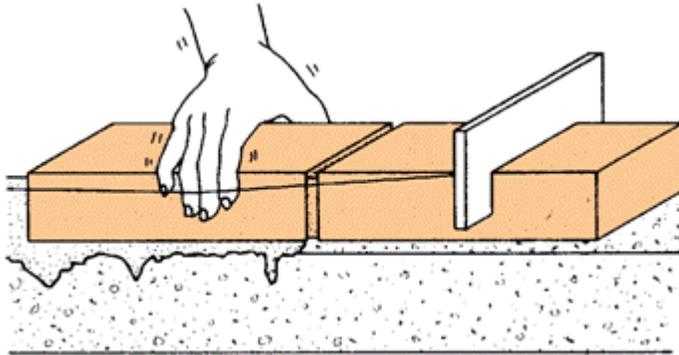


**Figura 2.** *Bloques de Arcilla.*

*Fuente:* <http://ferrepunto.com>

## Morteros

Según Orus 1984 “Los morteros son mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante, arena y agua, que sirve para unir las piedras o ladrillos que integran las obras de fabrica y para revestirlos con enlucidos o revocos” (p.259)



**Figura 3.** Mortero.

Fuente: <http://biblioteca.sena.edu.com>

### Tipos de Mortero

#### Mortero de Yeso

Es aquel elaborado a base de Yeso, Arena y Agua. Es menos resistente que otros morteros pero endurece rápidamente. Normalmente no se utiliza para levantar tabiques de división interior; se emplea con mayor frecuencia para fijar elementos de obra. No debe aplicarse en labores de mortero de yeso paramentos en los que se presuma la existencia de humedades (cuartos de baño, aseos, sector de fregadero en las cocinas, etc.), ya que el yeso tiene una gran capacidad de absorción, por lo que puede almacenar una gran cantidad de agua.

## **Mortero de Cal**

Es el mortero producto de la mezcla entre el óxido de calcio, la arena y el agua. Es fácil de aplicar y flexible, pero a su vez es menos resistente e impermeable que el mortero de cemento. La cal puede ser aérea o hidráulica, diferenciándose porque la hidráulica tiene un pequeño porcentaje de silicatos, lo que las hace más recomendable para su uso en ambientes húmedos.

Los morteros con cal alcanzan una óptima adherencia y el máximo grado de resistencia, ya que estos retienen la humedad por más tiempo; permiten que finalice el ciclo de fraguado de la mezcla y aseguran así la calidad final del trabajo. Sin agua libre en la superficie de la mezcla la mampostería (bloques y ladrillos) entran en contacto pleno con el mortero.

## **Mortero de Cemento**

Es el que se obtiene al mezclar arena y agua con cemento, el cual actúa como aglomerante. Este tipo de morteros se han empleado tradicionalmente para pegar tabiques y en todo tipo de aplanados en muros y techos, sin embargo existen muchas otras aplicaciones en la ingeniería civil que tienen que ver con la necesidad con colocar un material de textura lo suficientemente fina para poder penetrar en aquellos resquicios ya sea para sellar, resanar o nivelar con mucha mayor facilidad de lo que es posible de hacer con los concretos.

Los ingredientes de este mortero se manejan en proporciones adecuadas según las necesidades de fluidez y resistencia. Los parámetros anteriores

pueden ser evaluados mientras pruebas, de manera que es relativamente sencillo controlar la calidad del mortero. Sin embargo en muchos trabajos el control se deja al albañil, que de una manera empírica controla la calidad de la mezcla, siendo esto un gran error, pues origina una gran variabilidad en el material.

### **Morteros con aditivos**

Aquellos morteros a los que se ha añadido una serie de productos de origen orgánico o inorgánico, que proporcionan características especiales como: fluidificantes, activadores o retardadores del fraguado, anticongelantes, entre otros, y además lograr que sean expansivos u obtengan una coloración determinada. (Cuellar, 2011).

### **Propiedades de los morteros**

#### **Tiempo de fraguado**

Es un periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua generando calor y dando origen a nuevos compuestos, estos, en la pasta de cemento que forman, hace que este endurezca y aglutine al agregado de la mezcla de concreto y se ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia. (Gabalec, 2008).

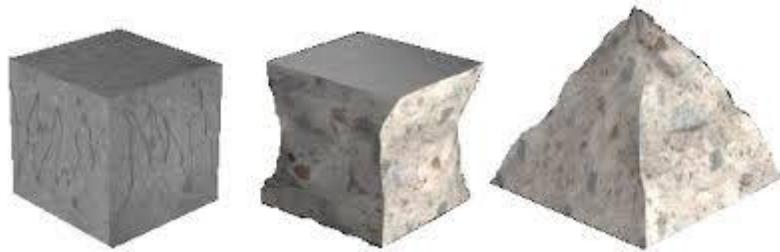
#### **Resistencia a la compresión de los morteros**

La resistencia de los morteros se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento, la estructura que se logra, integrada por los granos de arena rodeados por la pasta de cemento que se endurecen poco a poco

convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial. La resistencia a la compresión es generalmente utilizada como el principal criterio para seleccionar el tipo de mortero a utilizar en una estructura de albañilería, ya que es fácil de medir y puede relacionarse con otras propiedades como la adherencia y la durabilidad. (Loyo-Lozada, 2012)

El mismo autor afirma, que la resistencia a la compresión del mortero depende de gran parte del tipo y cantidad del material cementante y de la relación agua-cemento utilizado al prepararlo. El mortero aumentara con un incremento del contenido del cemento y disminuirá con un aumento de la inclusión de aire, del contenido de cal, o del contenido de agua. (Loyo-Lozada, 2012)

La resistencia de los morteros de cemento se evalúa por medio de los ensayos de compresión, donde se emplean cubos de mortero de 5 x 5 x 5 cm, aproximadamente elaborados de acuerdo a la norma COVENIN 484-93.



**Figura 4.** *Cubos de mortero (antes y después de ensayar).*

*Fuente:* <http://dagasl.es>

## **Dosificación del mortero**

De acuerdo a Mamlouk y Zaniewski, 2009:

Los morteros pueden dosificarse por peso o por volumen, debiéndose conciliar una gran cantidad de factores que hacen verdaderamente imposible definir un método de diseño de mezclas con validez universal, ya que si el método proviene de datos estadísticos generados con mezclas de ensayo, no existe ninguna garantía de que los materiales usados en dichos ensayos sean similares a los que el usuario del método tendrá a su alcance.

Por otro lado los métodos eminentemente teóricos tampoco son aplicables pues carecen de validez real. Lo más aconsejable es elaborar mezclas representativas por medio de ensayos de laboratorio, para esto se deben emplear los materiales disponibles pero adecuados para el trabajo, también se debe tratar de simular las condiciones ambientales que regirán en la obra, y finalmente, se deben realizar los ajustes de campo necesarios para controlar la calidad del producto final.

## **Elementos constituyentes del mortero**

### **Agregados**

Son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento en presencia de agua forma un todo compacto, conocido como mortero o concreto. Los agregados ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del mortero (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del mortero de concreto recién

mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla, y en la economía. (Rivera, 1998)

Así mismo, el autor asegura que Los agregados influyen sobre las características del mortero tanto en estado plástico como en estado endurecido que en muchos casos modifican la estabilidad de la estructura. En estado plástico la arena y la pasta actúan como lubricante de las partículas más gruesas para que el mortero pueda ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado en forma adecuada. (Rivera, 1998)

De igual forma, el autor asevera, que durante el proceso de fraguado la pasta experimenta una pérdida de humedad que origina una contracción generalmente va acompañada con la aparición de grietas. Con la introducción de los agregados a la pasta se forma un enlace de tal manera que se genera una superficie de adherencia que disminuye los cambios de volumen y se disminuye el volumen total que pueda sufrir por contracción.



**Figura 5.** *Tipos de agregados.*

*Fuente:* <http://civilfree.blogspot.com>

## **Agua para morteros**

El agua es un componente esencial en las mezclas de morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total de la agregada que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando se fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes. Mamlouk y Zaniewski (2009)

El agua empleada en el mezclado del concreto debe ser limpia y no debe contener cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas al concreto. (NORMA COVENIN 1753:2006, pág. 22)

## **Cemento**

Según Peña M, 2005:

Es una mezcla de calizas y arcillas pulverizadas a grandes temperaturas, con adición de yeso que al entrar en contacto con el agua, desarrolla la capacidad de unir fragmentos de grava y arena, para formar un sólido único o piedra artificial, conocida con el nombre de concreto hidráulico.

El cemento constituye de un 10% a un 20% del peso del mortero, siendo el 80% a 90% de materiales restantes que condicionan la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del mortero.



**Figura 6. Cemento.**

*Fuente:* <http://cthnavarra.com>

### **Fibras de Polipropileno**

Son fibras del tipo multifilamento, compuestas de polipropileno virgen, las cuales al aplicarse en la mezcla se dispersan tridimensionalmente y de forma homogénea, alcanzando una compactación máxima del concreto. Hay solamente una razón por la que las grietas ocurren en el hormigón, existen tensiones que exceden la resistencia del hormigón en un momento específico. Las tensiones derivadas de las fuerzas externas pueden ser compensadas proveyendo resistencias estructurales mayores en las estructuras de concreto, en los pavimentos y en las losas. (Moreno O, 2010).



**Figura 7. Fibras de Polipropileno.**

*Fuente:* <http://neomatex.com.br>

## **Características de las Fibras de Polipropileno**

Las fibras utilizadas como refuerzo son incoloras, de entretejido miniatura de malla de una película de polipropileno virgen, las cuales se distribuyen en forma uniforme en la mezcla del concreto. Las fibras vienen en algunos casos impregnados con aditivos antibacterianos. Otra de las características de estas fibras es que son 100% ecológicas y reciclables, de esta forma no dañan el medio ambiente; son también resistentes a los rayos UV. El concreto debe ser mezclado durante 5 minutos, o en su defecto 70 vueltas después de agregar la fibra para asegurar que la distribución sea uniforme. (Moreno O, 2010)

## **Ventajas de las fibras de Polipropileno**

La adición de estas fibras en el concreto sustituye al acero secundario destinado a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado inicial y final del concreto aportando las siguientes ventajas durante el concreto plástico. (Labgloc-Fiber, 2011)

- 1.-Reduce las fisuras generadas por retracción e impide su propagación.
- 2.-Reduce la segregación.
- 3.-Minimiza el agua de exudación.
- 4.-No modifica la manejabilidad ni el asentamiento de la mezcla de concreto

## **Concreto Endurecido**

- 1.-Reduce el agrietamiento.
- 2.-Reduce la permeabilidad.

3.-Mejora la resistencia al impacto y la abrasión.

4.-Aumenta la durabilidad y la resistencia.

### **Otros Beneficios**

1.-Permite desencofrar con mayor rapidez.

2.-Baja los costos de colocación comparada con concretos con malla electrosoldada.

3.-Fácil colocación y puede agregarse a la mezcla de concreto en cualquier momento de la dosificación siempre manteniendo un mezclado uniforme para su dispersión.

