



## RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL SUPERADOBE, USANDO FIBRAS DE CABUYA Y POLIPROPILENO COMO CONTENEDOR.

**Marco Javier Palacios Carvajal**

Universidad Nacional de Chimborazo, ECUADOR

Máster en Gestión Ambiental, Diplomado en Desechos Sólidos, Ingeniero Civil. Coordinador del Plan de Contingencia CONESUP – UNACH, Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Docente en la Escuela de Ingeniería Civil, Miembro del directorio de la Cámara de Construcción de Riobamba, Planificación Estratégica en la Gestión Pública, Instituto Nacional de Administración Pública (República Dominicana). Consultor en varias Instituciones.

[ipalacios@unach.edu.ec](mailto:ipalacios@unach.edu.ec)

**Tito Oswaldo Castillo Campoverde**

Universidad Nacional de Chimborazo, ECUADOR

[tcastillo@unach.edu.ec](mailto:tcastillo@unach.edu.ec)

Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 1993; Magister en Gestión de proyectos socio productivos, Universidad Tecnológica Indoamericana, Ecuador, 2009; Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Área Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile 2018; Docente de la Universidad Nacional de Chimborazo en la Facultad de Ingeniería.

**Carmen Edith Donoso León**

Universidad Nacional de Chimborazo, ECUADOR

Master en Gestión Académica Universitaria, Maestría en Ciencias de la Educación Aprendizaje de la Física, Diplomado en Docencia Universitaria y Dra. En Física, Docente de la carrera de Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Chimborazo.

[edonosos@unach.edu.ec](mailto:edonosos@unach.edu.ec)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Marco Javier Palacios Carvajal, Tito Oswaldo Castillo Campoverde y Carmen Edith Donoso León (2018): "Resistencia a compresión del superadobe, usando fibras de cabuya y polipropileno como contenedor", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (diciembre 2018). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/12/resistencia-compresion-superadobe.html>

### RESUMEN

El Ecuador está en una zona de alta vulnerabilidad sísmica, es común que las zonas inhóspitas o en las azotadas por catástrofes naturales se concentra la población con bajos recursos, y donde se construyen casas siguiendo metodologías constructivas tradicionales, con materiales al alcance de la mano (Monte, 2014).

Esta investigación tiene como objetivo la obtención de mampuestos de Superadobe, que presente buenas características a fuerzas de compresión, utilizando suelo del sitio que no perjudique las características del Superadobe, cemento, agua, alambre de púas, sacos de cabuya, yute (sacos de polipropileno); la cual permite construir domos habitables, como una

solución práctica, económica y confiable en el sector de la bio-construcción. Se usaron tres dosificaciones de Superadobe, y se elaboraron las probetas de estudio las cuales fueron sometidas a compresión utilizando una Prensa Hidráulica. Las pruebas de resistencia se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días, lo que permitió realizar una comparación entre la resistencia de compresión de ladrillos macizos producidos en el cantón Chambo con la resistencia del Superadobe, demostrando la superioridad en términos de resistencia de los bio-mampuestos estudiados.

El uso de los mampuestos de superadobe con las fibras de cabuya y polipropileno en los sacos como contenedor; se obtuvo un mejor valor de 20.592 MPa con la dosificación B y saco de cabuya, siendo muy superior al mampuesto de ladrillos común y estadísticamente significativo con una  $p < 0.05$ .

**Palabras claves:** Superadobe, resistencia, cabuya, polipropileno y compresión.

## **ABSTRACT**

Ecuador is in an area of high seismic frequency, it is common in inhospitable areas or in those hit by natural catastrophes is concentrated in the population with natural resources, and where the following traditional methodological construction practices are built, with materials within reach of the hand (Monte, 2014).

This research aims to obtain superadobe masonry, which is presented with the characteristics of compression forces, the use of a site that does not harm the characteristics of the Superadobe, cement, water, barbed wire, bags of cabuya, jute (polypropylene bags) ); which allows to build habitable domes, as a practical, economic and reliable solution in the bio-construction sector. Three dosages of Superadobe were used, and the following study questions were elaborated. The resistance tests were converted at the ages of 7, 14 and 28 days, a comparison was made between the compression strength of solid bricks in the canton Chambo with the resistance of the Superadobe, demonstrating the superiority in terms of resistance of the bio- studied maths.

The use of the surplus masonry with the leather and polypropylene fibers in the bags as a container; A better value of 20,592 MPa was obtained with the B dosage and bag of cabuya, being much higher than the common and statistically significant brick masonry with a  $p < 0.05$ .

