

Artículo Original

# Elaboración de paneles 3D de fibra vidrio y totora para revestimiento de mampostería exterior de una vivienda de interés social

*Elaboration of 3D fiberglass and cattail panels for exterior masonry cladding in social housing*

Marina Rodríguez - Érika Chiriboga - Adrián Guamán-Sánchez

doi: <https://doi.org/10.53632/incitec.v2i4.126>

Instituto Superior Tecnológico Luis  
Rogerio González, Azogues, Ecuador

[marina.rodriguez@insteclrg.edu.ec](mailto:marina.rodriguez@insteclrg.edu.ec)

[erika.chiriboga@insteclrg.edu.ec](mailto:erika.chiriboga@insteclrg.edu.ec)

[adrian.guaman@insteclrg.edu.ec](mailto:adrian.guaman@insteclrg.edu.ec)

## RESUMEN

En la investigación se elaboraron paneles 3D con fibras de vidrio y totora para revestimiento de una vivienda de interés social, se trabajó con los métodos analítico y deductivo, tras una recopilación y análisis de información relevante, finalmente se establecieron las características y propiedades de los materiales utilizados para el panel 3D. Para verificar la estética, calidad y bajo costo, se realizaron diferentes prototipos de panel para comparar y determinar un material innovador y accesible para la implementación en edificaciones, una vez obtenido los prototipos se compararon los precios con otros tipos de revestimientos existentes en el mercado y de similares características. Finalmente, mediante la elaboración de detalles y secciones constructivas se determinó el proceso para la implementación del panel en un proyecto de viviendas de interés social. En función al acabado del panel se determinó la aplicabilidad tanto para paredes exteriores como interiores ya que la superficie de soporte no requiere de un acabado específico puesto que la textura mejora la adherencia, por lo que reduce tiempos y costos finales de colocación.

## Palabras Claves

fibras, paneles 3D, revestimientos, totora; vivienda de interés social

## ABSTRAC

In the research, 3D panels were made with glass fibers and cattail for the cladding of a social housing, working with analytical and deductive methods, after a collection and analysis of relevant information, finally the characteristics and properties of the materials used for the 3D panel were established. To verify the aestheticity, quality and low cost, different panel prototypes were made to compare and determine an innovative and accessible material for the implementation in buildings, once the prototypes were obtained, the prices were compared with other types of coatings existing in the market and with similar characteristics. Finally, through the elaboration of details and construction sections, the process for the implementation of the panel in a social housing project was determined. In terms of the panel finish, the applicability was determined for both exterior and interior walls, since the support surface does not require a specific finish, since the texture improves adherence, thus reducing the final installation time and costs.

## Keywords

fibers, 3D panels, coatings, reeds; social housing

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia de elaborar un panel 3D con fibras de vidrio y totora que sea de bajo costo, de calidad y estético radica en que este pueda ser accesible para personas de escasos recursos, además de su bajo costo este proporcionaría otro tipo de acabado y estética a la vivienda. Por otra parte, al ser un material que puede ser colocado sobre una superficie sin un tipo de acabado en específico reduce el costo de colocación.

### A. Revestimientos

Se conoce como acabado a los recubrimientos o revestimientos a aquellos materiales que son colocados sobre una superficie de obra gris, para otorgarle un acabado estético a las diferentes superficies de la edificación [1].

Los revestimientos tienen diversos propósitos como la protección de las superficies, disimular los defectos por la incorrecta ejecución, acabado estético y/o decorativo, aunque la mayoría de revestimientos, tanto exteriores como interiores con el paso del tiempo sufren un deterioro y desgaste, estos son susceptibles de ser renovados [2].

### B. Proceso de producción de revestimientos

En la Fig. 1 se determinan los procesos de producción de los revestimientos usados en la construcción.

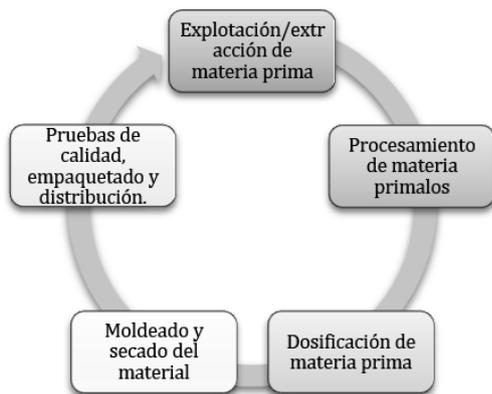


Fig. 1. Ciclo de producción de revestimientos.

