

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES ELABORADOS CON PAPEL RECICLADO, CEMENTO Y YESO

FLEXURAL RESISTANCE OF PANELS MADE OF RECYCLED PAPER, CEMENT AND GYPSUM

Mg. Ing. Luis Alva Reyes¹

Deysi Araujo Reyes²

Mirella Guerra Ríos³

Diana Narciso Mauricio⁴

Lesly Narciso Yraitá⁵

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en las instalaciones de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” durante los meses de agosto a noviembre del 2016, contó con la participación de alumnos del VI ciclo de Ingeniería Civil con quienes se buscó elaborar un material de bajo costo y que a la vez posea una excelente resistencia a la flexión, es por esta razón que se recurrió al uso de un material de desecho, el papel, al cual se le agregaron otros materiales como son el cemento y la arena, formando de esta manera un concreto en base a papel reciclado o también llamado “papercrete”. A esta mezcla de papel, cemento, agua y arena, se le agregó también pequeños porcentajes de yeso con la finalidad de acelerar el proceso de fraguado y de esta forma hacer que el material adquiera sus propiedades finales en el menor tiempo posible

La muestra estuvo conformada por 30 paneles a los cuales se les adicionó yeso en los siguientes porcentajes: 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%

Los resultados obtenidos fueron óptimos ya que al aumentar el porcentaje de yeso aceleró el proceso de fraguado de los paneles, a su vez la resistencia a la flexión obtenida es mayor a la de los paneles que se encuentran comercialmente.

Palabras claves: paneles, papel reciclado, papercrete, resistencia a la flexión, yeso

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de los tiempos una de las prioridades para el ser humano ha sido el obtener un lugar donde habitar, un lugar que los proteja de las diversas condiciones climáticas, frío, lluvia, etc, pero para esto no es necesario sólo un buen diseño sino también un buen material, un material que cubra altos estándares de calidad pero a la vez que sea barato y esté al alcance de todos.

A la vez otro problema que existe es el aumento de la población a nivel mundial, según proyecciones de las Naciones Unidas, de 2010 a 2030, casi todo el crecimiento demográfico mundial tendrá lugar en los centros urbanos de las naciones de bajos y medianos ingresos, en 1950 eran 75 y en 2008, 431 ubicando

¹ Maestro en Ingeniería Ambiental, Docente de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”, Carretera Panamericana Norte Km. 555-Trujillo-Perú. lalva@uct.edu.pe

^{2, 3, 4, 5} Estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” dmar.ing@hotmail.com

una proporción importante y cada vez más elevada de esas urbes millonarias en África, Asia y América Latina. (IFRC Org: 2010, p. 11)

En América Latina, África y Asia, la considerable escasez de recursos para la infraestructura y los servicios impide atenuar el riesgo de desastres para buena parte de la población, lo cual puede atribuirse sobre todo a fallas de orden institucional y gubernamental. (IFRC Org: 2010, p. 11)

Lo que consideramos un riesgo en las ciudades, como por ejemplo el incremento de asentamientos informales o ilegales, la falta de infraestructura o servicios apropiados, la construcción de viviendas en lugares expuestos a riesgos debido a fuertes vientos, inundaciones o deslizamientos de tierra, o la construcción con materiales inflamables o de mala calidad, es causado en realidad por “la brecha de vulnerabilidad”. Por un lado está la falta de conocimiento o de capacidad financiera y a veces la ausencia de voluntad de las autoridades urbanas para reducir las vulnerabilidades. (IFRC Org: 2010, p. 12)

El Perú no es ajeno a esta realidad, según el INEI en el último censo realizado existen aún un 47.7% de la población que vive en casas de adobe, tapial, madera, esteras u otro material diferente al ladrillo o bloque de cemento, estos materiales no cumplen con los requerimientos técnicos mínimos para una vivienda segura, que brinde confort y una buena calidad de vida, es decir, casi la mitad de la población de nuestro país, especialmente por factores económicos, no cuenta con una vivienda digna.

La finalidad de esta investigación es la de elaborar un material que sea de bajo costo pero que esto no afecte sus propiedades mecánicas, es decir que sea barato y de buena calidad; para esto se tuvo que revisar abundante bibliografía sobre nuevos materiales, sobre tecnologías de la construcción, etc.