**Keywords:** Superadobe, resistance, cabuya, polypropylene and compression.

## 1. INTRODUCCION

Hoy en día, las obras civiles son muy criticadas por su vulnerabilidad sísmica dado que la población construye sus casas siguiendo metodologías constructivas tradicionales, rudimentarias y no técnicas con materiales que están al alcance de la mano; además no cuentan con la ayuda técnica de un ingeniero civil por lo cual estas edificaciones presentan problemas estructurales ante cualquier evento sísmico o en el peor de los casos llegan a colapsar (González & Álvarez, 2013).

Para resolver esta dificultad se necesita una solución constructiva que no simplemente solucione el problema de resistencia de las edificaciones sino también debe ser económico para que las personas con limitados recursos económicos puedan construir su vivienda con la materia prima disponible en el propio entorno (Canadell, 2014).

Existen diversos sistemas de construcción, los principales son: casas de hormigón armado, mixtas, de madera y de estructuras metálicas. Otra técnica es la de Superadobe, la cual consiste en introducir tierra estabilizada con cemento, para mejorar las características resistentes del suelo, dentro de sacos que son capaces de resistir esfuerzos de tracción. Con el uso de armados de alambre de púas se aporta adherencia entre los sacos (González & Álvarez, 2013).

Superadobe, es una técnica sencilla diseñada para la construcción de viviendas también conocida como "velcro adobe", utilizando sacos llenos de tierra recogida del mismo sitio, superpuestos entre sí por alambres ayudando al trabe de cada hilada, apilados entre sí para dar más consistencia a la estructura, habitualmente son tipo cúpula y ábsides, para crear resistencia a los sismos; entre las ventajas del sistema constructivo están: coste bajo de construcción, sostenibilidad, complicidad con el medio ambiente, larga durabilidad y resistente (Andino, 2014).

En ocasiones se utilizan sacos individuales, los cuales se colocan uno al lado del otro, pero también se emplean a manera de saco continuo. Es posible construir casas en forma de domos para aprovechar las ventajas estructurales que ésta muestra y responden a acciones horizontales de sismos (Canadell, 2014)

Bien, para esta investigación utilizaremos dos tipos de fibras para los sacos: cabuya y polipropileno, este tipo de sacos son de fácil acceso por su bajo coste y disponibilidad en el mercado. Las dos fibras presentan diferentes usos más sin embargo sus ventajas coinciden en bajo coste, fácil transporte y trabajabilidad; sin embargo se debe comprobar el funcionamiento de estos materiales de construcción para que cumpla con las características adecuadas de

resistencia siendo sustentable, amigable con el ambiente y de bajo costo de elaboración (Izurieta, 2012; Moles, 2005).

Se realizaron probetas de mampuesto de superadobe con diferentes dosificaciones con los sacos de fibras de cabuya y polipropileno para analizar sus propiedades mecánicas y poder compararlas con un ladrillo convencional como control; se ensayaron probetas de 7, 14 y 28 días de edad para verificar su desarrollo mecánico, realizando pruebas de granulometría, límite plástico, resistencia a la compresión, entre otros.

## **2. DESARROLLO**

Podemos indicar que los conocimientos y saberes ancestrales y tradicionales son todas aquellas creencias y prácticas habituales que nuestros pueblos han guardado y divulgado entre generaciones, mediante la convivencia comunitaria y las tradiciones entre las poblaciones originarias (Andino, 2014).

Para resolver esta dificultad se necesita dar una solución constructiva que no simplemente solucione el problema de resistencia de las edificaciones sino también debe ser económico para que las personas con limitados recursos económicos puedan construir su vivienda con la materia prima disponible en el propio entorno (Monte, 2014).

Existen diversos sistemas de construcción, los principales son: casas de hormigón armado, mixtas, de madera y de estructuras metálicas. Otra técnica es la de Superadobe, la cual consiste en introducir tierra estabilizada con cemento, para mejorar las características resistentes del suelo, dentro de sacos que son capaces de resistir esfuerzos de tracción. Con el uso de armados de alambre de púas se aporta adherencia entre los sacos (Rodríguez, 2008).

En ocasiones se utilizan sacos individuales, los cuales se colocan uno al lado del otro, pero también se emplean a manera de saco continuo. Es posible construir casas en forma de domos para aprovechar las ventajas estructurales que ésta muestra y responden a acciones horizontales de sismos (Gonzales, 2013).

Para la presente investigación se definió los principales materiales.