### C. Viviendas de interés social.

Las viviendas de interés social (VIS) son caracterizadas por la ubicación en vecindarios con servicios públicos integrados como: alcantarillado, luz y agua, estos deben contar con vías de acceso, áreas verdes, espacios que permitan las relaciones y comunicación entre vecinos, otro de los aspectos importantes es que cuenten con un equipamiento pleno, iluminación, ventilación, estructuras sismo resistentes, materiales de construcción estables y que sea de costos accesibles para los sectores de bajos ingresos [3].

El Ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI) proporcione los planos de un prototipo de una vivienda de interés social al cual se aplicará el panel 3D.



Fig. 2. Vista frontal de la vivienda de interés social.

Fuente: MIDUVI



Fig. 3. Vista posterior de la vivienda de interés social.

Fuente: MIDUVI

### D. Paneles 3D.

Este tipo de revestimiento está formado por paneles de diferentes dimensiones y texturas que son usados en espacios que requieran un efecto arquitectónico de división y a la vez de diseño, éstos son implementados por su facilidad de condiciones constructivas lo que no solo ayuda a efectuar el revestimiento de manera más rápida y efectiva, sino que también brinda estética [4].

### E. Fibras de vidrio.

Es un material compuesto de filamentos muy finos de vidrio aglomerado con resinas que al entrelazarse dan lugar a una estructura fuerte para ser empleada como refuerzo estructural de otros materiales [5].

Las propiedades de las fibras de vidrio se explican en la Tabla I [6].

Tabla I. Propiedades de la fibra de vidrio.

Propiedades	Descripción	Valor
Propiedades mecánicas	Tenacidad	1.30 N/tex
	Fuerza a la tracción	3400 MPa
	Elongación hasta rotura	4.5 %
Propiedades térmicas	Conductividad térmica	W/m °K
	Resistencia termo mecánica	100% después de 100h a 200°C
Propiedades eléctricas	Resistividad	1 0 1 4 - 1 0 1 5 ohm*cm
	Factor de disipación dieléctrica	0.0010-0.0018 a 106Hz
Propiedades Químicas	Absorción de humedad a 20°C y 60 % de humedad relativa	1%
	Resistencia a los disolventes	Alta
	Resistencia a la intemperie y rayos UV	Alta
	Resistencia microorganismos	a Alta

### F. Fibras de totora

La totora es una fibra natural obtenida de una planta de raíz acuática que crece en lagos y humedales con presencia de suelo fangoso, su longitud promedio es de 3.5m y el diámetro de 2.5cm, su capacidad de renovación y crecimiento es muy

rápido pudiendo ser cosechada cada 6 meses [7].

La totora tiene propiedades físicas y mecánicas, las cuales se explican en las Tablas II y III respectivamente [8].

Tabla II. Propiedades físicas de la fibra de totora.

Propiedades físicaS	Descripción
Densidad	Un grupo de totora atada con presión media, de forma que no altere su volumen, pero que las mantenga estable, tiene un peso de 180
Absorción	La totora sin presión y al estar saturada de agua por un periodo de 24 horas aumenta en promedio 4 veces su peso seco inicial.
Velocidad de absorción	La velocidad de absorción inicial tomada a los primeros 20 minutos de inmersión es del 7% de aumento de su peso/minuto y la velocidad de absorción general hasta llegar al grado de absorción es de 0.3%/minuto.
Velocidad de perdida de humedad	La velocidad inicial de pérdida de peso al secarse, tomada en los primeros 20 minutos es de 0.3% de pérdida de su peso/minuto y la velocidad de secado hasta llegar a su estado seco original es de 0.13%/minuto.

Tabla III. Propiedades mecánicas de la fibra de totora.

