

Artículo

Desarrollo y evaluación de revestimientos sostenibles para muros mediante la utilización de materiales reciclados.

Jaqueline Marmolejo Quintanar^{1*}, Zaira Betzabeth Trejo Torres², Margarita Benítez Alonso³, José Rubén Rodríguez Rodríguez⁴

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huichapan; Licenciatura en Arquitectura, México.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huichapan; Licenciatura en Arquitectura, México

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huichapan; Licenciatura en Arquitectura, México

⁴ Estudiante de 9no. Semestre de la Licenciatura en Arquitectura.

* Correspondencia: jmarmolejo@iteshu.edu.mx

Resumen: La contaminación por cartón es un problema ambiental importante que a lo largo de las décadas se ha vuelto cada vez más evidente puesto que diariamente aumenta la demanda de las cajas de cartón. Recientemente, en varias partes del mundo, se han realizado estudios sobre la creación de revestimientos para muro hechos a base de materiales reciclados, desde entonces, se abrieron las puertas para la investigación de nuevas formas de abordar esta misma problemática. Durante la realización de este proyecto se generaron 5 prototipos diferentes fabricados a base de cartón reciclado y dosificaciones de cemento, al final, se observaron sus propiedades físicas para evaluar la viabilidad de su empleo en situaciones reales y reducir de esta forma el impacto ambiental generado por los métodos de construcción tradicionales. Al final, el prototipo que obtuvo un mejor desempeño fue el realizado con la proporción 1.5:1:4 (agua-cemento-pulpa de cartón reciclado).

Keywords: *Arquitectura sostenible, interiores, revestimiento de muros, reciclado, cartón, cemento.*

Citar este trabajo: Marmolejo Quintanar, Jaqueline.; Trejo Torres, Zaira Betzabeth.; Benitez Alonso, Margarita., Rodríguez Rodríguez, José Rubén. *Desarrollo y evaluación de revestimientos sostenibles para muros mediante la utilización de materiales reciclados. RELITEC'S 2024, 7ma, edición*

ISSN 2395-972X

<https://relitecs.iteshu.edu.mx>

Recibido: 18-10-2024

Aceptado: 15-11-2024

Publicado: 30-11-2024

1. Introducción

Al reciclar, se reduce la cantidad de residuos que se generan y se acumulan en el espacio y al mismo tiempo, evita que más materia prima sea extraída del medio ambiente, esto, de igual forma, trae consigo una disminución en los costos de producción en los materiales y procesos y un gran ahorro de energía [1].

La importancia de la utilización de materiales reciclados para el revestimiento de muros radica en que cada vez es más grande y latente la inquietud por lograr alcanzar la sostenibilidad en la industria del diseño y de la construcción en el mundo, además de la necesidad de explorar nuevas opciones que ayuden a disminuir el gran impacto ambiental que los trabajos hechos con los métodos tradicionales de construcción generan cada año.

Dentro del gremio, se ha planteado la reutilización de los materiales que se generan a diario y la necesidad de emplear sistemas constructivos amigables con el medio ambiente en los próximos proyectos, lo que dará pauta a que las futuras generaciones posean

una serie de nuevos conocimientos que los lleven a seguir avanzando y a sustituir poco a poco a los sistemas constructivos tradicionalmente empleados y aceptados.

El uso y manejo de materiales reciclados en la industria de la construcción podría también significar una importante reducción de residuos, no solo en México, sino que también, a nivel internacional, debido a la enorme cantidad de obras que se llevan a cabo anualmente alrededor del globo, ayudando así a contrarrestar los efectos de la contaminación ambiental.

El ecodiseño es un conjunto de acciones con miras a reducir el impacto medioambiental de un producto y uno de sus puntos fuertes es su capacidad para ser reutilizado o reciclado [2]. Como mencionan Pellegrini y Reyes en el 2009, el reciclaje ofrece una forma efectiva de clasificar y gestionar los residuos desde su origen hasta su disposición final adecuada [3].

En el mercado existen múltiples opciones para revestimiento de muros entre las cuales poder escoger, como lo son los mármoles, las losetas y las piedras lascas, sin embargo, muchas de estas opciones constituyen un alto costo económico para el usuario promedio. Es aquí cuando se abren las puertas para las alternativas ecoamigables, que generan un menor impacto en el ambiente y tienen un costo de producción menor.