Según estudios realizados por diferentes instituciones como por ejemplo la Universidad Nacional de Arizona, llegan a la conclusión de que el papercrete es un material que muestra resultados óptimos, la mencionada universidad mediante su Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental realizador pruebas sobre mezclas y construcciones de papel-cemento realizadas en Estados Unidos, teniendo como resultado que es un material seguro y se puede usar para construcción residencial de hasta dos pisos considerando también que el principal problema del material es la falta de investigación acerca del mismo

A su vez en un informe publicado el 07 de setiembre del 2011 en la Universidad Técnica de Delft nos habla sobre una investigación en Paneles Prefabricados de papercrete para su programa de Maestría de la Construcción y Tecnología, aquí se usaron paneles de 30 cm x 30 cm x 1.5 cm en los cuales se realizaron experimentos variando su superficie, obteniendo paneles rugosos al aumentar el contenido de papel y de superficie lisa al aumentar el contenido de cemento, esto también afectó la resistencia a la flexión obteniendo que el aumento de contenido de cemento aumentaba la resistencia a la flexión de estos.

En el Perú, Melissa Romero Figueroa, en su tesis titulada “Influencia del porcentaje en peso de fibra de cabuya sobre la resistencia a la flexión en paneles de papercrete” investigó cómo influía el adicionar una fibra natural a los paneles de papercrete sobre su resistencia a la flexión, teniendo como resultados que al adicionar un 7% de fibra de cabuya la resistencia aumento 3 veces en comparación de un panel sin fibra

La adición de yeso se realizó debido a las propiedades que posee este ya que no sólo es un producto de fraguado rápido, sino que también da sensación de confort y al poseer un bajo coeficiente de conductividad térmica, es un material ideal para ser usado en la construcción ya que en el caso de un incendio no permitirá que el fuego avance rápidamente; otra de sus propiedades es que posee baja densidad, estas son algunas de las razones por las que el yeso es usado para la construcción de paneles prefabricados

Por otro lado el uso del papel reciclado tiene un doble efecto, primero, reduce la contaminación y el segundo es que reduce el precio del material debido a que se está usando un material desechado para elaborar un nuevo material con propiedades idóneas para la construcción en asentamientos humanos o zonas rurales, donde los pobladores no tienen el poder adquisitivo para tener una vivienda de cemento y ladrillo

De esta manera se justifica la presente investigación ya que posee una connotación social, económica, ambiental y tecnológica

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la parcela del campus universitario de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto VXI, ubicada en la Panamericana Norte Km 555 Distrito de Moche, Departamento La Libertad Provincia de Trujillo a una Latitud: 8°10'15", Longitud: 79°00'33" y a una altura de 13 sobre el nivel del mar, con la colaboración de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil.

Para la elaboración de las probetas se utilizaron moldes metálicos con las siguientes medidas internas: 30 cm x 30 cm x 1.2 cm, con una proporción de 3:1:1 (papel, arena, cemento) y una relación agua cemento 0,8, a esta proporción inicial se le adicionó yeso de la siguiente en los siguientes porcentajes:

Tabla 01: Cantidad de yeso adicionado

Cantidad de yeso adicionado (%)	Número de Probetas
0 % (grupo control)	6
0.5 %	6
1 %	6
1.5 %	6
2 %	6
TOTAL DE PROBETAS	30

Para el acondicionamiento de los materiales, se dejó remojar el papel por un periodo de 3 días, luego de esto se procedió a batirlo y exprimirlo para sacar el exceso de agua, se secó el papel procurando que queden pequeños grumos de este, después del secado se realizó el pesado, mezclado de materiales y llenado de los moldes, los cuales fueron prensados para eliminar el exceso de agua.



Figura 01: Prensado de las probetas

Cabe resaltar que el proceso de prensado no sólo sirve para eliminar el agua, sino para dar mayor cohesión entre las partículas de papel, con el cemento, la arena y el yeso

Una vez prensados los paneles se procederá a ubicarlos bajo sombra para su respectivo secado e inicio del proceso de fraguado el cual se verá influenciado por el porcentaje de yeso adicionado



Figura 02: Secado de las probetas

Al finalizar el proceso de secado y fraguado se procedió a realizar el ensayo de flexión, este se efectuó a los 28 días de elaboradas las probetas debido a que el cemento alcanza su máxima resistencia en este tiempo.