Propiedades mecánicas	Descripción
Tensión	A partir de probetas ensayadas se obtiene un esfuerzo de 88.501 MPa y una deformación de 0.05132(mm/mm)
Compresión	Un tallo de totora aislado resiste alrededor de 15 . La resistencia a la compresión aumenta si se trabaja con un conjunto de tallos y aumentara hasta una resistencia de 40 o mas si estos son sujetos con presión para conseguir un volumen compacto.

## II. MÉTODO

Dentro de la metodología se definieron dos métodos para la elaboración del proyecto, el primero el analítico, con el cual se analizó cada uno de los elementos que intervienen en la elaboración de un panel 3D de fibras de vidrio y totora (Ver Fig. 4) y el segundo, el deductivo con el que se recopiló datos mediante fichas sobre las características y propiedades de los materiales a utilizar, y se determinó las dosificaciones de los materiales (Ver Fig.5).

Para poder realizar el análisis se establecieron tablas que ayudaron a describir los materiales, procesos tanto de extracción de fibras como de elaboración del panel, dosificaciones y análisis de precios y comparación con precios de materiales con similares características.



Fig. 4. Recolección de información.



Fig. 5. Proceso del método deductivo.

## III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras la aplicación metodológica se plantean y analizan los resultados obtenidos.

### A. Análisis de los materiales

- Molde 3D PVC de 50x50cm
- Resina epoxica
- Cobalto al 12%
- Secante (Peróxido de MECK)
- Fibra de totora
- Fibra de vidrio
- Desmoldante (cera para autos)
- Pigmento o colorante

### B. Obtención y extracción de fibras de totora

Para la extracción de las fibras de totora se realizó un proceso de biodegradación en medio acuoso con totora verde y recién extraída, este es un proceso natural que se lleva a cabo por hongos, bacterias y otros organismos facilitando la obtención de las fibras. El proceso consiste en cosechar la totora, aplastarla y colocar la totora en un recipiente con agua por un tiempo de entre 5 a 6 semanas para poder extraer la fibra. En la Fig. 6 se puede verificar el proceso de biodegradación y la extracción de las fibras.



Fig. 6. Proceso de biodegradación y fibra de totora extraída

### C. Dosificación de los materiales

Para la dosificación se plantearon dos prototipos con diferentes cantidades de material, con la finalidad de verificar el prototipo óptimo para ser utilizado, las dosificaciones se describen en la Tabla IV.

Tabla IV. Dosificación de materiales para a elaboración de paneles 3D.

Dosificación de los materiales para la elaboración de paneles 3D			
Prototipo	Material	Cantidad	Porcentaje %
Prototipo 1	Resina	2000 gr	95.88
	Cobalto	6 cm3	0.29
	Secante	20cm3	0.96
	Fibra de vidrio	30 gr	1.44
	Fibra de totora	30 gr	1.44
Prototipo 2	Resina	2000 gr	97.94
	Cobalto	6 cm3	0.29
	Secante	20 cm3	0.98
	Fibra de vidrio	10 gr	0.49
	Fibra de totora	6 gr	0.29

#### D. Proceso de elaboración del panel 3D.

- Preparación del molde: Colocación de cera desmoldante.



Fig. 7. Preparación del molde.

- Preparación de las fibras y materiales: Se pesa las fibras y los materiales a utilizar.



Fig. 8. Preparación de las fibras y materiales.

- Preparación y mezcla de los materiales: Se mezcla los materiales uno por uno con la resina.



Fig. 9. Preparación y mezcla de los materiales.

- Aplicación de la mezcla y fibras: Se coloca en el molde las fibras y posteriormente se vierte la mezcla rellenando los bordes del molde.



Fig. 10. Aplicación de la mezcla y fibras.

- Secado y desmolde del panel 3D: Se deja secar por un periodo de 2 horas y luego se retira el panel del molde.



Fig. 11. Secado y desmolde del panel 3D.

- Resultado final.



Fig. 12. Resultado final-Prototipo 1 y Prototipo 2.

Con la elaboración de los prototipos con diferentes dosificaciones se observó un cambio en el acabado final entre los dos prototipos, el prototipo 1 tiene un acabado poco estético debido a la cantidad de fibras colocadas, por otro lado, el prototipo 2 tiene un acabado más estético y la cantidad de fibras colocadas es menor, lo cual disminuye el precio haciéndolo así el más factible para ser utilizado en viviendas de interés social.