**2.1. SUPERADOBE**, es una técnica sencilla diseñada para la construcción de viviendas también conocida como "velcro adobe", utilizando sacos llenos de tierra recogida del mismo sitio, superpuestos entre sí por alambres ayudando al trabe de cada hilada, apilados entre sí para dar más consistencia a la estructura, habitualmente son tipo cúpula y ábsides, para crear resistencia a los sismos; entre las ventajas del sistema constructivo mencionamos: coste bajo de construcción, sostenibilidad, complicidad con el medio ambiente, larga durabilidad y resistente.(Andino, 2014)



**Figura 1** Superadobe en la ciudad de Riobamba, en el campus Msc. Edison Riera de la UNACH.

**Fuente:** Los Autores.

**2.2. Suelo común,** La tierra es el material principal de la técnica de Superadobe, ya que es abundante y con buenas características a presión. En la actualidad muchos son los oferentes de sacos de arena algunos ofertan características de resistencia en sus sacos de tierra incluso la resistencia ante inundaciones más sin embargo para superadobe solo es necesario que la tierra no tenga impurezas orgánicas que puedan afectar su rendimiento mecánico (Monte, 2014).



**Figura 2** Suelo común o tierra

**Tomado de:** Miranda, 2016

**2.3. Cemento portland Tipo I,** Es un conglomerante hidráulico, es decir que fraguan y se endurecen al reaccionar químicamente con el agua, produciendo compuestos mecánicamente resistentes y durables.

En el Superadobe, este material que reaccionará al entrar al contacto con el oxígeno externo permitiendo agregar resistencia y dar forma al momento de plastificar el saco.



**Figura 3** Saco de cemento portland tipo I

**Fuente:** Los autores

**2.4. Alambre de Púas,** El alambre de púas, fabricado de alambre galvanizado, entrelazando los hilos y trenzando la púa entre los dos alambres longitudinales. Se recomienda el empleo de alambre de espino de acero galvanizado de 4 púas, ya que aporta adhesividad a la interface entre sacos. (Duque, 2012)



**Figura 4** Alambre de púas

**Fuente:** Los autores

**2.5. Sacos de Polipropileno,** más conocidos como sacos de yute, el yute es un extracto lipidico de la corteza de la planta del yute blanco y, en menor cantidad, del yute rojo, es una fibra natural con un brillo sedoso dorado (Rodriguez, 2008) .

Su descomposición para la obtención de la fibra como tal proviene de varias fragmentaciones de lípidos generales de las cuales se pondera su beneficio en el uso. El yute es un cultivo anual que se desarrolla en cerca de 120 días entre abril/mayo y julio/agosto (Izurieta, 2018) .

La fibra de yute es 100% biodegradable y reciclable y, por consiguiente, inocua para el medio ambiente. Una hectárea de plantas de yute consume cerca de 15 toneladas de dióxido de carbono y libera 11 toneladas de oxígeno. En las rotaciones, el cultivo del yute enriquece la fertilidad del suelo para la cosecha siguiente. Su combustión no genera gases tóxicos (Duque, 2012).

Por las características del yute mencionadas el saco de este material es poroso por lo que permite una reacción de la mezcla con el oxígeno externo logrando que el saco con la mezcla pueda ser desplazado y moldeado con facilidad, este atribuye al sistema una característica de encofrado (Moles, 2005).

Si bien a este tipo de sacos se les atribuye muchos usos de empaquetado, tejidos equipos de manufactura y demás se puede asegurar que proveen de gran resistencia contra diversos solventes químicos que se presentan al momento de su aplicación como los álcalis y ácidos (Rodriguez, 2008).



**Figura 5** Saco de yute

**Fuente:** Los autores

**2.6. Saco de cabuya,** La cabuya es una planta sumamente rústica, que se ha explotado en Ecuador desde tiempos inmemoriales, esta fibra está clasificada como dura y es inadecuada para la fabricación de ropa, se la usa principalmente para fabricar sogas y demás afines, en la industria actualmente se la usa para la manufactura de colchones tapetes y tapicería (Canadell, 2014).

En la actualidad la fabricación de productos artesanales de cabuya entre ellos los sacos de empaque atraviesa una profunda crisis económica, dando paso a la introducción de fibras sintéticas, desconociendo sus características naturales y de resistencia que tiene esta fibra vegetal que tiende a desaparecer (Aguilar, 2007).

La extracción de la cabuya hasta la obtención de la fibra de cabuya es un proceso de muchos recursos sin embargo se han realizado varios experimentos en cuanto a la extracción química, influencia del óxido de sodio y tiempo de cocción de las fibras para mejorar sus características (Aguilar, 2007).