Figura 03: Ensayo de flexión



Figura 04: Paneles sometidos a flexión



Figura 05: Vista de los paneles rotos

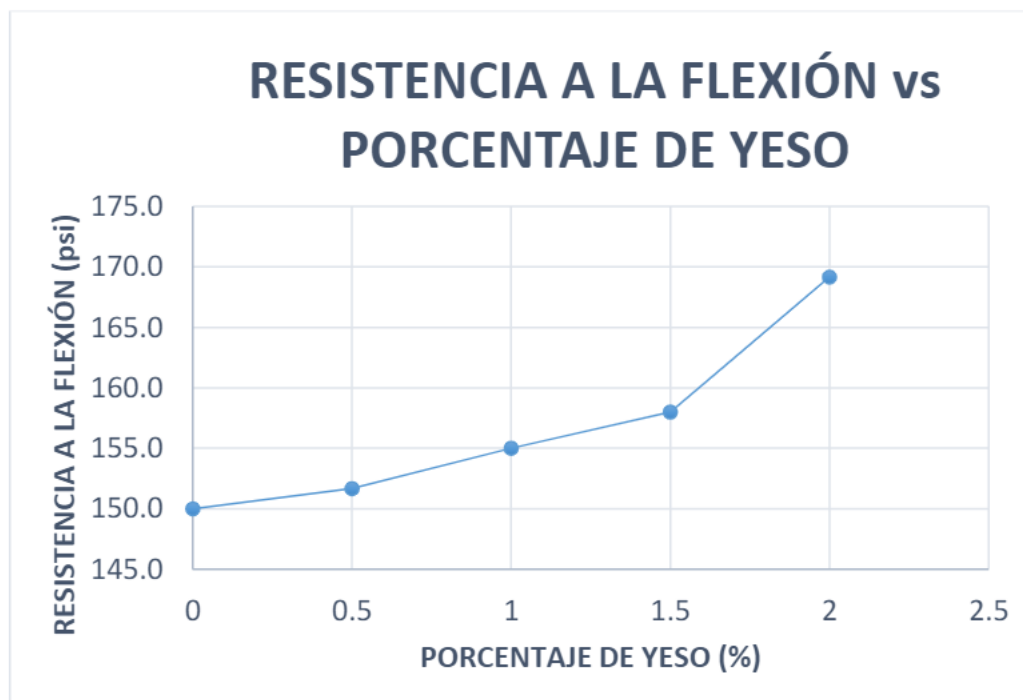
Para terminar se procesaron los datos mediante un software de hoja de cálculo, obteniendo la resistencia promedio de los paneles por cada porcentaje de yeso adicionado, de esta manera se puede verificar la influencia de la variable independiente (porcentaje de yeso adicionado) sobre la variable dependiente (resistencia a la flexión de los paneles)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 02 se muestra los resultados obtenidos en los ensayos realizados, a cada porcentaje de yeso le corresponde una resistencia a la flexión promedio, medida en psi. En esta tabla se puede observar que los valores de resistencia a la flexión en los paneles con yeso adicionado son mayores a los del grupo control (0% de yeso), correspondiendo el valor más alto al de 2% de yeso (169.2 psi), todos estos datos se verifican también en el Gráfico 01

Tabla 02: Resultados obtenidos

Porcentaje de yeso (%)	Resistencia a la flexión (psi)
0	150.0
0.5	151.7
1	155.0
1.5	158.0
2	169.2



Gráfica 01: Resistencia a la flexión vs Porcentaje de yeso

Como dato adicional se realizaron ensayos de flexión a planchas de drywall teniendo como resultado un promedio de 98 psi, es decir los paneles de papercrete resultaron más resistentes que los paneles de drywall usados normalmente en la construcción de viviendas prefabricadas

A la vez, si bien el yeso aceleró el proceso de fraguado, en algunos paneles con 2% de yeso adicionado se produjo un ligero pandeo

CONCLUSIONES

- La adición de yeso acelera el proceso de fraguado de los paneles de papel – cemento
- Al aumentar el porcentaje de yeso adicionado, aumenta la resistencia a la flexión de los paneles, siendo los más resistentes los que poseen 2% de yeso adicionado
- La resistencia a la flexión de los paneles de papel, cemento y yeso supera a la de los paneles de drywall
- Los paneles de papel, cemento y yeso son un material ideal para ser usado en zonas rurales y/o de pobreza extrema

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar una mezcla homogénea de los materiales ya que en algunos casos se observó papel sin mezcla de cemento
- Se debe no sólo verificar la calidad del material, sino de una correcta tecnología de construcción para que los paneles puedan ser usados en viviendas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **BUSTILLO, Manuel.** Materiales de Construcción. Madrid: Fuego ed.,2005. 450 p.
ISBN: 978-8492-312-887
- **Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.** Informe Mundial sobre Desastres 2010 - La tendencia de los desastres en las zonas urbanas. Zurich. IFRC Org., 2010. 44 p
ISBN 978-92-9139-158-5
- **MAMLOUK, Michael y ZANIEWSKI, John.** Materiales para Ingeniería Civil. 2da ed. Madrid : Pearson Educación S.A., 2009.597 p.
ISBN: 978-84-8322-510-3