### **Fibra Labgloc-Fiber**

Labgloc-Fiber es una fibra de polipropileno modificada, diseñada específicamente como refuerzo secundario del concreto que evita el agrietamiento de los concretos y morteros. Estos monofilamentos se dispersan en su totalidad en la mezcla de concreto formando una red tridimensional muy homogénea. Viene con una longitud de 19mm y un peso específico de 0,91k/L. (Labgloc-Fiber, 2011)

### **Concreto reforzado con fibras de Polipropileno**

El Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, 2007, asegura:

El precursor en el agregado de fibras para reforzar el concreto fue el cuerpo de ingenieros del ejército americano, durante la década de los setenta

del siglo pasado. Trabajaron intensamente para encontrar aditivos que mejoraran la resistencia del concreto a las más altas tensiones y a la potencia de los explosivos, para la construcción de pistas de aviación, silos para misiles, etc.

Al mezclarse la fibra a una matriz de concreto, la curva carga-deformación presenta un incremento en la capacidad de carga, así mismo se mejora el post-agrietamiento permitiendo sostener cargas hasta valores altos de deformación, dando como resultado, mayor ductilidad en el elemento. En un concreto sin fibras inicialmente la curva es lineal, luego se presenta un brusco descenso en la capacidad de carga, fallando súbitamente el material.

El incremento de resistencia a la fatiga, el cual tiene directa relación con la durabilidad, resistencia al impacto y reducción de la permeabilidad, contribuyen a una mayor duración del concreto beneficiando a largo plazo los costos asociados por mantenimiento.

Cuando se somete el concreto a un esfuerzo, las micro grietas van evolucionando haciéndose mayores y enlazándose unas con otras. Al continuar ejerciéndose la carga, algunas de estas grietas comienzan a hacerse inestables y a fallar traspasando el concreto de un lado a otro, las fibras definitivamente interrumpen y estabilizan las micro grietas.

## **MARCO NORMATIVA LEGAL**

Norma Venezolana COVENIN 42-82, Bloques huecos de concreto.

Norma Venezolana COVENIN 484-93, Determinación de la resistencia a compresión de morteros en probetas cubicas de 50,8 mm de lado.

Norma Venezolana COVENIN 2-78, Bloques de arcilla para paredes.

Norma Venezolana COVENIN 2002-88, Criterio y acciones mínimas para el concreto en edificaciones.

Norma Venezolana COVENIN 1976:2003, Concreto. Evaluación y Métodos de ensayo.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de Investigación**

El marco metodológico de la investigación se refiere a las vías a seguir desde que se inicia la investigación hasta la finalización del mismo. En este sentido Franco Y (2011) define el marco metodológico como:

“Es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos, al respecto Carlos Sabino nos dice: En cuanto a los elementos que es necesario operacionalizar pueden dividirse en dos grandes campos que requieren un tratamiento diferenciado por su propia naturaleza: el universo y las variables” (Pág. 118).

El objetivo general de esta investigación es Evaluar el comportamiento del bloque de arcilla usado en la construcción de muros de mampostería revestido con mortero reforzado con fibras de polipropileno.

Este trabajo posee un nivel de investigación de tipo exploratorio y descriptivo, ya que se efectúa sobre un tema u objeto poco conocido o

estudiado y además de esto, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo, con el fin de establecer su comportamiento, en este caso se observará la incidencia del porcentaje de fibra de polipropileno añadido al mortero usado como revestimiento de bloques de arcilla, en la resistencia a la compresión de los mismos, de manera de identificar la mezcla con mejor desempeño.

### **Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado, en el caso particular de esta investigación el diseño utilizado es de campo, el cual consiste en la recolección de datos directamente de la realidad que en este caso se llevo a cabo en el laboratorio de Materiales y Ensayos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, lugar donde se realizaron los ensayos para evaluar el comportamiento del bloque de arcilla de 10 cm revestido con mortero con fibras de polipropileno.

### **Descripción de la Metodología**

Para dar respuesta al problema, seguidamente se muestran las fases y actividades que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos planteados.

#### **FASE I. Identificación de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero con diferentes contenidos de fibras:**

Comprende la etapa inicial, donde se desarrolló la búsqueda y recopilación de información sobre las propiedades mecánicas de los

morteros, donde se establecieron las diferentes mezclas a utilizar y también las proporciones de sus componentes. Cabe destacar que las proporciones de los materiales para la elaboración del mortero tradicional fueron determinadas de acuerdo a lo establecido en la Norma COVENIN 484-93 "Cemento Portland, Determinación de la resistencia a compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8mm de lado". Seguidamente, se determinó el porcentaje de fibra para cada mezcla a elaborar.

### **FASE II. Obtención experimental de la resistencia de los bloques de arcilla revestidos con mortero tradicional y mortero con fibra añadida.**

Esta fase la constituye un procedimiento de caracterización, donde se identificaron y tomaron las dimensiones y el peso de cada bloque de arcilla, para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma COVENIN 2-78 "Bloques de arcilla para paredes". Con las mezclas elaboradas en la fase anterior, se realizó el revestimiento de los mismos, y luego al cumplirse 28 días de elaboradas las mezclas de mortero, se ensayaron a compresión cada uno de los bloques, para obtener su resistencia.

### **Fase III. Evaluación de los resultados obtenidos de los bloques de arcilla revestidos con las diferentes mezclas de mortero:**

Etapa final, donde se realizó la comparación de los resultados obtenidos en la fase precedente, relacionando mediante graficas y tablas la incidencia de la resistencia a la compresión en los bloques de arcilla revestidos con el mortero tradicional y con los diferentes porcentajes de fibra, para así proporcionar conclusiones y recomendaciones propias de la investigación planteada.

## Muestra

De acuerdo a Murria R. Spiegel (1991), "Muestra es una parte de la población a estudiar que sirve para representarla".

El muestreo utilizado no probabilístico de carácter intencional según lo considerado por el autor Palella S. (2012); ensayando un grupo de bloques de arcilla ya predeterminados de acuerdo al tipo de mortero a evaluar.

El numero de bloques que componen la muestra se estableció de acuerdo a lo determinado por Seco y Muñoz (2014), en el Trabajo Especial de Grado titulado "Evaluación de bloques revestidos con Mortero Reforzado con Fibras de Acero" de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Mientras que los porcentajes de fibra añadidos se fijaron como el 50% y 100% de la dosis recomendada por el fabricante, de acuerdo a Briceño y Cardona (2015) en la Tesis de grado denominada "Evaluación de la resistencia de morteros de cemento reforzado con fibras utilizados como friso base" de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, por lo que la cantidad total de bloques ensayados fueron sesenta (60) discriminados de la siguiente manera:

- 20 bloques correspondiente al mortero tradicional.
- 20 correspondientes a mezcla con 50 % de dosis recomendada.
- 20 de la mezcla con 100 % de dosis recomendada.

## **Procedimiento Experimental**

### **Preparación de la Mezcla**

#### Cantidades

Se pesaron cada una de las proporciones de fibras de polipropileno, cemento, arena y agua requerida por la dosificación haciendo uso de una balanza digital.

#### Preparación de los Moldes

Se cubrieron cada una de las caras interiores de los moldes con una delgada capa de aceite mineral y posteriormente se ensamblaron.

### **Mezclado y vaciado**

Para simular el procedimiento llevado a cabo en obra, se realizó el mezclado y el vaciado en un costado del lugar donde se colocaron los bloques. Se elaboró la mezcla de arena y cemento en forma de “volcán”, colocando el agua en la parte central para luego ir mezclando y agregando las proporciones de agua restantes a medida que se vayan uniendo los 3 componentes. En el caso de los morteros con fibra, esta se añadió conjuntamente con la arena y el cemento.

### Descripción del ensayo de probetas cúbicas

El ensayo se realizó según lo establecido en la norma COVENIN 484-93. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado (3ra revisión). En la figura anexa se muestra un molde típico.



**Figura 8.** *Molde típico de probetas cúbicas (Sin vaciar).*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 9.** *Moldes de probetas cúbicas (Vaciadas).*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

En el día 28, se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión, para el cual se debe preparar la máquina colocando una cantidad de suplementos, para que el pistón de la maquina logre aplicar la carga sobre la superficie de los cubos, luego se comienza aplicar la carga sobre el cubo hasta su rotura y se registra el valor de la carga máxima.

Seguidamente la resistencia a la compresión de cada cubo se calcula de la siguiente manera:

$$R = \frac{P}{A}$$

Siendo:

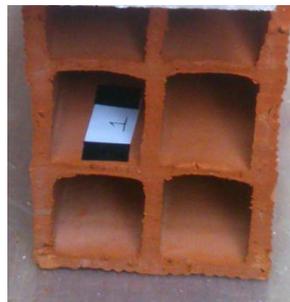
R= resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

P= carga máxima aplicada (kg).

A= área de la sección transversal del cubo (cm).

### **Descripción del ensayo de bloques**

Como primer paso se procedió a identificar cada uno de los bloques a utilizar (Ver figura 10), determinando tanto las dimensiones y peso de cada uno, para luego proceder a la elaboración y colocación del friso.



**Figura 10.** *Identificación de Bloques de Arcilla.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

### Procedimiento para aplicar el friso

Se realizaron 3 muros de bloques, de dos hiladas de 10 bloques cada uno, teniendo en total 20 bloques por cada muro. Entre una hilada y la otra, se colocó una lámina de anime con el fin de facilitar la separación y transporte de los bloques al laboratorio de Materiales y Ensayos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. (Ver figura 11)



**Figura 11.** *Distribución de bloques que conforman el muro.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

Una vez contruidos los muros, se procedió al salpicado de los mismos con una mezcla de mortero tradicional pero en este caso bastante fluida y se dejaron reposando al menos un día. (Ver figura 12)



**Figura 12.** *Salpicado de bloques.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

Seguidamente, se elaboró la mezcla de mortero tradicional, y se midió el asentamiento de la mezcla (Ver figura 13) y se realizó el revestimiento de los bloques con la mezcla.



**Figura 13.** *Elaboración de la mezcla de mortero.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 14.** *Medición de Asentamiento.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

El procedimiento mencionado, se realizó de igual forma para las dos mezclas de mortero con los diferentes porcentajes de fibra de polipropileno.



**Figura 15.** Finalización del revestido de muros.

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

Pasados los 28 días de fraguado, con la ayuda de un esmeril de gran tamaño y un albañil quien operó el equipo, se separaron los bloques cortando a través de la junta de anime colocada, para luego ser trasladados hasta la Facultad de Ingeniería, específicamente al laboratorio de Materiales y Ensayos. Al despegarlos, se observó que el friso sobresalía de las caras del bloque, por lo que se estableció una distinción entre ellos, calificándolos como “Regulares e Irregulares”, lo cual fue determinante en el momento de evaluar la resistencia de cada bloque.



**Figura 16.** Separación de bloques.

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

## Ensayo de compresión de los bloques de arcilla

Para determinar la resistencia a compresión de los bloques de arcilla revestidos con el mortero tradicional y con los morteros y los diferentes porcentajes de fibra, se realizó el siguiente procedimiento:

Primero se tomaron las dimensiones de los bloques de arcilla ya revestidos, para considerar el área real con la cual hará contacto al realizar el ensayo. Segundo, utilizando la máquina de Tracción Universal, FRANK modelo UPM 40, se colocó cada bloque de arcilla dentro de la máquina y encima una plancha metálica con la finalidad de distribuir la carga uniformemente; como se muestra en la figura 10.



**Figura 17.** *Ejemplo de colocación de bloque en Máquina.*

*Fuente:* Cortell, Ramírez. 2016

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Según (Arias, 1999) las técnicas de recolección de datos “Son las distintas formas o maneras de obtener la información”.