Esta fibra en el mercado es de renombre por su color, textura y otra serie de características físicas que hacen de uso algo innovador pero además causando el mínimo impacto ambiental durante su vida útil e incluso en el momento de su deterioro total (Duque, 2012).

La cabuya está compuesta físicamente por un 85% de humedad, 6% de celulosa, 8% de materia orgánica y amorfa con presencia de sacarosa principalmente y 1% de minerales entre ellos el sodio y magnesio (Gonzales, 2013).

Los sacos elaborados con esta fibra son biodegradables y presentan características especiales respecto al producto que en ellos se empaque, existen varias medidas de ellos estandarizados de acuerdo con las necesidades del empleo (Izurieta, 2012).



**Figura 6** Saco de cabuya  
**Fuente:** Los autores

Las interacciones de estos materiales no hacen más que asegurar el funcionamiento mecánico de la estructura del superadobe, la ventaja similar entre todos los materiales descritos es la accesibilidad y fácil manejo, sin embargo, la ayuda de un técnico no estaría demás en cualquier proceso constructivo.

### 3. MATERIALES Y METODOS

En la investigación se realizó un estudio experimental, pues se manipula las condiciones del experimento sujetos a temperaturas, humedades demás; se determinó una total de 54 probetas de superadobe utilizando 3 diferentes dosificaciones, las mismas que fueron empacadas en sacos de polipropileno y cabuya, siendo todas expuestas a pruebas de resistencia a la compresión.

Se procede a elaborar 3 dosificaciones de Superadobe que contendrá suelo común, cemento, agua, sacos de polipropileno o cabuya, trabados con dos hiladas de alambre de púas.

Dosificación A: 250 kg de Suelo común - 50 Kg de Cemento – 66.54 Kg de agua

Dosificación B: 250 kg de Suelo común - 62.5 kg de Cemento – 76.6 Kg de agua

Dosificación C: 250 kg de Suelo común - 37.5 kg de Cemento – 64.8 Kg de agua

Con estas dosificaciones y su empacado en los diferentes sacos se realizaron los ensayos a continuación descritos.

**Granulometría:** Es un ensayo que nos permite determinar el porcentaje granulométrico de las partículas de áridos con el fin de analizar su tipo y sus propiedades mecánicas.

El análisis granulométrico se lo realiza con la ayuda de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 696, la cual indica que el método de ensayo se lo realiza por tamizado.



*Figura 7 Prueba de granulometría  
Tomado de: Miranda, 2016*

**Contenido de humedad:** Es la relación entre la masa del agua dentro de los poros y la masa de las partículas sólidas, Este proceso se describe en la norma INEN 690.





**Figura 8** Contenido de humedad  
**Tomado de:** Miranda, 2016

**Peso Específico:** define este proceso como la masa de las partículas del árido, saturado superficialmente seco, por unidad de volumen, incluyendo el volumen de poros impermeables y poros permeables llenos de agua, sin incluir los vacíos entre partículas, descrito en la norma INEN 856.

**Límite Líquido:** Está definido como el contenido de humedad en el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado plástico para pasar al estado líquido.

Este ensayo, se elabora en base a la Norma INEN 691, utiliza el equipo Casagrande y el material de suelo que pasa por el tamiz #40.



**Figura 9** Ensayo de límite líquido  
**Tomado de:** Miranda, 2016

**Límite plástico:** Está definido como el contenido de humedad, en el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado semisólido y el estado plástico. Este ensayo debe realizarse con la porción de suelo que pasa por el tamiz #40, como lo establece la NORMA INEN 692.



**Figura 10** Prueba de Limite plástico  
**Tomado de:** Miranda, 2016

**Ensayo a la compresión:** Este ensayo técnico, permite comprobar la resistencia de un material ante un esfuerzo a la presión o compresión, ejerciendo una carga sobre él, utilizando una maquina universal. La Norma INEN 294, establece el método de ensayo de ladrillos cerámicos que se emplean en albañilería para determinar su resistencia a la compresión.



**Figura 11** Ensayo de compresión de las muestras  
**Tomado de:** Miranda, 2016

#### 4. RESULTADOS

##### Ensayo de granulometría. -

En la tabla 1, se muestran los valores de los porcentajes de masa que se retiene en cada uno de los tamices utilizados, se observa que todos los valores se encuentran en los rangos de límites específicos de serie de suelos finos por tan deducimos que la tierra a utilizarse en las dosificaciones es suelo fino.

