



**FABRICACIÓN Y REFORZAMIENTO DE BLOQUES DE TIERRA  
COMPACTADA (BTC) EN BOGOTA BAJO LA REUTILIZACIÓN DE LAS  
FIBRAS DE LA POLI SOMBRA**

**Lizeth Giovanna Barrera Martínez**

**Francy Nataly Buitrago Martin**

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Bogotá D.C., Colombia

BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

**FABRICACIÓN Y REFORZAMIENTO DE BLOQUES DE TIERRA  
COMPACTADA (BTC) EN BOGOTA BAJO LA REUTILIZACIÓN DE LAS  
FIBRAS DE LA POLI SOMBRA**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título

de:

**Arquitectas**

**Lizeth Giovanna Barrera Martínez**

**Franco Nataly Buitrago Martin**

Director (a):

Arq. José Alcides Ruiz

Línea de Investigación:

Hábitat tecnológico e innovación.

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Bogotá D.C., Colombia

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## *Dedicatoria*

*A mi madre*

*A tu paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado.*

### **Agradecimientos**

El presente trabajo de tesis lo agradecemos a la Universidad La Gran Colombia por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A nuestro director de investigación y tesis de grado Arq. José Alcides Ruiz por todo su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia han logrado que podamos terminar nuestros estudios con éxito.

A el Profesor y Arquitecto Andrés González por su paciencia y dirección en el proceso de la realización de la tesis

A el Arq. Darío Angulo dueño de Tierra Tec, que quien por su visión crítica, rectitud en su profesión como arquitecto nos permitió desarrollar parte de nuestra investigación en su empresa y con su equipo de trabajo.

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## **Resumen**

El reforzamiento estructural de Bloques de Tierra Compactada con fibras de polisombra reutilizada se realizó en un principio de manera deductiva donde se observó que los bloques no respondían de manera estructural, por lo cual fue necesario en este caso reforzarlo y estabilizarlo con fibras de polisombra reutilizada que cumplen con las características necesarias para hacer el refuerzo, así mismo el material tierra y los bloques con polisombra fueron sometidos a pruebas y ensayos de laboratorio para dar como resultado el mejoramiento de su resistencia a compresión donde su resultado fue de  $41,87 \text{ kg f/cm}^2$ , superando la norma NTC 4017 donde lo mínimo es de  $20 \text{ kg f/cm}^2$ .

### **Palabras clave:**

**Bloques**

**Tierra.**

**Reciclaje.**

**Plástico.**

**Estructura.**

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## **Abstract**

The structural reinforcement of Earth Blocks Compacted fiber reused polisombra was performed initially deductively where it was observed that the blocks did not respond structurally, so it was necessary in this case reinforce and stabilize fiber polisombra reused to meet the necessary features to make the reinforcement, also the material earth and polisombra blocks were subjected to laboratory tests and trials to result in improved resistance to compression where the result was 41.87 kg f / cm<sup>2</sup>, exceeding the standard NTC 4017 where the minimum is 20 kg f/cm<sup>2</sup>.

Keywords:

Blocks

Earth.

Recycling.

Plastic.

Structure.

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## Contenido

Pág.

Resumen

Lista de figuras y figuras

Lista de Símbolos y abreviaturas

<u>Introducción</u>	<u>1</u>
<u>Antecedentes</u>	<u>2</u>
<u>Formulación</u>	<u>5</u>
<u>Justificación</u>	<u>7</u>
<u>Objetivos</u>	<u>10</u>
<u>Marcos referenciales</u>	<u>11</u>
<b><u>Construcciones en tierra</u></b>	<b><u>24</u></b>
<u>Generalidades del material tierra</u>	<u>25</u>
<u>Procesos heterogéneos de tierra con otros materiales</u>	<u>26</u>
<u>Estabilización sin aportes de estabilizante</u>	<u>28</u>
<b><u>Bloques de Tierra Compactada</u></b>	<b><u>35</u></b>
<u>Materiales del BTC</u>	<u>36</u>
<u>Ciclo Global de vida del BTC</u>	<u>38</u>
<u>Proceso de producción del BTC</u>	<u>39</u>
<b><u>Bloque de tierra compactada características</u></b>	<b><u>47</u></b>
<u>Producción</u>	<u>48</u>
<u>Características de las prensas</u>	<u>48</u>
<u>Tipos de prensas</u>	<u>48</u>
<u>Otras Características</u>	<u>49</u>
<b><u>Poli Sombra para BTC</u></b>	<b><u>52</u></b>
<u>Propiedades Generales de la Poli sombra</u>	<u>52</u>

## BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

<u>Características de la Poli sombra</u>	<u>53</u>
<u>Propiedades Generales</u>	<u>54</u>
<u>Proceso de reciclaje de la Poli sombra</u>	<u>56</u>
<u>Pruebas de campo</u>	<u>60</u>
<u>Ensayos de laboratorio para caracterizar el material tierra</u>	<u>72</u>
<u>Ensayo de granulometría</u>	<u>72</u>
<u>Limites de Atterbeg</u>	<u>78</u>
<u>Limite plástico</u>	<u>78</u>
<u>Límite liquido</u>	<u>82</u>
<u>Pruebas de laboratorio para mampuestos</u>	<u>88</u>
<u>Prueba de compresión</u>	<u>88</u>
<u>Prueba de absorción de agua</u>	<u>90</u>
<u>Prueba de peso unitario</u>	<u>93</u>
<u>Prueba de abrasión</u>	<u>95</u>
<u>Recomendaciones y conclusiones</u>	<u>101</u>
<u>Conclusiones</u>	<u>101</u>
<u>Recomendaciones</u>	<u>105</u>
<u>Bibliografía</u>	<u>106</u>