En la presente investigación se usó la técnica de observación directa tal y como lo refiere (Sierra, 1991), “Es la inspección y estudio realizado por el investigador, con el empleo de sus propios sentidos, especialmente el de la vista, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas y hechos de interés social, tal y como son o tienen lugar espontáneamente en el tiempo en que acontecen y con arreglo a las exigencias de la investigación científica”.

Debido a esto el instrumento de recolección de datos a emplear fue la planilla de recolección de datos, los cuales se obtendrán de los valores arrojados por la máquina de Tracción Universal del laboratorio de Materiales y Ensayos. Dicha planilla está estructurada mediante columnas para una mejor organización de los datos, como se muestra a continuación:

**Tabla 1.** *Formato de planilla de recolección de datos.*

Nº Bloques	Dimensiones			Observaciones	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)				

*Fuente.* Cortell, Ramírez 2016.

## **Análisis de datos**

En este punto de la investigación, se definieron las técnicas lógicas (análisis, deducción, inducción, síntesis) o estadísticas (descriptivas o inferenciales), empleadas para interpretar lo que indican los datos que fueron recogidos.

La metodología empleada fue la cuantitativa, debido a que permite explorar los datos de forma numérica en el campo de la estadística y los datos obtenidos en los ensayos se procesaron y agruparon en tablas, considerando el análisis de la desviación estándar muestral, para posteriormente elaborar los diferentes gráficos comparativos para poder establecer conclusiones y recomendaciones en base a las variables estudiadas en la investigación.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En el presente capítulo se muestran los cálculos para obtener las proporciones de agua, arena y cemento de las diferentes mezclas, las cantidades de fibras usadas y los resultados de los ensayos a compresión de los morteros y los bloques.

#### **Propiedades mecánicas de los morteros**

Para los ensayos se utilizaron los siguientes tipos de mezcla de mortero, las cuales son:

- Mezcla Patrón: constituida por mortero tradicional, cuyos componentes son agua, arena y cemento.
- Mezcla Nro. 1: incluye el mortero tradicional con 50% de Fibra de polipropileno Labgloc-Fiber añadida.
- Mezcla Nro. 2: contiene el mortero tradicional con 100% de Fibra de polipropileno Labgloc-Fiber añadida.

## Dosificación de las mezclas

Para la mezcla de mortero tradicional se procedió a utilizar las dosificaciones según la norma COVENIN 484-93, la cual establece las siguientes proporciones:

Cantidad de material para 6 probetas de 5cm x 5cm x 5cm

Cemento: 500gr

Arena: 1375gr

Cantidad de material para 3 probetas de 5cm x 5cm x 5cm

Cemento: 250gr

Arena: 687,5gr

El volumen de agua para la mezcla se obtuvo mediante la siguiente relación agua cemento:

$$\frac{a}{c} = 0,485$$

Agua: 121, 25 ml

**Tabla 2.** Resultados de dosificación para 3 probetas cúbicas.

Componente	Cantidad
Agua	121,25 ml
Arena	687,5 gr
Cemento	250 gr

Fuente. Cortell, Ramírez 2016

Para calcular las proporciones usadas para frisar 20 bloques por ambas caras, fueron en base a un volumen de 0,025 m<sup>3</sup> de mezcla, incluyendo la cantidad requerida para las probetas cubicas. Obteniendo la siguiente dosificación:

**Tabla 3.** Resultados de dosificación para frisar 20 bloques por ambas caras.

Componente	Cantidad
Agua	8,83 litros
Arena	45,83 Kg
Cemento	16,66 Kg

Fuente. Cortell, Ramírez 2016

### **Cantidad de fibra de polipropileno Labgloc-Fiber**

Para los morteros reforzados con fibra de polipropileno se hizo una correlación sugerida por los proveedores según los cuales para obtener concreto con una resistencia de 250kg/cm<sup>2</sup> se utiliza 1kg de fibra por cada m<sup>3</sup>., tomando este valor como referencia, ya que no brindaron información acerca de dosificación para morteros.

Para este trabajo se desarrollaron 3 tipos de mezclas como se explicó en el capítulo anterior, obteniendo las siguientes cantidades:

Para las probetas cubicas:

a) Para 50% de fibra de polipropileno recomendada:

$$\text{Fibra50\%} = (0,5) \times 0,05 \text{m} \times 0,05 \text{m} \times 0,05 \text{m} \times 1 \text{kg/m}^3 \times 3 \times 3 \times (1000 \text{gr/kg}) = 0,188 \text{gr}$$

b) Para 100% de fibra de polipropileno recomendada:

$$\text{Fibra 100\%} = (1) \times 0,05 \text{m} \times 0,05 \text{m} \times 0,05 \text{m} \times 1 \text{kg/m}^3 \times 3(1000 \text{gr/kg}) = 0,375 \text{gr}$$

Para la mezcla:

a) Para 50% de fibra de polipropileno recomendada:

$$\text{Fibra 50\%} = (0,5) \times 0,025 \text{m}^3 \times 1 \text{kg/m}^3 \times (1000 \text{gr/kg}) = 12,5 \text{gr}$$

b) Para 100% de fibra de polipropileno recomendada:

$$\text{Fibra 100\%} = (1) \times 0,025 \text{m}^3 \times 1 \text{kg/m}^3 \times (1000 \text{gr/kg}) = 25 \text{gr}$$

### Resultados de los asentamientos

**Tabla 4.** Resultado de los asentamientos de cada mezcla.

Mezcla	Asentamiento (pulg)
Mezcla Patrón	2,5
Mezcla Nro. 1 (50% de Fibra recomendada)	2
Mezcla Nro. 2 (100% de Fibra recomendada)	1,75

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

En la tabla mostrada, se puede observar que la mezcla que presento mejor trabajabilidad fue la mezcla patrón, ya que fue la que se logro manejar

con mejor facilidad. Sin embargo, la mezcla Nro.1 y la mezcla Nro. 2 presentan comportamientos similares a la mezcla patrón.

### **Ensayo de probetas cubicas de 50.8 mm**

Se elaboraron 3 probetas de 50x50x50mm para cada tipo de mezcla. Las mismas se guardaron a la sombra ya que la norma establece que deben mantenerse a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa ambiente, protegidas de las corrientes de aire.

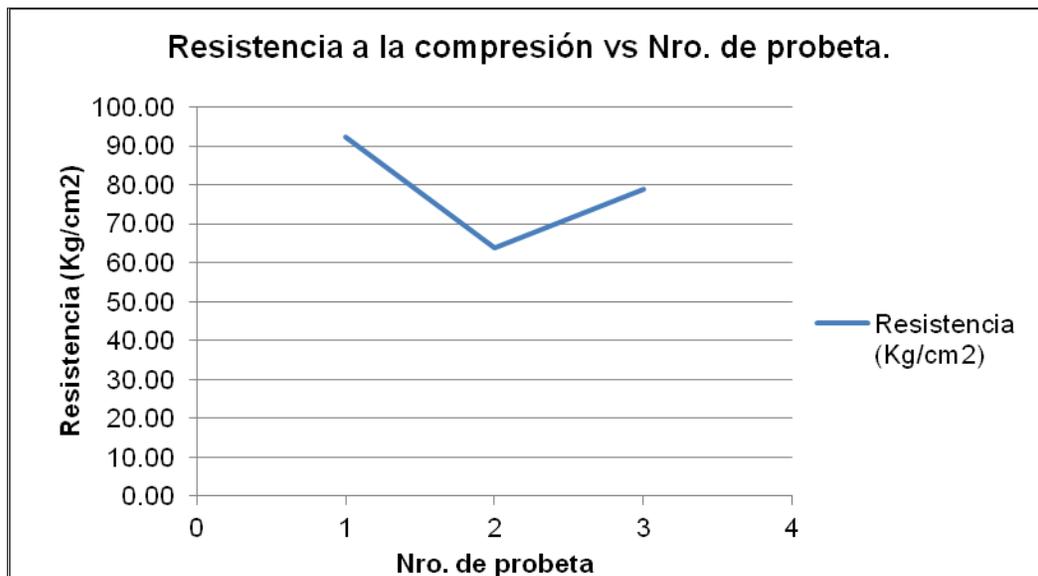
Una vez pasado el lapso de 28 días se ensayaron a compresión, obteniendo los siguientes resultados:

### **Mortero Tradicional**

**Tabla 5.** *Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional.*

<b>Probeta Nro.</b>	<b>Peso unitario (Kg)</b>	<b>Área de la cara del cubo (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máxima (Kg)</b>	<b>Resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0.255	25	2310	92.40
2	0.260	25	1595	63.80
3	0.255	25	1975	79.00

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 18.** Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón.

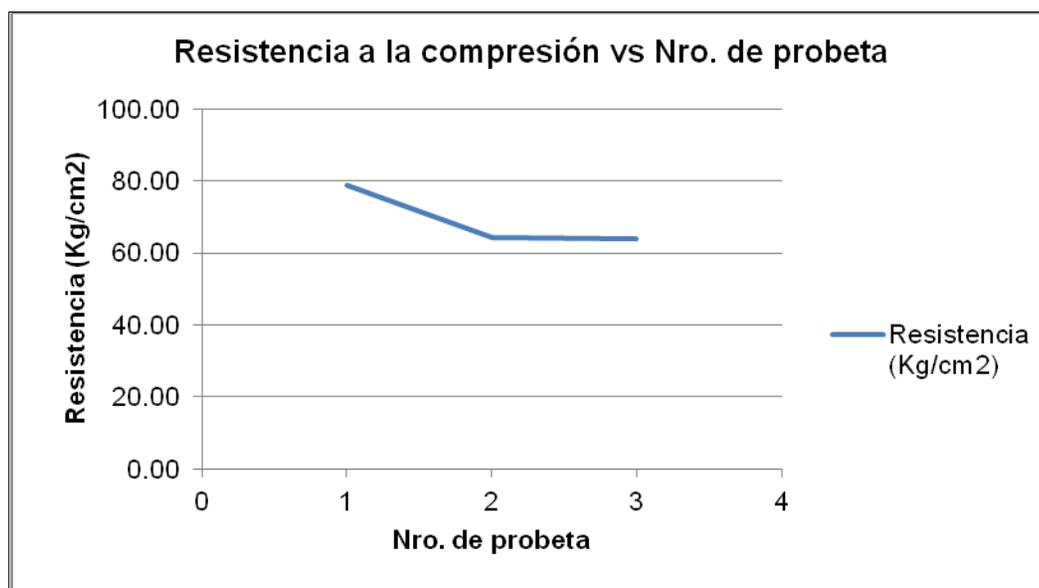
Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

### Mortero Tradicional con 50% de Fibra de polipropileno recomendada

**Tabla 6.** Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional reforzado con 50% de fibra.

Probeta Nro.	Peso unitario (Kg)	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.265	25	1975	79.00
2	0.260	25	1610	64.40
3	0.260	25	1600	64.00

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 19.** Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra.