#### E. Análisis de precios unitarios.

Para realizar el Análisis del Precio Unitario (APU) de cada prototipo se establecieron los costos de los materiales según la cantidad utilizada, en el caso del molde se estimó su uso para 100 paneles y su precio fue dividido para esta cantidad, por otra parte, la totora al ser una planta que crece en los lagos y lagunas no tuvo un costo de adquisición, pero para la elaboración del APU se estableció un precio mínimo. El precio del panel varía entre los dos prototipos debido a que la dosificación de las fibras es distinta, la variación del precio es de 0.35 centavos de dólar, lo cual hace que el prototipo 2 sea de menor costo a comparación con el prototipo 1.

Tabla V. Análisis de precios unitarios-prototipo 1.

ANÁLISIS PRECIOS UNITARIOS					
Rubro	Panel 3D			FECHA:	29-sep-21
Descripción	Panel 3D de fibras de vidrio y totora de 50x50cm			CÓDIGO	1
				UNIDAD:	u
I - HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	REDIMIENTO	VALOR TOTAL	
Herramienta menor ( 5 % M.O)	%	\$0.07	0.018	\$0.003	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.003</b>	
II - MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	
Molde 3D / 100 usos	u	1	\$0.02	\$0.02	
Resina epoxica	kg	2	\$1.50	\$3.00	
Cobalto	cm3	6	\$0.02	\$0.12	
Secante	cm3	20.0	\$0.01	\$0.20	
Fibra de vidrio	m	0.10	\$1.20	\$0.12	
Fibra de totora	gr	30	\$0.01	\$0.30	
Colorante	gr	5	\$0.001	\$0.01	
Cera desmoldante	gr	2	\$0.001	\$0.002	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$3.77</b>	
III - MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	VALOR	
Peon	1	\$3.62	0.018	\$0.07	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.07</b>	
IV - TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/HORA	DISTANCIA	VALOR	
EL TRANSPORTE SE INCLUYE EN LOS MATERIALES					
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$3.84</b>	
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>				10.0%	0.38
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$4.22</b>	

Tabla VI. Análisis de precios unitarios-prototipo 2.

ANÁLISIS PRECIOS UNITARIOS					
Rubro	Panel 3D			FECHA:	29-sep-21
Descripción	Panel 3D de fibras de vidrio y totora de 50x50cm			CÓDIGO	1
				UNIDAD:	u
I - HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	REDIMIENTO	VALOR TOTAL	
Herramienta menor ( 5 % M.O)	%	\$0.07	0.018	\$0.003	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.003</b>	
II - MATERIALES EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL	
Molde 3D / 100 usos	u	1	\$0.02	\$0.02	
Resina epoxica	kg	2	\$1.50	\$3.00	
Cobalto	cm3	6	\$0.02	\$0.12	
Secante	cm3	20.0	\$0.01	\$0.20	
Fibra de vidrio	m	0.03	\$1.20	\$0.04	
Fibra de totora	gr	6	\$0.01	\$0.06	
Colorante	gr	5	\$0.001	\$0.01	
Cera desmoldante	gr	2	\$0.001	\$0.002	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$3.45</b>	
III - MANO DE OBRA					
TRABAJADOR	CANTIDAD	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	VALOR	
Peon	1	\$3.62	0.018	\$0.07	
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.07</b>	
IV - TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/HORA	DISTANCIA	VALOR	
EL TRANSPORTE SE INCLUYE EN LOS MATERIALES					
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>\$0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$3.52</b>	
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>				10.0%	0.35
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$3.87</b>	

F. Análisis comparativo de precios.

El análisis comparativo entre diferentes materiales con la misma textura 3D está elaborado para un metro cuadrado de cada material, el material con el precio más elevado es el porcelanato, seguido por el Panel de PVC y el material con el precio más bajo es el panel 3D con fibras de vidrio y totora.