*Tabla 1 Resumen de Granulometría*

CUADRO RESUMEN DE LA GRANULOMETRÍA							
TAMICES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	Límites Específicos Serie Finos	
3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100
N° 4	98,00	98,60	91,58	96,8	94,19	95	100
N° 16	87,20	86,80	77,56	85	82,36	50	85
N° 40	69,40	68,60	61,52	67,2	65,73	10	60
N° 100	44,00	42,80	37,47	42	42,08	2	30
N° 200	26,00	24,60	19,64	24,8	26,05	0	10

*Modificado de: Miranda, 2016*

La figura 12 se puede ver la similitud de curvas granulométricas entre las diferentes muestras puesto que cada una de las muestras cumple con los límites de la serie de finos.



**Figura 12** Curvas granulométricas de las muestras  
Tomado de: Miranda, 2016

##### Límite Líquido. -

En la tabla 2 se identifica la similitud del porcentaje de humedad entre la muestra 2, 3, 4, y 5; en tanto que la muestra 1 presenta un valor excesivamente bajo tal vez se deba a fallas del experimentador. Con estos resultados podemos asegurar que las muestras pertenecen a un suelo granular pues sus granos son de la serie de suelos finos.

**Tabla 2** Resumen límite líquido

Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Golpes	Humedad	Golpes	Humedad	Golpes	Humedad	Golpes	Humedad	Golpes	Humedad
5	24.2	6	25.24	7	26.14	5	26.02	5	23.2
16	20.03	14	25.16	17	24.45	16	24.96	16	22.79
27	14.76	25	23.53	28	21.45	27	22.69	27	20.6

*Modificado de: Miranda, 2016*

Para evidenciar lo antes mencionado realizamos la gráfica de límite líquido (figura 13) en la cual se muestran los valores obtenidos de porcentajes de humedad con el número de golpes respectivos en el equipo de Casagrande.



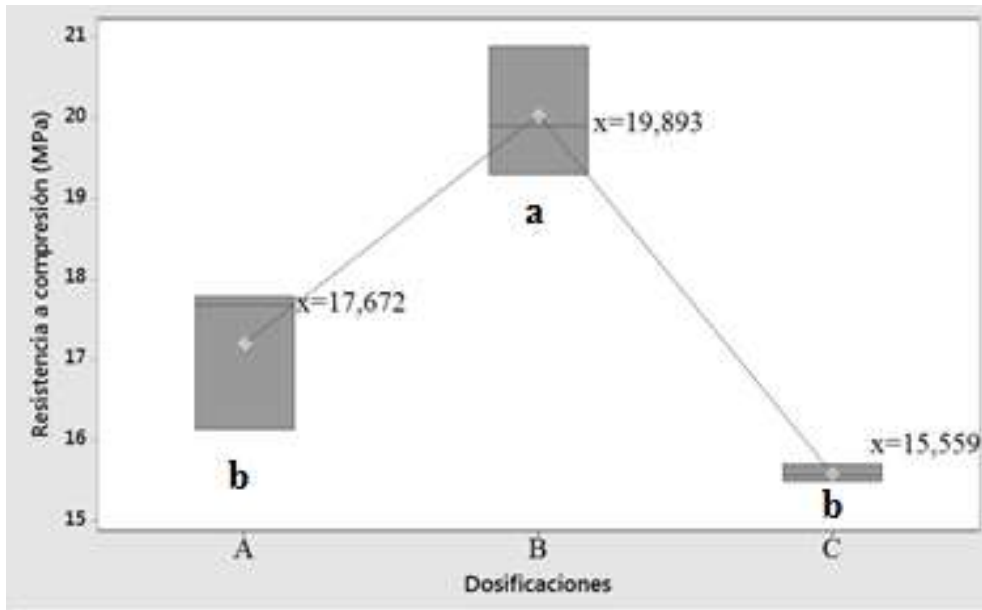
**Figura 13** Curva límite líquido

*Tomado de: Miranda, 2016*

Si bien la gráfica representa los límites líquidos de cada muestra se observa que la muestra 1 contiene más humedad esto tal vez por el tiempo de recolección y las condiciones no favorables de almacenamiento de las muestras en bodega.