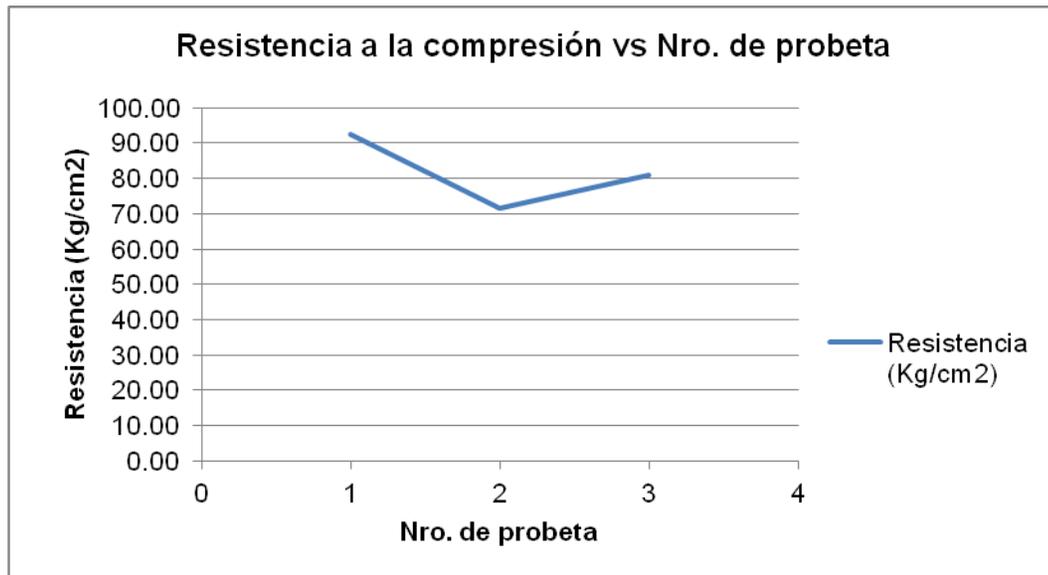
Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

### Mortero Tradicional con 100% de Fibra de polipropileno recomendada

**Tabla 7.** Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Mortero tradicional reforzado con 100% de fibra.

Probeta Nro.	Peso unitario (Kg)	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.265	25	2315	92.60
2	0.260	25	1790	71.60
3	0.270	25	2025	81.00

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



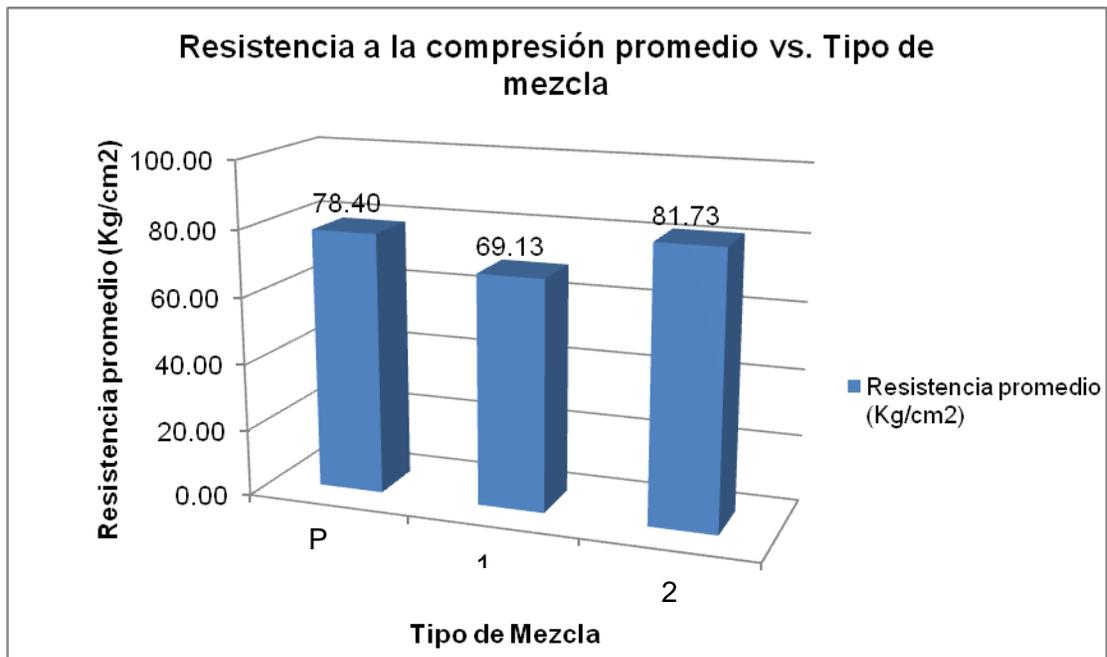
**Figura 20.** Resistencia a la compresión a los 28 días de las probetas con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

**Tabla 8.** Resultados de la resistencia a compresión promedio de cada tipo de mezcla de mortero.

Tipo de Mezcla	Probeta Nro.	Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mortero Tradicional	1	92.40	78.40
	2	63.80	
	3	79.00	
Mortero Tradicional con 50% de Fibra de polipropileno	1	79.00	69.13
	2	64.40	
	3	64.00	
Mortero Tradicional con 100% de Fibra de polipropileno	1	92.60	81.73
	2	71.60	
	3	81.00	

Fuente. Cortell, Ramírez, 2016



**Figura 21.** *Análisis de la resistencia a la compresión promedio de cada tipo de mezcla de mortero.*

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

Realizando el análisis de la resistencia a compresión promedio, de acuerdo a cada tipo de mezcla de mortero, se puede observar que arrojo mejor desempeño fue la mezcla de mortero reforzada con 100% de fibra de polipropileno recomendada.

## Ensayo de la resistencia a compresión de los bloques

### Bloques sin friso

**Tabla 9.** Características físicas de todos los bloques antes de revestirlos.

Nº Bloques	Dimensiones			Peso (Kg)
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)	
1	19.00	28.90	9.70	3.210
2	18.60	28.80	9.80	3.205
3	18.80	29.10	9.70	2.985
4	19.00	29.30	9.90	3.240
5	18.80	29.00	9.80	2.990
6	18.70	29.10	9.80	3.020
7	18.40	28.80	9.80	2.960
8	18.40	28.90	9.80	3.180
9	18.50	29.40	9.70	3.020
10	18.90	28.70	9.60	3.205
11	18.90	29.30	9.70	3.180
12	18.90	29.30	9.90	3.285
13	19.00	29.10	9.80	3.230
14	18.60	29.50	9.80	3.200
15	19.00	29.20	9.70	3.195
16	19.00	28.90	9.80	3.190
17	18.50	29.20	9.90	3.030
18	18.70	29.10	9.80	2.965
19	19.00	29.30	9.90	3.255
20	18.90	29.50	10.0	3.215

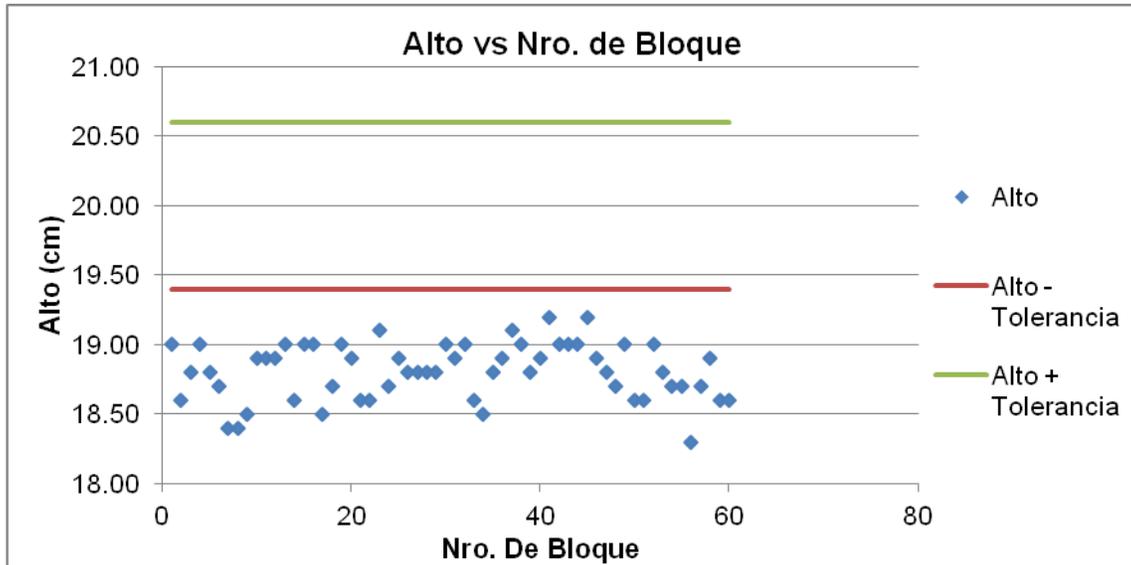
**Tabla 9.** Características físicas de todos los bloques antes de revestirlos.  
(Continuación)

Nº Bloques	Dimensiones			Peso (Kg)
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)	
21	18.60	28.70	9.80	2.960
22	18.60	29.30	9.90	3.005
23	19.10	29.20	9.60	3.285
24	18.70	29.10	9.80	3.000
25	18.90	28.50	9.70	3.090
26	18.80	29.60	9.70	3.202
27	18.80	28.90	9.70	2.970
28	18.80	28.70	9.70	3.165
29	18.80	29.20	9.80	3.110
30	19.00	29.00	9.70	3.215
31	18.90	28.90	9.70	3.170
32	19.00	28.70	9.80	3.150
33	18.60	28.90	9.80	2.995
34	18.50	28.80	9.60	3.130
35	18.80	29.20	9.80	3.185
36	18.90	29.10	9.80	3.045
37	19.10	29.90	9.80	3.295
38	19.00	29.30	9.80	3.140
39	18.80	29.00	9.60	3.175
40	18.90	28.90	9.70	2.925

**Tabla 9.** Características físicas de todos los bloques antes de revestirlos.  
(Continuación)

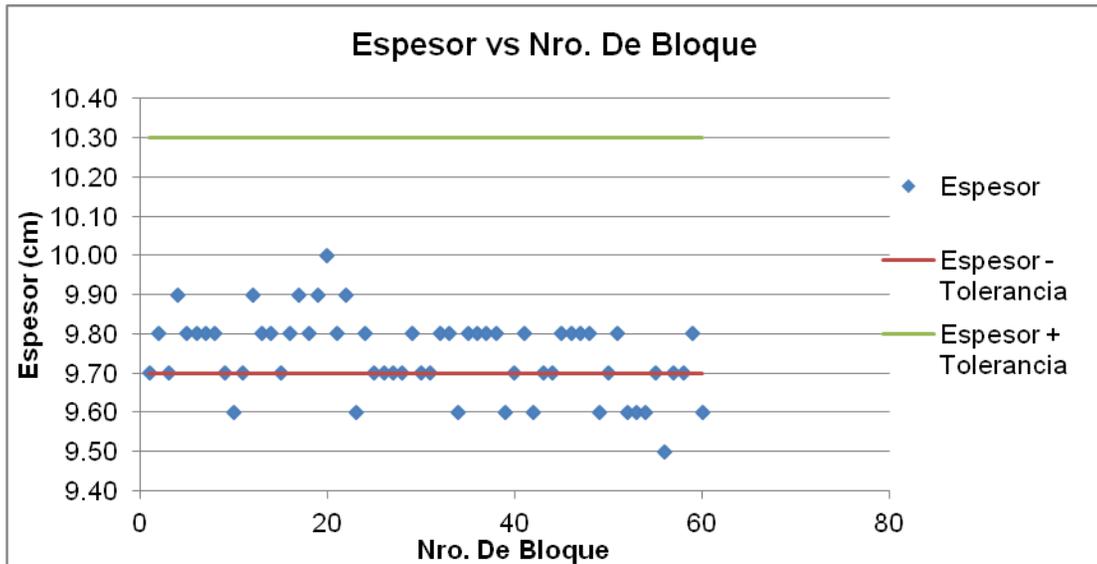
Nº Bloques	Dimensiones			Peso (Kg)
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)	
41	19,20	29,50	9,80	3,250
42	19,00	29,10	9,60	3,185
43	19,00	29,00	9,70	3,170
44	19,00	29,40	9,70	3,120
45	19,20	29,30	9,80	3,170
46	18,90	29,10	9,80	2,955
47	18,80	28,70	9,80	3,195
48	18,70	29,10	9,80	3,125
49	19,00	29,00	9,60	3,220
50	18,60	29,30	9,70	2,925
51	18,60	28,90	9,80	3,000
52	19,00	28,80	9,60	3,205
53	18,80	28,80	9,60	3,215
54	18,70	28,50	9,60	3,195
55	18,70	28,20	9,70	3,170
56	18,30	28,00	9,50	3,125
57	18,70	29,30	9,70	3,035
58	18,90	28,90	9,70	2,880
59	18,60	29,30	9,80	3,120
60	18,60	29,20	9,60	3,140