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## Lista de Tablas y Figuras

### Tablas

Tabla 1 Resultado de ensayos a pilas y muretes de BTC	13
Tabla 2 Materia prima utilizada en Tesicol	22
Tabla 3 Características BTC estabilizados e inestabilizados	32
Tabla 4 Diferencias entre adobe y BTC	34
Tabla 5 Proporción optima de cada componente de la tierra para BTC	36
Tabla 6 Fases de producción del BTC	39
Tabla 7 Análisis y pruebas de la tierra	40
Tabla 8 Ficha técnica BTC de Tierra Tec	45
Tabla 9 Comparación características del polietileno de alta densidad y baja densidad	53
Tabla 10 Síntesis de los resultados de las pruebas de campo del material tierra	71
Tabla 11 Orden de los tamices utilizados en la prueba de granulometría	74
Tabla 12 Análisis granulométrico del material	77
Tabla 13 Análisis limite plástico	82
Tabla 14 Análisis limite liquido	87
Tabla 15 Requerimientos mínimos para bloques de tierra prensada	88
Tabla 16 Análisis resultados prueba de compresión	90
Tabla 17 Análisis resultado prueba absorción de agua	93

## BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

Tabla 18 Resultados peso unitario	95
Tabla 19 Resultado prueba de abrasión	98
Tabla 20 Resumen de resultados pruebas de laboratorio de mampuestos	99
Tabla 21 Comparación resultados de las pruebas de mampuestos entre los requisitos de la norma NTC 4017, nuestra propuesta y los BTC fabricados en Tierra Tec	100

### **Figuras**

Figura 1 Sectores que generan desechos	8
Figura 2 Ensayo a compresión y flexión lateral	12
Figura 3 Prueba de laboratorio a compresión	16
Figura 4 Comparación de un ladrillo cocido con un BTC	17
Figura 5 Prueba de laboratorio de muretes	20
Figura 6 Mezclado de materiales	42
Figura 7 Prensado para la producción de BTC	43
Figura 8 Fase del secado del BTC	44
Figura 9 Tipos de Poli Sombra	54
Figura 10 Recogida y separación de la Poli sombra	57
Figura 11 Acondicionamiento, reciclado y transformación de la Poli sombra	58

## BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

Figura 12 Propiedades del producto obtenido	59
Figura 13 Equipo requerido para realizar la prueba de inspección visual	60
Figura 14 Composición granulométrica de la tierra	61
Figura 15 Prueba sensación al tacto	62
Figura 16 Equipo requerido para prueba de sedimentación simplificada	63
Figura 17 Muestra de tierra con agua	64
Figura 18 Resultado prueba de sedimentación	65
Figura 19 Procedimiento prueba de la sacudida	66
Figura 20 Fabricación pastillas de tierra en copas plásticas	67
Figura 21 Pastillas oprimidas con los dedos	67
Figura 22 Procedimiento prueba del brillo	68
Figura 23 Procedimiento prueba del cordón	69
Figura 24 Procedimiento prueba de la cinta	70
Figura 25 Materiales y equipos para Granulometría	72
Figura 26 Procedimiento prueba de granulometría	75
Figura 27 Material y equipo prueba límite plástico	79
Figura 28 Procedimiento prueba límite plástico	81
Figura 29 Material y equipo requerido para la prueba del límite líquido	83
Figura 30 Procedimiento prueba límite líquido	86

## BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

Figura 31 Procedimiento prueba de compresión	89
Figura 32 Procedimiento prueba absorción de agua	92
Figura 33 Procedimiento prueba peso unitario	94
Figura 34 Procedimiento prueba de abrasión	97

# BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA REFORZADO CON POLI SOMBRA

## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
<i>A</i>	Área	m <sup>2</sup>	$\iint dx dy$
<i>C</i>	Longitud de la cuerda	M	Figura 3-4
<i>L</i>	Longitud	M	<i>DF</i>
<i>V</i>	Volumen	m <sup>3</sup>	$\int dr^3$

### Subíndices

Subíndice	Término
Bm	Materia orgánica
T	Total
wf	Libre de agua
Waf	Libre de agua y ceniza



## Introducción

En la actualidad, el ladrillo se presenta como uno de los materiales más utilizados en la construcción como en cerramientos, fachadas y muros divisorios de viviendas. La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como mampostería existiendo gran variedad de ellos por la facilidad que tienen al momento de construir. Los costos de construcción de mampuestos son altos con tendencia a incrementarse, lo que origina que cierta población no puede acceder a ellos. Para los sectores de altos ingresos actualmente existe una sobre oferta de materiales mientras que para los sectores de menos recursos algunos de esos materiales son inaccesible; en estos últimos sectores la autoconstrucción sigue siendo la alternativa constructiva más factible, sin embargo, debe contar con el apoyo técnico y financiero adecuado, permitiendo fabricar y realizar sistemas constructivos con materiales como el BTC reforzado estructuralmente con poli sombra obtenida de los desechos plásticos de la construcción y que son principales contaminantes del ambiente, formaría parte de una estructura que serviría de mampuesto, para infinidad de usuarios, siendo un material económico, duradero, resistente, ligero y térmico. Dicha implementación requiere un análisis previo de diferentes variables del material del mampuesto en el que competirá el nuevo material con los ya existentes, por lo cual todas las variables del material serán analizadas por medio de esta investigación, los resultados obtenidos servirán para establecer estrategias que se deberán desarrollar en la fábrica de los mampuestos con el reforzamiento por medio de la Poli sombra.