### Ensayo a compresión de los mampuestos para superadobe

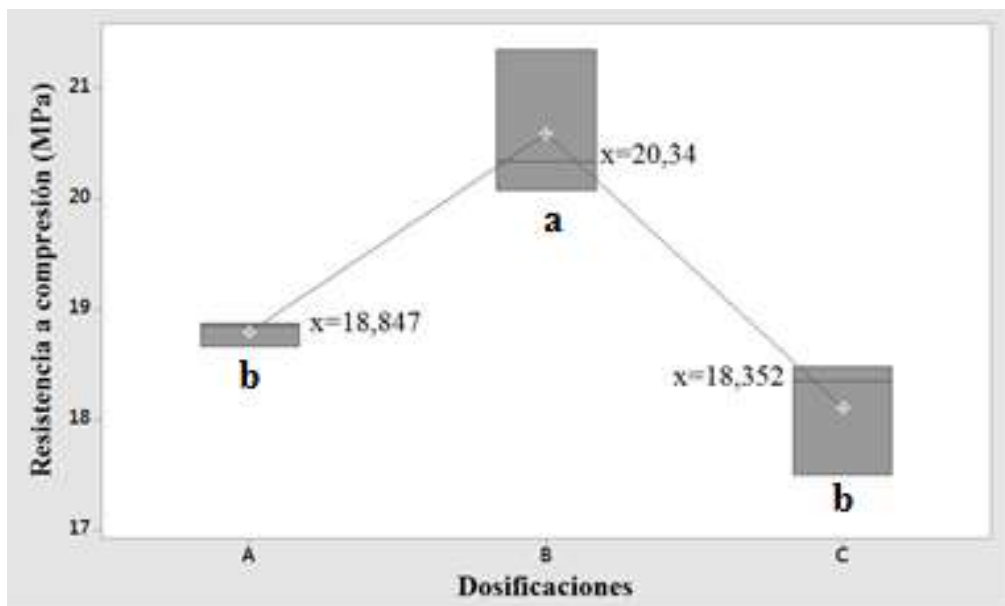
En la figura 14, se muestra la relación entre las dosificaciones A, B y C y la resistencia obtenida a los 28 días de fraguado con sacos de polipropileno, obteniendo, una mediana (x) para cada muestra siendo  $X_A=17.672$  MPa,  $X_B= 19.893$  MPa y  $X_C=15.559$  MPa. Las letras (a, b) indican diferentes significativas mediante el test de Turkey ( $p<0.05$ ); siendo la dosificación a la que tiene una diferencia significativa mayor.



**Figura 14** Gráfica de diferencia significativa según Test de Turkey ( $p < 0.05$ ) con las dosificaciones A, B y C con sacos de polipropileno.

**Fuente:** Los autores

En la figura 15, se identifica la relación entre las dosificaciones A, B y C y la resistencia obtenida a los 28 días de fraguado usando sacos de cabuya, obteniendo, una mediana (x) para cada muestra siendo  $X_A = 18.847$  MPa,  $X_B = 20.340$  MPa y  $X_C = 18.352$  MPa. Las letras (a, b) indican diferentes significativas mediante el test de Turkey ( $p < 0.05$ ); siendo la dosificación a que tiene una diferencia significativa mayor.

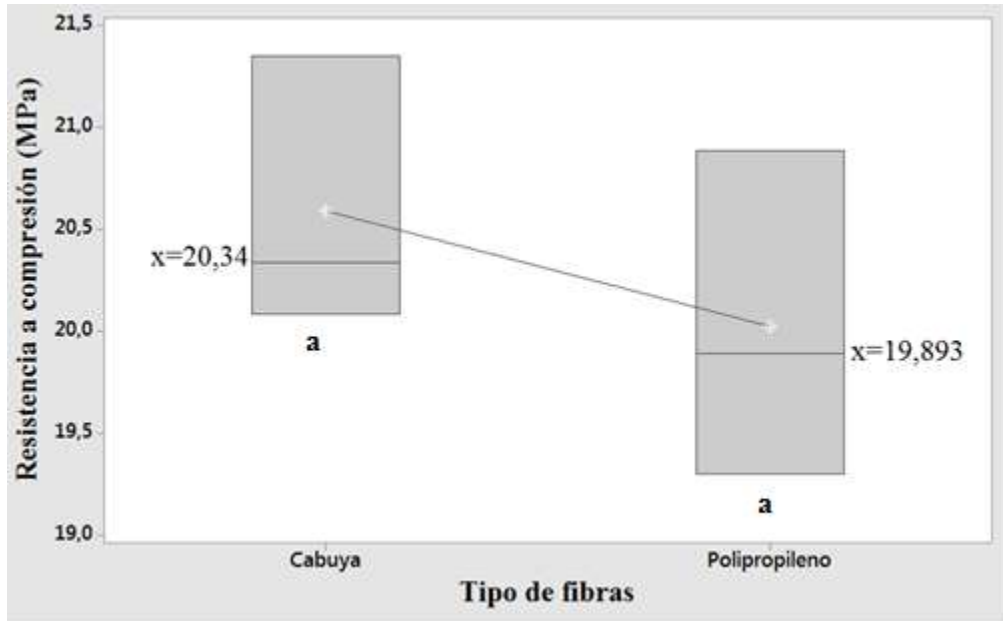


**Figura 15** Gráfica de diferencia significativa según Test de Turkey ( $p < 0.05$ ) con las dosificaciones A, B y C con sacos de cabuya.