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



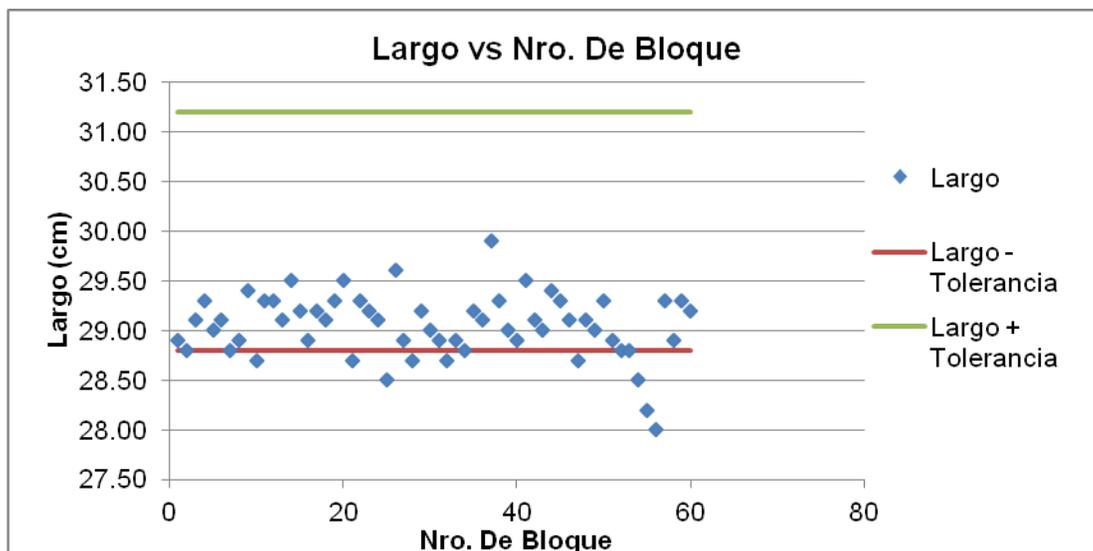
**Figura 22.** Comparación de la dimensión Alto de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 23.** Comparación de la dimensión Espesor de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 24.** Comparación de la dimensión Largo de los bloques de arcilla con respecto a la tolerancia exigida por NORMA.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

La NORMA COVENIN 2-78. *Bloques de arcilla para paredes*. Establece las siguientes tolerancias referentes a cada dimensión de los bloques: Alto  $\pm 3\%$ ; Espesor  $\pm 3\%$  y Largo  $\pm 4\%$ . Comparando dichas tolerancias con las dimensiones de los bloques estudiados, se puede apreciar en la figura 22 como ninguno de ellos está dentro de la tolerancia del alto aceptable por la norma, todos son ligeramente más pequeños que el límite inferior visualizado en la gráfica.

Sin embargo, cuando se comparan los espesores en la figura 23, la mayoría de ellos se encuentran dentro de lo admisible, excluyendo 11 unidades que salen fuera de la condición de aceptación.

En el caso del largo de los bloques, se evidencia en la figura 24 como gran parte de estos caen dentro de los parámetros tolerables, a excepción de 9 unidades, que no cumplen con el rango.

## Bloques con friso

**Tabla 10.** *Características físicas de todos los bloques después de revestirlos.*

Nº Bloques	Dimensiones		
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
1	19.00	28.90	13.50
2	18.60	28.80	14.20
3	18.80	29.10	14.30
4	19.00	29.30	13.60
5	18.80	29.00	13.50
6	18.70	29.10	12.60
7	18.40	28.80	12.80
8	18.40	28.90	13.20
9	18.50	29.40	12.80
10	18.90	28.70	13.00
11	18.90	29.30	13.00
12	18.90	29.30	13.50
13	19.00	29.10	13.20
14	18.60	29.50	13.40
15	19.00	29.20	13.30
16	19.00	28.90	12.80
17	18.50	29.20	11.00
18	18.70	29.10	13.50
19	19.00	29.30	13.40
20	18.90	29.50	13.40

**Tabla 10.** *Características físicas de todos los bloques después de revestirlos.*  
 (Continuación)

Nº Bloques	Dimensiones		
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
21	18.60	28.70	14.80
22	18.60	29.30	13.10
23	19.10	29.20	12.90
24	18.70	29.10	13.00
25	18.90	28.50	12.80
26	18.80	29.60	13.40
27	18.80	28.90	13.30
28	18.80	28.70	13.20
29	18.80	29.20	13.00
30	19.00	29.00	13.40
31	18.90	28.90	12.60
32	19.00	28.70	13.00
33	18.60	28.90	12.80
34	18.50	28.80	12.60
35	18.80	29.20	13.20
36	18.90	29.10	13.50
37	19.10	29.90	12.90
38	19.00	29.30	12.80
39	18.80	29.00	12.80
40	18.90	28.90	13.00

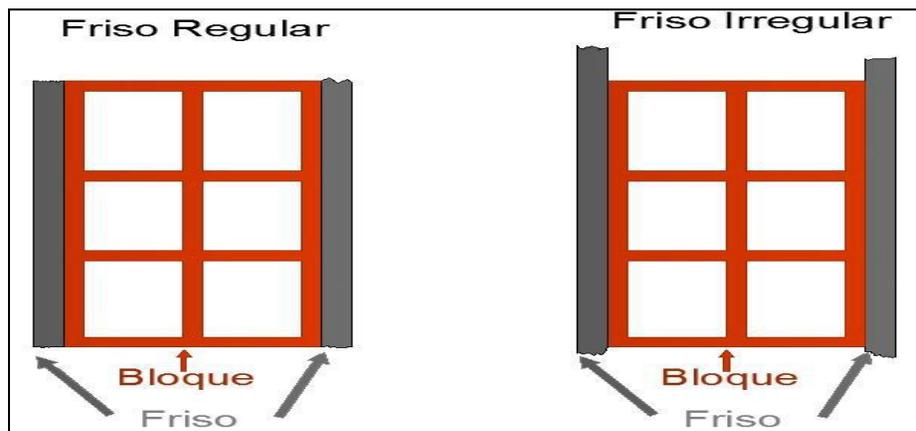
**Tabla 10.** Características físicas de todos los bloques después de revestirlos.  
(Continuación)

Nº Bloques	Dimensiones		
	Alto (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
41	19.20	29.50	12.80
42	19.00	29.10	12.80
43	19.00	29.00	12.80
44	19.00	29.40	12.80
45	19.20	29.30	13.20
46	18.90	29.10	13.30
47	18.80	28.70	13.00
48	18.70	29.10	13.00
49	19.00	29.00	13.10
50	18.60	29.30	13.30
51	18.60	28.90	12.60
52	19.00	28.80	13.50
53	18.80	28.80	13.10
54	18.70	28.50	13.00
55	18.70	28.20	12.80
56	18.30	28.00	13.00
57	18.70	29.30	12.60
58	18.90	28.90	13.30
59	18.60	29.30	12.40
60	18.60	29.20	12.00

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

Según (Seco C, Muñoz M, 2014), en la realización del ensayo a compresión de los bloques revestidos con friso, en lo que correspondiente al comportamiento antes o durante la rotura, lograron obtener observaciones determinantes al momento de establecer las conclusiones referentes a la resistencia, las cuales fueron las siguientes:

- A= friso regular adherido hasta su rotura.
- A'= friso irregular adherido hasta su rotura.
- B= friso regular grueso adherido hasta su rotura.
- B'= friso irregular grueso adherido hasta su rotura.
- C= friso regular delgado adherido hasta su rotura.
- C'= friso irregular delgado adherido hasta su rotura.
- D= se separó una cara frisada del bloque.
- D'= se separaron dos caras frisadas del bloque.
- E= el bloque falla prematuramente.
- F= separación prematura del friso.
- G= separación del friso en la extracción del bloque.



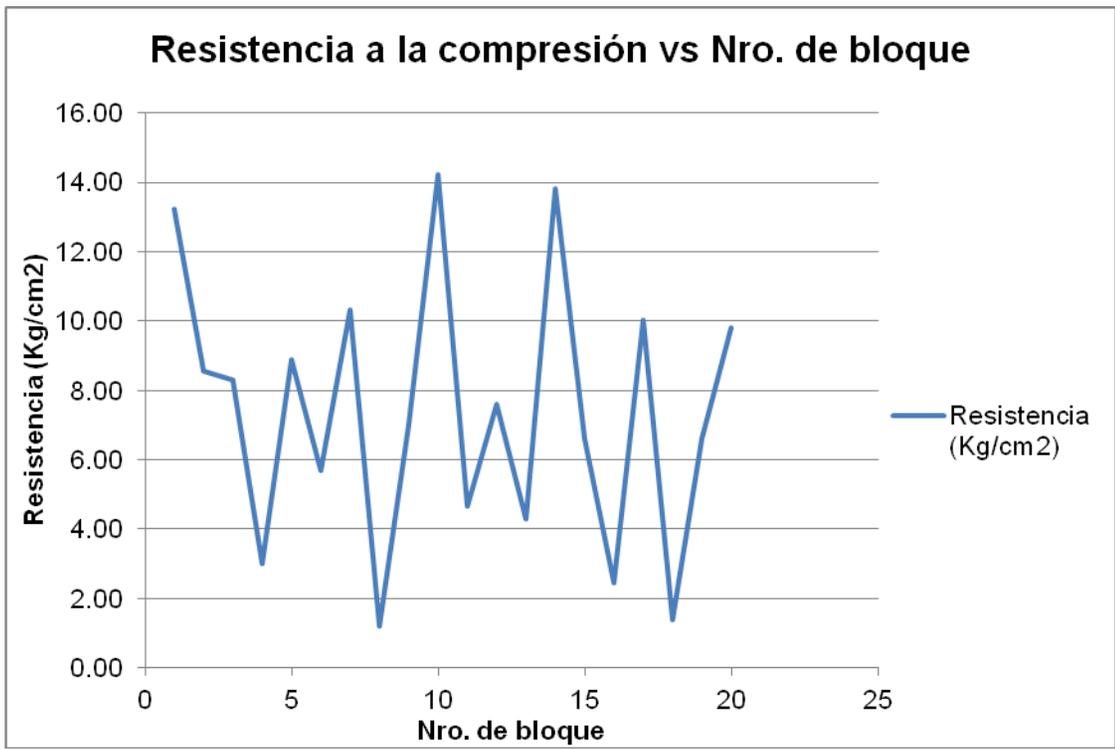
**Figura 30.** Ejemplo de friso regular e irregular.

