

**BTC CON ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA COMO SOLUCIÓN  
A LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO  
NIMAIMA.**

Karen Bustamante

Danny Mendoza Mantilla

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

título de:

**Arquitecto**

Director (a):

Arquitecto José Alcides Ruiz

Línea de Investigación:

Hábitat Tecnológico y Construcción

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Bogotá, Colombia

2016

## Contenido

<b>1</b>	<b>APÉNDICE: ABREVIATURAS</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
<b>5</b>	<b>FORMULACIÓN PROBLEMA</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
<b>6</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
<b>7</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
<b>8</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
	<b>8.1 Objetivo General</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>8.2 Objetivos Específicos</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
<b>9</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
<b>10</b>	<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS</b> .....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
	<b>10.1 Prueba de suelos:</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.2 Procedimiento:</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.3 Selección de la tierra</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.4 Pruebas manuales</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.5 Estabilización y preparación de la mezcla</b> . ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.6 Ensayos tierra comprimida:</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.7 Ensayo compresión BTC:</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.8 Ensayo compresión seca:</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	
	<b>10.9 Procedimiento</b> ..... ¡Error! Marcador no definido.	

<b>11</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>12</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	<b>12.1 BTC. Bloques de Tierra Comprimida.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>12.1.1 Fabricación BTC .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>12.2 CBC. Ceniza de bagazo de caña.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>12.3 Guadua .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>13</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	<b>13.1 Auto construcción.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>13.2 Vivienda de bajo costo .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>13.3 Area rural.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>13.4 Traslferencia tecnológica .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>13.5 Bioclimática.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>14</b>	<b>ANÁLISIS DEL SECTOR SELECCIONADO.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	<b>14.1 Tipología de viviendas Vereda Cálamo.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>14.2 Análisis Climatológico.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>14.2.1 Climograma Nimaima.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>14.2.2 Diagrama de temperatura Nimaima .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>14.2.3 Tabla climática .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	<b>14.2.4 Rosa de los vientos.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

- 15 **RESULTADOS** .....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 16 **PROPUESTA VIVIENDA** .....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 17 **CONCLUSIONES GENERALES**.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

17.1 **Conclusiones Extraídas de las Pruebas de Laboratorio** ;Error! Marcador no definido.

- 18 **RECOMENDACIONES** .....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 19 **LOCALIZACIÓN**.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- 20 **BIBLIOGRAFÍA**.....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## 1 Apéndice: Abreviaturas

Bloques de tierra comprimida BTC

Ceniza de caña de azúcar CBC

Micrómetro  $\mu\text{m}$

Mega pascal MPa

Kilo newton kN

Sílice  $\text{SiO}_2$

Oxidó de Aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Óxido de hierro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Óxido de calcio  $\text{CaO}$

## 2 Resumen

Nimaima es un municipio de Cundinamarca productor de panela, valiéndose de trapiches para la extracción del preciado jugo de la caña, de cuyo proceso se obtiene el bagazo utilizado en la quema para la combustión de los trapiches. De esta quema se obtiene la ceniza que es desechada sin tener en cuenta sus grandes propiedades como puzolana natural rica en Sílice. Estudios realizados a la ceniza como reemplazo parcial del cemento para fabricar bloques, demuestran que es posible incluir la ceniza como aditivo en la fabricación de BTC, (bloques de tierra comprimida) por sus niveles aceptables de desarrollo de resistencias. <sup>1</sup> De igual forma el uso de guadua tipo *Angustifolia Kunth* por su gran valor estructural como material constructivo.

La múltiple variedad de materiales que se encuentran en el entorno, son desaprovechadas por el desconocimiento o por la incredulidad. Ha hecho dependiente al hombre de materiales industrializados cuyo proceso demandan de grandes cantidades de energías no renovables, como

---

<sup>1</sup> Investigadores de la Escuela Politécnica Superior de Linares de la Universidad de Jaén han evaluado la viabilidad de utilizar las cenizas procedentes del proceso de combustión de biomasa como material alternativo al cemento en la elaboración de bloques de construcción. “An evaluation of bottom ash from plant biomass as a replacement for cement in building blocks”. 2014.

lo son bosques maderables o el gas natural, contribuyendo a la creación de gases tipo invernadero que son una amenaza a la humanidad.

En contravía a esto se pretende generar una solución de vivienda rural con materiales autóctonos en el municipio de Nimaima Cundinamarca, donde sea la misma población la que se apropie de ellos mediante la autoconstrucción, junto a un plan estratégico de transferencia tecnológica, implementar este sistema para ayuda a solventar la necesidad de vivienda en zona rural de Nimaima, contribuyendo económica, social, y ambientalmente a su comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** Vivienda rural, autoconstrucción, transferencia tecnológica, BTC, CBC, sostenibilidad.

### **3 Introducción**

En los orígenes de la humanidad las primeras viviendas y ciudades fueron construidas con tierra cruda. Hoy en día se construye con materiales que consumen mucha energía de difícil reciclaje y generalmente contienen elementos tóxicos, siendo el sector de la construcción uno de los principales productores de residuos y devoradores de materiales y energía. Se hace indispensable replantear la forma en que se están produciendo estos materiales y de cómo la gente se apropia de estos. La industrialización ha marginado los sistemas vernáculos catalogándolos de ineficientes y de mala calidad, cuando en realidad fueron sistemas sostenibles que no produjeron ningún impacto ambiental, como el caso de la tierra disponible en cualquier lugar y de forma abundante, un material vivo, que purifica las toxinas entre otras cualidades. Desafortunadamente no se le ha dado la importancia que merece como un sistema capaz de cumplir con los estándares técnicos para ayudar a cubrir la demanda de vivienda en el mundo.

Se debe tener en cuenta la forma en que el ser humano se apropia de sus recursos ya que actualmente el mundo está obsesionado por el consumismo donde la tecnología pasa a facilitar y acelerar los procesos de producción, estos alimentados por energías no renovables consumen paulatinamente los recursos del planeta hasta agotarlos lentamente, punto crucial para la supervivencia ya que no hay gran fuerza por parte de la industria por fabricar productos sostenibles que ayuden a cambiar la mentalidad destructiva y consumista que se tiene.

Se pretende mediante esta investigación difundir el conocimiento de la autoconstrucción de vivienda con materiales locales utilizando bloques de tierra comprimida con adición de ceniza de caña de azúcar como material de cerramiento y la guadua como parte estructural, con el que se propondrá un módulo habitacional cuyo proceso constructivo se ilustrara paso a paso mediante una cartilla que será transmitida a la vereda del Cálamo del municipio de Nimaima Cundinamarca. Como una oportunidad social y económica de incentivar a esta y demás comunidades a apropiarse de sus recursos y trabajar en pro de mejorar su calidad de vida.