**Fuente:** Los autores

Se observa que la Dosificación B: 250 kg de Suelo común - 62.5 kg de Cemento - 76.6 Kg de agua es la de mayor significancia para los dos test utilizando los dos tipos de sacos.

Ahora evaluaremos la significancia entre la dosificación B, utilizando sacos de fibras de yute y cabuya respectivamente.

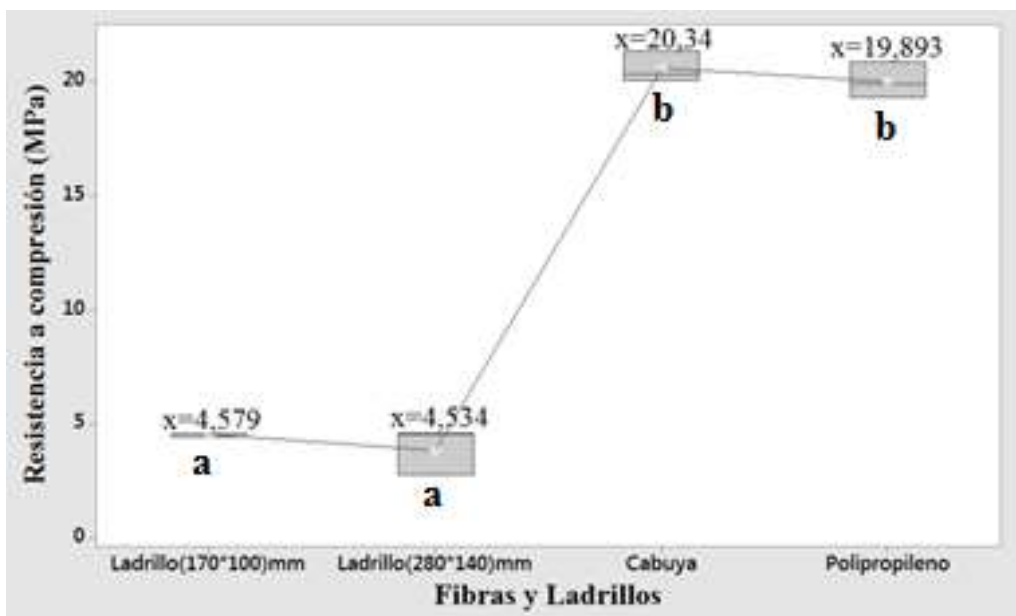


**Figura 16** Gráfica de diferencia significativa según Test de Turkey ( $p < 0.05$ ) de mampuestos de superadobe con sacos de fibra de cabuya y polipropileno.

**Fuente:** Los autores

En la figura 16, la resistencia de la dosificación B con sacos de cabuya y polipropileno a los 28 días de fraguado, observamos que tenemos las medias  $X_{cabuya} = 20.34$  MPa y  $X_{polipropileno} = 19.893$  MPa, se observa la letra (a) como la diferencia significativa igual entre las dos fibras.

Procedemos a evaluar la resistencia a compresión del ladrillo versus los ensacados con cabuya



y polipropileno.

**Figura 17** Gráfica de tipo de fibras y ladrillos vs resistencia a compresión a los 28 días de fraguado.

**Fuente:** Los autores

En la figura 17, se observa que la resistencia media de los ladrillos tienen una mediana diferente e inferior a la mediana de las resistencias a compresión con las fibras, entre las letras (a,b) representan una diferencia significativa, sin embargo por valores tomaremos la

Dosificación B: 250 kg de Suelo común - 62.5 kg de Cemento – 76.6 Kg de agua con sacos de fibra de cabuya con una resistencia a compresión de 20,34 MPa tomándolo como mejor material para la realizar mampuestos para superadobe.

**Tabla 3** Resumen estadístico de resistencia de las dosificaciones con sacos de cabuya y polipropileno

Sacos de fibra de cabuya			Sacos de polipropileno o fibra de yute		
Dosificación	Resistencia media a la compresión ( 28 días)	Mejor resultado del ensayo	Mejor resultado del ensayo	Resistencia media a la compresión ( 28 días)	Dosificación
A	18.817 MPa	Dosificación	Dosificación	17.672 MPa	A
B	20.34 MPa	B	B	19,893 MPa	B
C	18.352 MPa	20.592 MPa	20.026 MPa	15.559 MPa	C

Valor del mejor resultado del mampuesto de ladrillo con resistencia a compresión 4.604 MPa.