Fuente. Seco, Muñoz. 2014

**Tabla 11.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón.*

<b>Nº Bloques</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	D´	390.15	5160	13.23
2	B y D	408.96	3500	8.56
3	A´ y D	416.13	3460	8.31
4	D´	398.48	1200	3.01
5	C´ y D	391.50	3480	8.89
6	A	366.66	2080	5.67
7	B	368.64	3800	10.31
8	A´	381.48	460	1.21
9	A´	376.32	2640	7.02
10	B	373.10	5300	14.21
11	B	380.90	1780	4.67
12	B	395.55	3000	7.58
13	A	384.12	1640	4.27
14	D´	395.30	5460	13.81
15	A	388.36	2560	6.59
16	A	369.92	900	2.43
17	C	321.20	3220	10.02
18	D´	392.85	540	1.37
19	D´	392.62	2600	6.62
20	D´	395.30	3880	9.82

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016



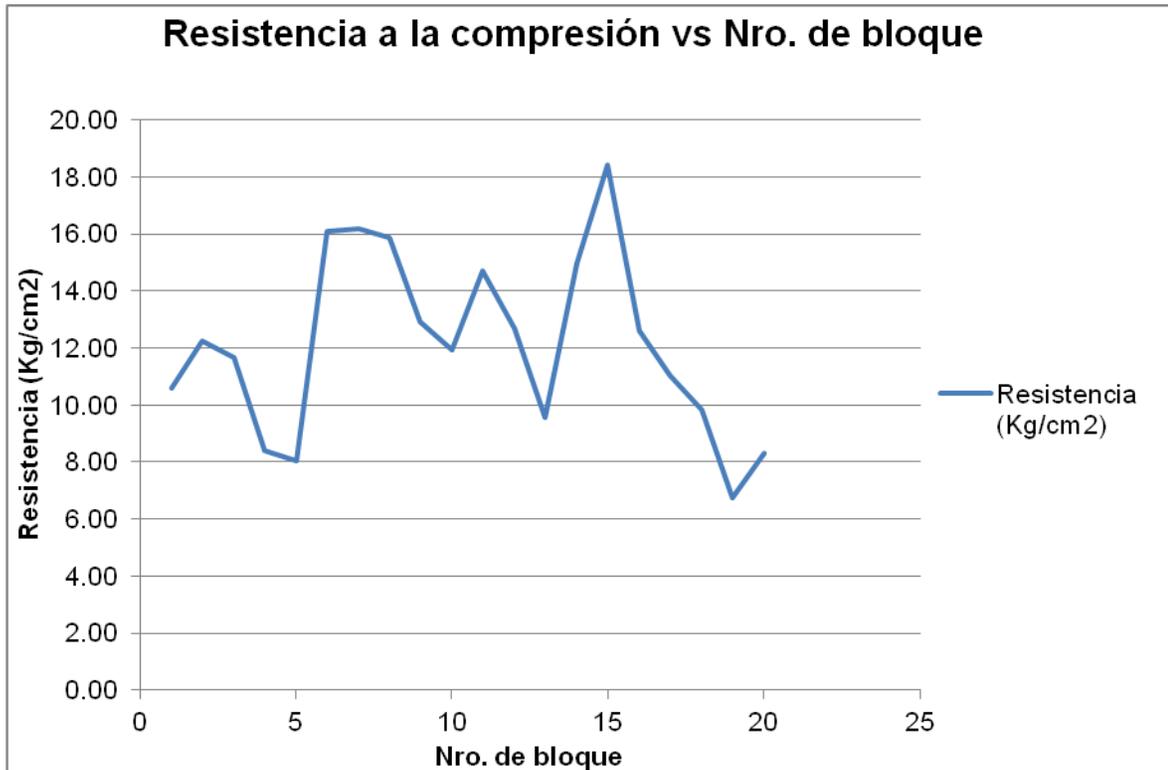
**Figura 25.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

**Tabla 12.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra.*

<b>Nº Bloques</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
21	D´	424.76	4500	10.59
22	A´	383.83	4700	12.25
23	C	376.68	4400	11.68
24	B´	378.3	3180	8.41
25	C´	364.8	2940	8.06
26	B	396.64	6380	16.09
27	B	384.37	6220	16.18
28	A´ y D	378.84	6020	15.89
29	B´	379.6	4900	12.91
30	B´ y D	388.6	4640	11.94
31	D´	364.14	5360	14.72
32	C	373.1	4740	12.70
33	C´	369.92	3540	9.57
34	D´	362.88	5440	14.99
35	B	385.44	7100	18.42
36	B	392.85	4960	12.63
37	C	385.71	4260	11.04
38	C	375.04	3680	9.81
39	C	371.2	2500	6.73
40	B´ y D	375.7	3120	8.30

*Fuente. Cortell, Ramírez. 2016*



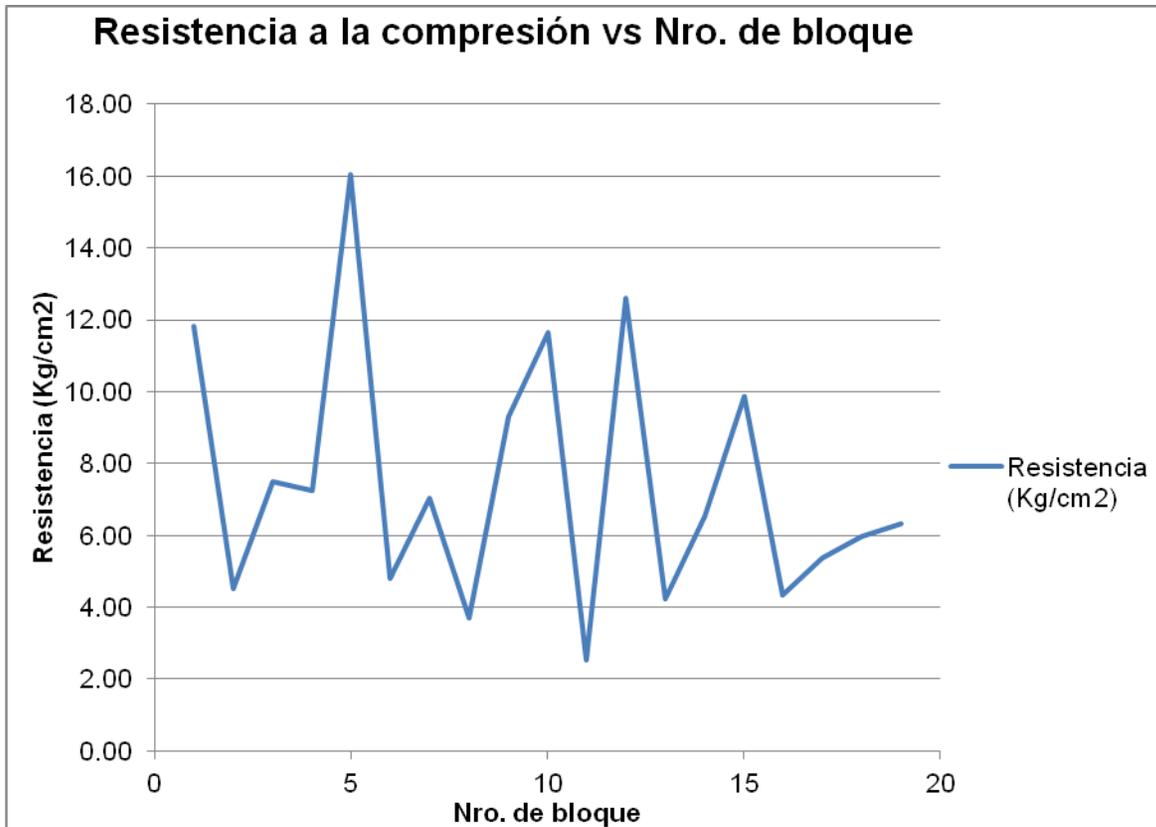
**Figura 26.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón reforzada con 50% de fibra.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

**Tabla 13.** *Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de bloques con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra.*

<b>Nº Bloques</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
41	D´ y E	377.60	4460	11.81
42	E	372.48	1680	4.51
43	C´	371.20	2780	7.49
44	D´	376.32	2720	7.23
45	D y E	386.76	6200	16.03
46	C´	387.03	1860	4.81
47	D´	373.10	2620	7.02
48	B´	378.30	1400	3.70
49	B´ y D	379.90	3540	9.32
50	B´	389.69	4540	11.65
51	D´	364.14	920	2.53
52	B´	388.80	4900	12.60
53	B´	377.28	1600	4.24
54	B y D	370.50	2420	6.53
55	D´	360.96	3560	9.86
56	B y D	364.00	1580	4.34
57	C y D	369.18	1980	5.36
58	A´ y D	384.37	2300	5.98
59	D	363.32	2300	6.33
60	A y D	350.40	3720	10.62

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

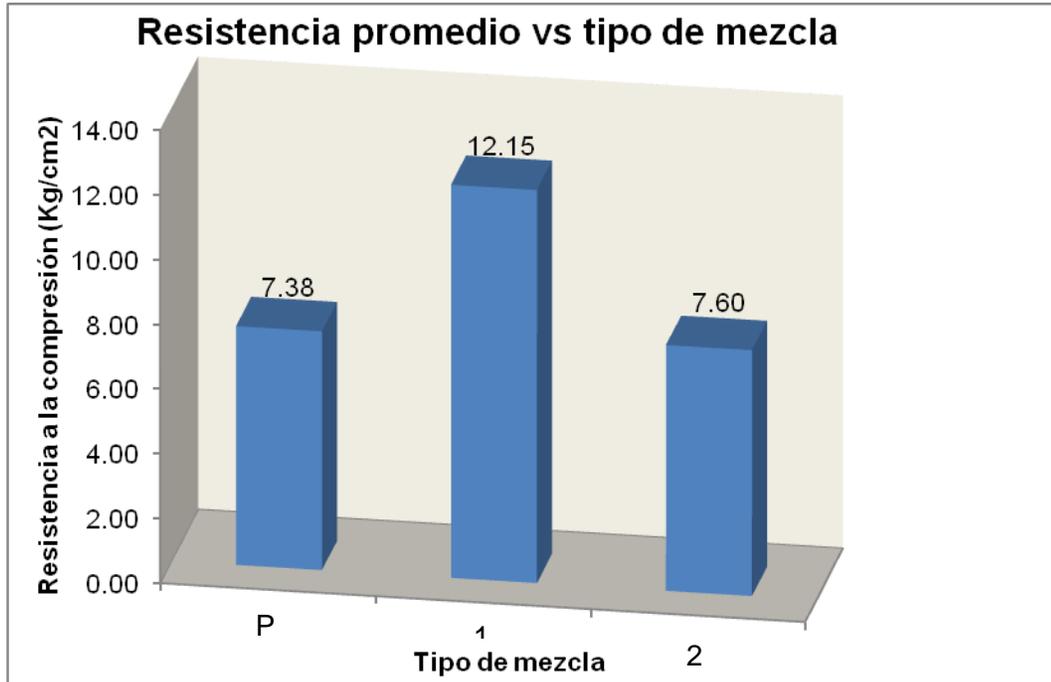


**Figura 27.** Resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón reforzada con 100% de fibra.

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

Se logra observar que los resultados que presentaron menor resistencia (los picos bajos en las figuras 25,26 y 27), tienen que ver con la separación del friso, y por la irregularidad del mismo, disminuyendo su resistencia por mala adherencia y por una inadecuada distribución de cargas en la superficie de la cara de apoyo. A su vez, los que presentaron más alta resistencia (Picos altos en las figuras mencionadas anteriormente), se relacionan porque poseen un friso regular, el cual mejora su comportamiento.