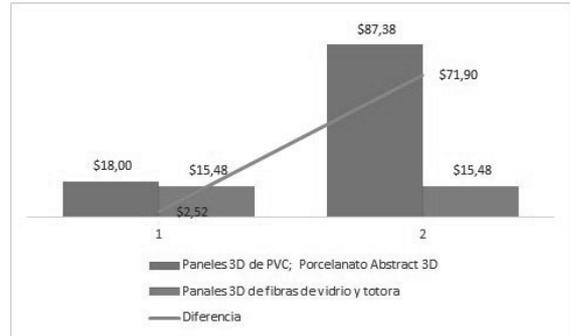


Fig. 13. Análisis comparativo de precios.

IV. CONCLUSIONES

La extracción de las fibras de totora es un proceso tardío que no requiere de grandes niveles de energía ni mano de obra, reduciendo costos de producción lo cual lo hace factible para el uso dentro de la dosificación de los paneles 3D.

Para elaborar el panel 3D se debe considerar la dosificación correcta, pues de esto dependerá la calidad y bajo costo, es por ello que los materiales a utilizar deberán ser pesados con anterioridad según la dosificación planteada, debido a que al momento en la que la resina y el secante son mezclados el proceso de secado es inmediato siendo así que si no se vierte las fibras de manera rápida el panel 3D podría tener defectos en su acabado final.

La colocación de las fibras en cantidad excesiva a comparación con el volumen del molde puede llegar a ocasionar que el acabado final del panel sea poco estético debido a que las fibras se aglomeran y se entrelazan entre sí dando un mal aspecto.

La totora al ser una planta con un periodo de regeneración de 6 meses puede ser utilizada de manera continua en la elaboración de los paneles 3D, además no se necesita de un proceso de extracción que ocupe altos niveles de energía ni maquinaria especializada ayudando así a reducir la contaminación medioambiental.

REFERENCIAS

- [1] Arana, S. (s.f). Acabados interiores y exteriores. Academia. [https://www.academia.edu/38444828/Acabados\\_Interiores\\_y\\_Exteriores](https://www.academia.edu/38444828/Acabados_Interiores_y_Exteriores)
- [2] Tejuela Juez, J. y Arteaga Garrido, M. (2021). Acabados de obra; acabados exteriores e interiores (1.a ed.) (Fundación laboral de construcción, ed). (Original publicado en 2021). [http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/ACABADOS\\_EXT\\_INT\\_2021.pdf](http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/ACABADOS_EXT_INT_2021.pdf)
- [3] Toledo Ramírez, A. (2015). Problemas y oportunidades en el acceso a viviendas de interés social en la provincia de santa elena 2015. [Tesis de grado. Universidad estatal peninsula de Santa Elena]. Repositorio Dspace. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4024>
- [4] Castro Villacrés, I. (2016). Paneles para revestimientos técnicos de paredes en base a niveles de confort. [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero de diseño industrial. Universidad

- 
- Católica del Ecuador sede Ambato]. Repositorio PUCESA. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1580>
- [5] Romero, J. (2018). Paneles para revestimiento de fachadas, fabricados en base a hormigón con estructura de fibras sintéticas. [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de magister en construcción, UNIVERSIDAD DE CUENCA]. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTOS%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG%C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTOS%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG%C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICAS%20(1).pdf)
- [6] CalvoSealing. (s.f). Fibra de vidrio tipo E. propiedades. [https://calvosealing.com/wp-content/uploads/docES\\_fibra\\_de\\_vidrio.pdf](https://calvosealing.com/wp-content/uploads/docES_fibra_de_vidrio.pdf)
- [7] Zambrano Flores, M. (2018). Análisis de su comportamiento como material en la construcción para futuras aplicaciones. [tesis de grado, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA]. Repositorio Institucional UN. <http://186.5.103.99/bitstream/reducacue/8085/1/ZAMBRANO%20F.%20MARTHA%20E..pdf>
- [8] Rodríguez Benalcázar, L. (2019). Caracterización experimental de las propiedades mecánicas del tejido múltiple de totora (*schoenoplectus californicus*). [Trabajo previo a la obtención del título de ingeniero en Mecatrónica. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. Repositorio digital Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9384>

Este obra está bajo una licencia de Creative Commons [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)