*Fuente: Los autores*

En un estudio titulado “Comportamiento de los enlaces de los compuestos Flax-FRCM y PBO-FRCM aplicados sobre ladrillos de arcilla: estudio experimental y teórico” escrito por Olivito, Codispoti y Cevallos el 2016; se realizó una investigación experimental del comportamiento del mortero con reforzamiento a base de fibras naturales obteniendo resultados óptimos en cuanto a resistencia, es entonces fundamental continuar la utilización de estas fibras en construcción pues tiene muchas ventajas como bajo coste, amigable con el ambiente y excelente comportamiento mecánico.

## **5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN**

Si bien las muestras de tierra recolectadas para las dosificaciones no presentaron características de plasticidad, las adquirieron al momento de mezclarse con el cemento portland y el agua, ya que se obtuvo una muestra homogénea y trabajable.

Al realizar las dosificaciones se procuró que estas cumplan con las características adecuadas para alcanzar mayores resistencias y las tres dosificaciones cumplieron este requisito lo cual afirma que la técnica del superadobe es de gran resistencia y costo bajo de construcción por la utilización de materiales amigables con el ambiente y su fácil acceso.

Durante el proceso de trabajo se observó que los sacos de cabuya por ser elaborados con fibras naturales no sintetizadas presentan un pronunciado deterioro debido a procesos de degradación física y mecánica, por lo cual se concluye que por duración y funcionamiento el saco de polipropileno es mejor.

La dosificación B tiene más presencia de cemento por lo cual la resistencia de esta sin importar el saco que se utilice será la mayor, pues con el pasar de tiempo este cemento no hará más que seguir ganando resistencia durante el fraguado, otra condición importante es la compactación de las probetas las cuales debe hacerse en superficies planas y evitando añadir impurezas a la mezcla.

Tras la elaboración de este proyecto se debe considerar el tomar el superadobe como una técnica de construcción en el país, mas sin embargo se debería realizar un estudio conjunto de todas las características del superadobe es decir térmico, acústico, resistencia a la compresión entre otros, es decir un análisis global del superadobe como una edificación que pueda ofrecer al usuario comodidad y seguridad con la utilización de elementos amigables con el ambiente y de fácil acceso.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Miranda Salazar, M. A. (2016). Elaboración de una dosificación para fabricación de superadobe, con ensacados de yute, cabuya y análisis comparativo de resistencia a compresión con mampuesto de ladrillo del cantón Chambo, provincia de Chimborazo (*Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2016*).

Aguilar, S., Ramírez, J., & Malagón, Ó. (2007). Extracción de fibras no leñosas: cabuya (*furcraea andina* trel.) y banano (*musa paradisiaca* L.) para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 8(2), 89–98.

Andino Maldonado, C. (2014). *Evaluación del comportamiento térmico de los domos de Superadobe en climas fríos* (Master's thesis, Barcelona/Universidad Politècnica de Catalunya/2014). Baldeón Cajo, J. E. (2013). Estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya. UNACH.

Canadell Ruiz, S. (2014). *Estudio estructural de domos realizados con la técnica de falsa cúpula y superadobe* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). CICO. (2009). Fibras de cabuya, SISAL, ETC. Quito.

MONTE, L. O. (2014). *Materiales low tech: Propuesta de soluciones constructivas para una vivienda unifamiliar en Dénia* (Doctoral dissertation). DEYUTE. (2012). Red de yute biodegradable y ecológica. Retrieved from <https://www.deyute.com/producto/red-de-yute/9>

González, P. A., & Álvarez, D. G. (2013). Construyendo el pasado, reproduciendo el presente: identidad y arqueología en las recreaciones históricas de indígenas contra romanos en el Noroeste de España. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, 68(2), 305-330. García Cifuentes, A. (2012). Incremento e implementación de un sistema de gestión para el crecimiento en la producción de sacos de polipropileno. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Izurieta, P. I. (2018). *Investigación de materiales compuestos con fibra natural para la construcción de la carrocería del vehículo de competición Fórmula Student* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz.). MAGAP. (2010). Teñir la cabuya proceso fácil. Quito.

Rodríguez García, I. M. (2006). Caracterización química de fibras de plantas herbáceas utilizadas para la fabricación de pastas de papel de alta calidad.

Duque, N. T. (2012). Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación. *Proyecto de Graduación, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador*.