A continuación se muestra la gráfica con los valores de resistencia a compresión promedio obtenidos de los bloques para cada una de las mezcla.



**Figura 28.** Resistencia a la compresión promedio de los ensayos de bloques por cada tipo de mezcla.

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

Se mostró un incremento considerable del 65% de la resistencia a compresión de bloques con la mezcla reforzada con 50% de fibra recomendada, con respecto a la mezcla patrón, y un aumento del 3% de la mezcla reforzada con 100% de fibra respectivamente.

Se puede observar como los valores de resistencia a la compresión más altos en promedio, corresponden a los bloques revestidos con mortero reforzado con 50% de fibra de Polipropileno. Así mismo, se evidenció un comportamiento irregular en algunos casos, en consecuencia de la poca

adherencia entre el mortero y el bloque en cada uno de los ensayos realizados para las tres mezclas.

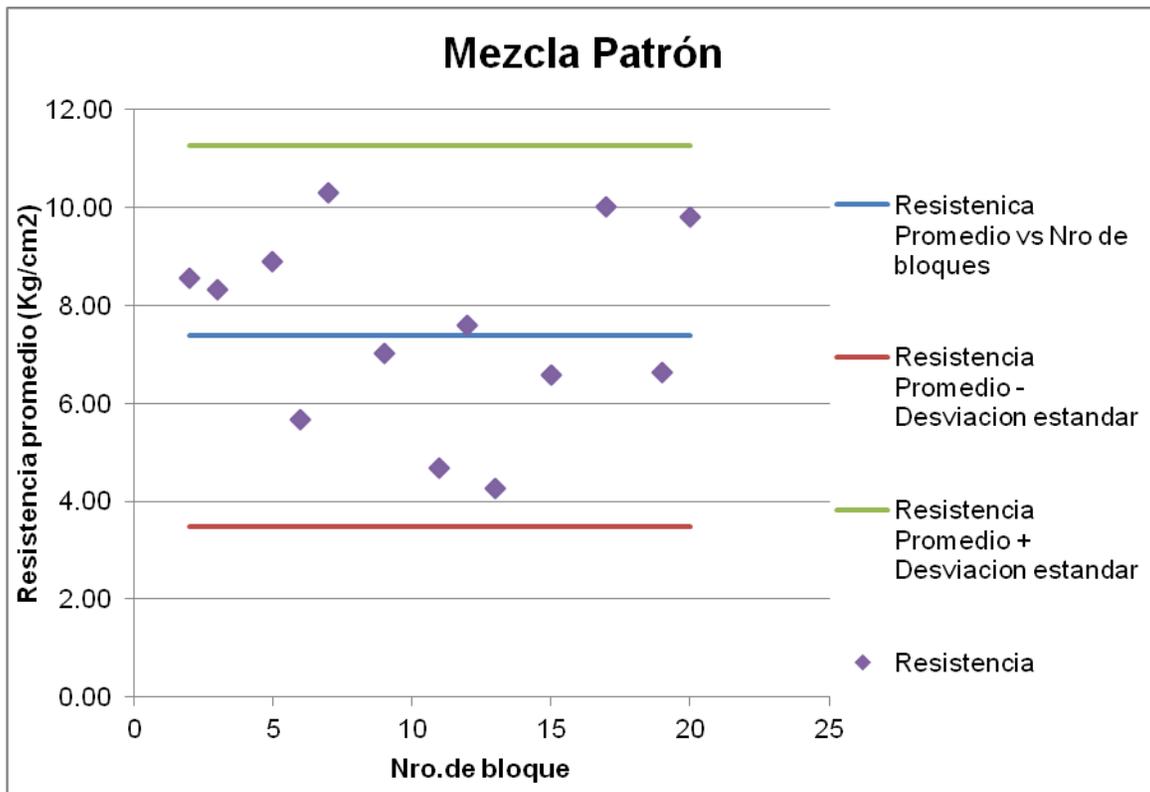
Una vez obtenido el promedio de resistencia para cada tipo de mezcla, y calculado el parámetro estadístico de la desviación estándar muestral, se procede al descarte de aquellas resistencias cuyo valor se encuentre por encima o por debajo de la resistencia promedio más la desviación estándar y la resistencia promedio menos la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

**Tabla 14.** Resultados de la desviación estándar

<b>Mezcla</b>	<b>Desviación estándar</b>
P	3.89
1	3.18
2	3.54

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 29.** Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón.

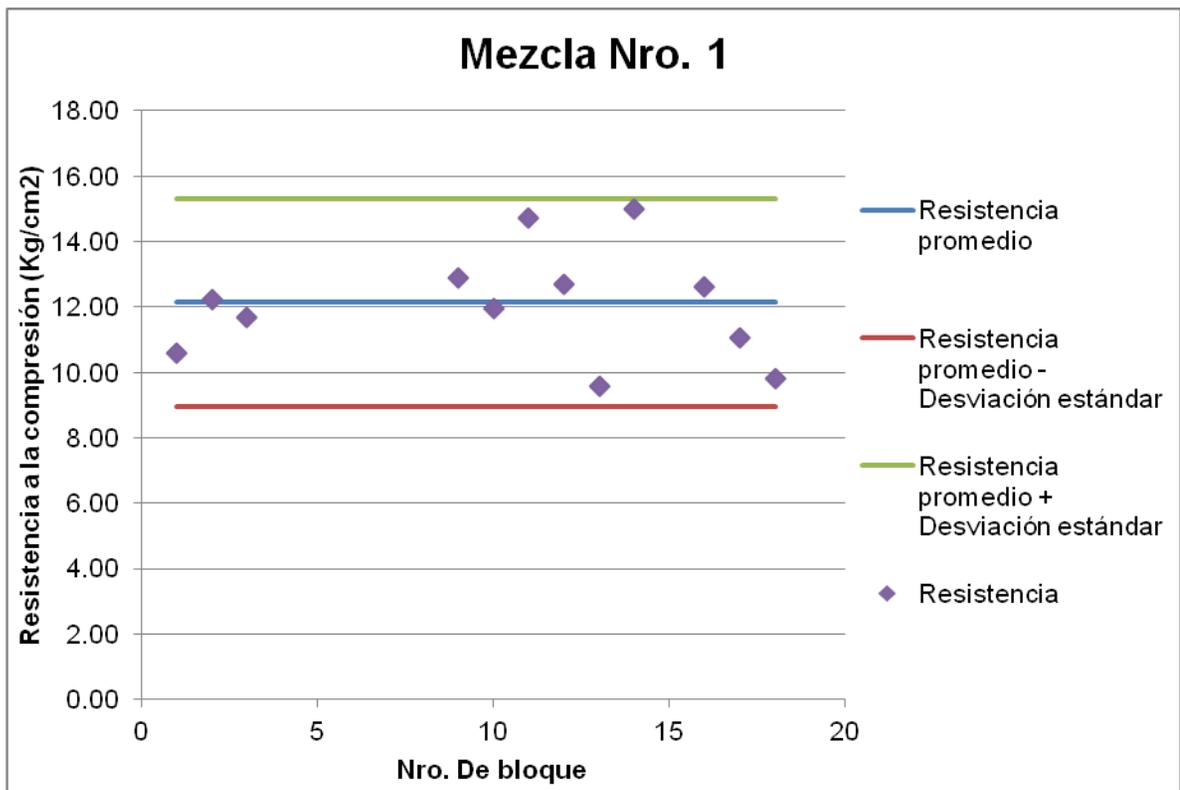
Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

En la figura 29, se evidencian los bloques revestidos con mortero de la mezcla patrón que cumplen la desviación estándar en materia de resistencia a compresión, se observa como la mayoría de ellos (13 unidades) cumplen con el rango.

**Tabla 15.** Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla patrón, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.

<b>Nº Bloque</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
2	408.96	3500	8.56
3	416.13	3460	8.31
5	391.50	3480	8.89
6	366.66	2080	5.67
7	368.64	3800	10.31
9	376.32	2640	7.02
11	380.90	1780	4.67
12	395.55	3000	7.58
13	384.12	1640	4.27
15	388.36	2560	6.59
17	321.20	3220	10.02
19	392.62	2600	6.62
20	395.30	3880	9.82

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 30.** Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 50% de fibra de polipropileno recomendada.

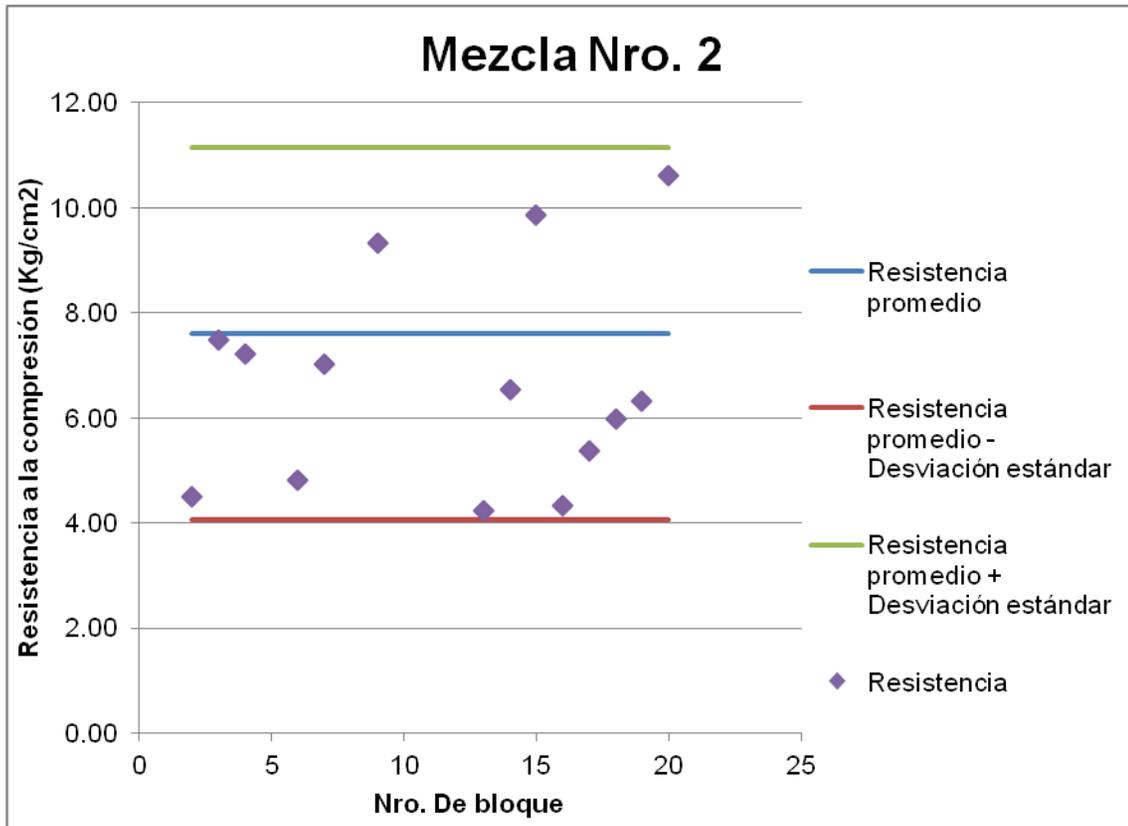
Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

De igual forma que en la gráfica anterior, aquí se pueden evidenciar los bloques revestidos con mortero de la mezcla reforzada con 50% de fibra de polipropileno recomendada que cumplen la desviación estándar en materia de resistencia a compresión, se observa como la mayoría de ellos (12 unidades) cumplen con el rango y de igual forma, como (8 Unidades) caen fuera de los límites establecidos.

**Tabla 16.** Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 50% de fibra recomendada, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.

<b>Nº Bloque</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
21	424.76	4500	10.59
22	383.83	4700	12.25
23	376.68	4400	11.68
29	379.6	4900	12.91
30	388.6	4640	11.94
31	364.14	5360	14.72
32	373.1	4740	12.70
33	369.92	3540	9.57
34	362.88	5440	14.99
36	392.85	4960	12.63
37	385.71	4260	11.04
38	375.04	3680	9.81

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016



**Figura 31.** *Análisis estadístico de resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 100% de fibra de polipropileno recomendada.*

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

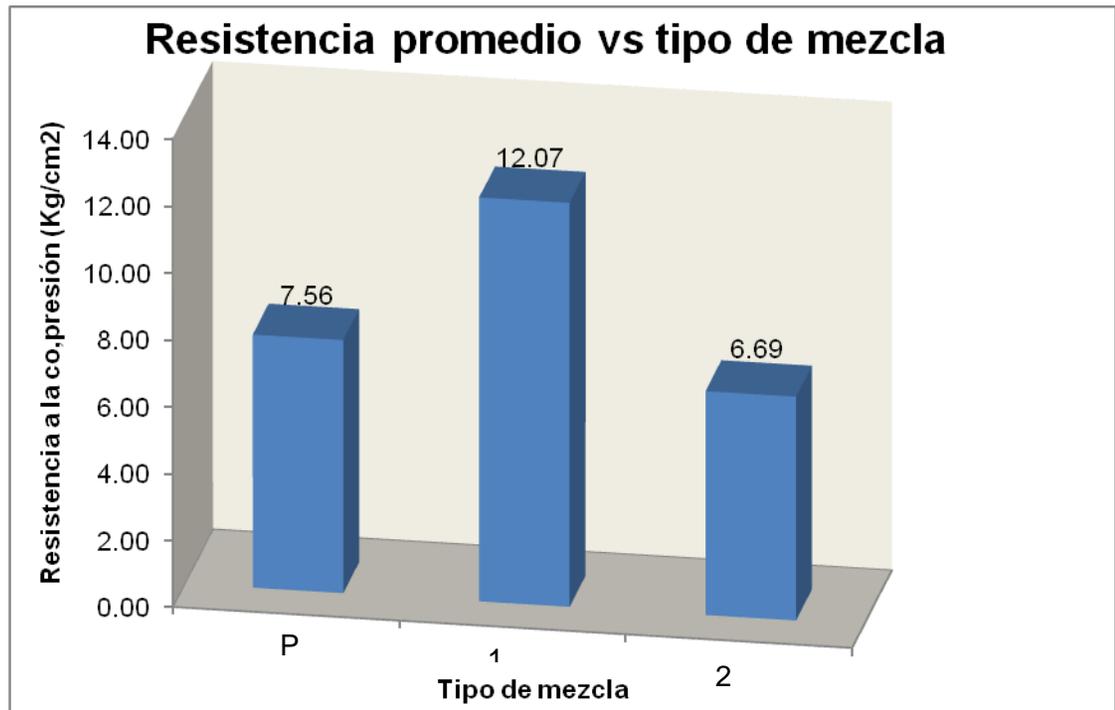
De la misma manera que en figura anterior, se puede evidenciar los bloques revestidos con mortero de la mezcla reforzada con 100% de fibra de polipropileno recomendada que cumplen la desviación estándar en materia de resistencia a compresión, se observa como la mayoría de ellos (14 unidades) cumplen con el rango y de igual forma, como (6 Unidades) salen fuera de los límites establecidos.

**Tabla 17.** Resultados de resistencia a compresión a los 28 días de los bloques con mezcla reforzada con 100% de fibra recomendada, descartando resultados fuera de la desviación estándar por debajo y por encima de la resistencia promedio.

<b>Nº Bloque</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
42	372.48	1680	4.51
43	371.20	2780	7.49
44	376.32	2720	7.23
46	387.03	1860	4.81
47	373.10	2620	7.02
49	379.90	3540	9.32
53	377.28	1600	4.24
54	370.50	2420	6.53
55	360.96	3560	9.86
56	364.00	1580	4.34
57	369.18	1980	5.36
58	384.37	2300	5.98
59	363.32	2300	6.33
60	350.40	3720	10.62

Fuente. Cortell, Ramírez. 2016

A continuación se muestra la grafica con los resultados de la resistencia promedio para las tres mezclas.



**Figura 32.** Análisis estadístico de los resultados de la resistencia a compresión promedio de los ensayos de bloques por cada tipo de mezcla.

*Fuente.* Cortell, Ramírez. 2016

Se puede observar en la figura como los resultados de la resistencia a compresión promedio luego de realizar el análisis estadístico no variaron considerablemente con respecto a los promedios anteriores, estos revelaron un incremento considerable del 60% de la resistencia a compresión de bloques con la mezcla reforzada con 50% de fibra recomendada, con respecto a la mezcla patrón, y una disminución del 12% de la mezcla reforzada con 100% de fibra respectivamente.

Se puede observar como los valores de resistencia a la compresión más altos en promedio, corresponden a los bloques revestidos con mortero reforzado con 50% de fibra de Polipropileno. Así mismo, se evidenció un comportamiento irregular en algunos casos (En su mayoría en los correspondientes a la mezcla 3), en consecuencia de la poca adherencia entre el mortero y el bloque en cada uno de los ensayos realizados.

## CONCLUSIONES

En la identificación de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y mortero con distintos contenidos de fibras de polipropileno, se evidenció que la incorporación de fibra en la mezcla no tiene influencia en estado fresco ya que en estado endurecido la presencia de fibras en la mezcla aumentó la resistencia a la compresión en comparación a la mezcla patrón.

Los resultados de la resistencia a compresión de las probetas cúbicas, arrojaron valores que aumentaban mientras mayor era la cantidad de fibra de polipropileno añadida, sin embargo, desde el punto de vista de trabajabilidad, mostraron un desempeño similar al de la mezcla patrón.

En la determinación experimental de la resistencia de los bloques de arcilla revestidos con mortero tradicional y mortero con fibra añadida, se obtuvo una mayor tendencia los reforzados con fibras de polipropileno, presentando un mejor desempeño la dosificación equivalente al 50% de fibra recomendada, esto es debido a la pésima adherencia que muestra la mezcla reforzada con un 100%; ya que al momento de ensayarlos ocurría la separación del bloque de una o ambas caras del morteros antes de que se generará una falla en conjunto, por lo que le sustrae una resistencia considerable.

Al realizar la evaluación de los resultados obtenidos de los bloques de arcilla revestidos con las diferentes mezclas de mortero podríamos deducir que, sin duda alguna, reforzar el mortero que reviste a los bloques de arcilla con fibra de polipropileno mejora significativamente su desempeño. Sin embargo, el añadir una mayor cantidad de fibra fue irrelevante hasta un cierto punto en que la mezcla perdió adherencia al bloque, lo cual impactó de forma negativa en su rendimiento como paredes de mampostería.

## RECOMENDACIONES

Se deben incluir las características y especificaciones de los agregados arena y cemento en el diseño de mezcla, debido a que en la NORMA COVENIN 83, no se encuentran.

Elaborar ensayos complementarios a mezclas de mortero tales como: determinación de la resistencia a tracción, adherencia, impacto, permeabilidad y exposición al fuego.

Al aplicar el friso se debe tener cuidado que el espesor de la capa se encuentre en un rango aproximado entre 1 a 2,5 cm, de tal forma que se garantice que la composición bloque-revestimiento aporte su máxima efectividad en cuanto a adherencia y resistencia.

Plantear investigaciones similares con morteros reforzados con otro tipo de fibras. Elaborar los ensayos de los elementos prismas y pilares conformados por bloques con friso de mortero con fibras, para evaluar su desempeño en conjunto y obtener así un acercamiento mayor a la realidad.

Evaluar muros de mampostería confinada y no confinada a escala real revestidos con mortero reforzado con fibras, de manera de evaluar su uso en viviendas populares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, Orlando. (S/F). **Estadística**. (En Línea). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos94/trabajo-estadistica-tejera/trabajo-estadistica-tejera.shtml#ixzz3hDWIEHtO>.

Arias, F. (2006). **Proyecto de investigación: introducción a la metodología científica (5° ed.)**. Editorial Episteme. Caracas.

Aular, Mariela. (2010). **Instructivo para la Transcripción de los Proyectos de Investigación**. Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Briceño, E. y Cardona, E. (2015). **Evaluación de la resistencia de morteros de cemento reforzado con fibras utilizados como friso base**. Trabajo especial de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

Laboratorio Global de Construcción LGC. (2011). **Fibras de Polipropileno**. (En Línea). Disponible en: <http://labgloc.com/fiber/index.php>.

Lugo, Sandra, (S/F). **Manual para la realización de prácticas de laboratorio en la asignatura Materiales y Ensayos de la carrera de ingeniería civil en la universidad de Carabobo**. Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Marinilli A y Castilla C (2007), "**Evaluación sismoresistente de muros de mampostería confinada con dos o más machones**". Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.

Martínez E y Villalobos F (2013). **Evaluación del comportamiento frente a cargas laterales de elementos estructurales utilizados en mampostería confinada, mediante la sustitución del agregado grueso por fibras comerciales.** (En línea). Disponible en <http://hdl.handle.net/123456789/1868>.

Moreno, Omar. (2010). **Fibra de Polipropileno para Hormigón.** (En Línea) Disponible en: <http://tecnologiaenlaconstruccion.blogspot.com/2010/12/fibra-de-polipropileno-para-hormigon.html>

Muñoz, M. y Seco, C. (2014). **Evaluación de bloques revestidos con Mortero Reforzado con Fibras de Acero.** (En línea). Disponible en <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v22n1/art06.pdf>. Trabajo especial de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

Muñoz, Fernando. (2011). **Comportamiento Mecánico del Hormigón Reforzado con Fibra de Polipropileno Multifilamento: Influencia del Porcentaje de Fibra Adicionado.** (En Línea) Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13552/pfg%20completo.pdf?sequence=1>. Taller Proyecto Final de Grado en Materiales Avanzados, Universidad Politécnica de Valencia.

Norma COVENIN 484-93, Cemento Portland. **Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cubicas de 50,8mm de lado.**

Orus, F , (1985), **Materiales de Construcción**, Editorial DOSSAT,S.A.

Peña, Miguel. (2005) **Reparación de muros de albañilería de Ladrillos cerámicos con estuco armado con Malla de fibra de vidrio.** (En línea). Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcp419r/doc/bmfcp419r.pdf>. Tesis de Pregrado, Universidad Austral de Chile.

## ANEXOS