En México, cada año se desechan más de 2.5 millones de toneladas de papel y cartón. El uso de papel y cartón reciclados evita la tala de millones de árboles, pero también reduce la cantidad de energía empleada hasta en un 40% y permite una disminución en el consumo del agua del 60% [4]. Sin embargo, en México, solo se recicla alrededor del 56% del papel y cartón desechado [5], por lo que una gran cantidad de cartón es dispuesto sin darle un segundo uso y termina, si bien le va, en los contenedores de basura o tiraderos municipales.

Alrededor del mundo se ha llegado a diferentes soluciones para abordar la problemática del reciclado de residuos de cartón, por ejemplo, en Nueva Zelanda, la empresa saveBOARD se dedica a crear diferentes productos hechos principalmente con envases de tetra pack, pero también emplean tazas de café, plásticos suaves, entre otros, estos materiales son calentados y prensados hasta que se aglomeran en láminas. Esta empresa crea láminas para interiores, láminas estructurales, recubrimiento para azoteas, plafones, entre otras [6].

En España, KyoDeco se dedica a realizar paneles de papel y cartón reciclado para la fabricación de elementos decorativos que sean sostenibles con un alto nivel de calidad, ellos mencionan que su versatilidad le permite ubicarlo en paredes, tumbados, columnas o mobiliario; crear cenefas y cornisas; componer cuadros decorativos y muchas otras aplicaciones [7].

El objetivo de esta investigación es generar la pauta para la aplicación de alternativas para recubrimiento de muros que sean sostenibles y amigables con el medio ambiente y crear un prototipo funcional que pueda ser fácilmente replicado a mediana o gran escala pudiendo así reducir el impacto ambiental que los materiales tradicionales generan en el planeta año con año.

2. Materiales y Métodos

Inicialmente, se llevaron a cabo dos prototipos con diferentes dosificaciones de los mismos materiales con el objetivo de observar las diferencias mecánicas y estéticas de cada

uno y con base en ello, realizar una evaluación preliminar de sus propiedades, para después decidir si realizar o no ajustes en su proceso de fabricación.

Se utilizaron los materiales y cantidades que se muestran en las tablas 1-3.

Tabla 1

Materiales empleados en el prototipo 1

Material	Tamaño de porción	Cant. de porciones empleadas
Pulpa de cartón	100 g	4
Cemento gris	100 g	2
Agua	100 ml	1.5

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las dosificaciones empleadas para la fabricación del prototipo número 1 de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia.

Tabla 2

Materiales empleados en el prototipo 2

Material	Tamaño de porción	Cant. de porciones empleadas
Pulpa de cartón	100 g	4
Cemento gris	100 g	1
Agua	100 ml	1.5

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las dosificaciones empleadas para la fabricación del prototipo número 2 de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia.

Tabla 3

Materiales empleados en la fabricación del molde para los prototipos

Material	Dimensiones	Cantidad
Madera (Triplay)	25 x 5 cm	8
	22.5 x 22.5 cm	2
Pijas para madera	1 ¼"	16
Taladro	-	1

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las medidas empleadas para la fabricación moldes para la realización de los prototipos de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia.

Se siguió el siguiente proceso de fabricación:

Primero, se recolectaron cajas de cartón sin estampados plásticos ni cinta adhesiva o elementos ajenos al cartón para evitar que las mezclas lleven a resultados diferentes en posteriores reproducciones del procedimiento y también para reducir riesgos de contaminación cruzada. Las cajas de cartón fueron recortadas en tiras de 1 cm de ancho y después en trozos más pequeños de no más de 5 mm de ancho, resultando en rectángulos en promedio de 10 mm x 4 mm (figura 1).

Con los trozos de cartón se llenaron dos cubetas de plástico de 13 litros y se dejaron remojando en agua durante 2 días. Mientras el cartón se remojava, se realizó el diseño y fabricación de 2 moldes de madera de 1, 898.44 cm³ (22.5 x 22.5 x 3.75 cm) (figura 2).

Figura 1

Rectángulos de cartón de 10 mm x 4 mm.



Nota. La imagen muestra los recortes de cartón de 10 mm x 4 mm remojándose en agua. Elaboración propia. 2024.

Figura 2

Moldes de madera.



Nota. La imagen muestra los moldes de madera de 22.5 x 22.5 x 3.75 cm. Elaboración propia, 2024.

Una vez pasaron los dos 2 días en los que el cartón debía remojar, se coló la mayor parte del agua para mejorar la maniobrabilidad. Después, se trituró hasta que se obtuviera una masa húmeda de cartón parecida al engrudo.

Para el prototipo número 1 se siguió una proporción de 1.5:2:4 de agua, cemento y pulpa de cartón, respectivamente, mientras que para el prototipo 2 se utilizó una proporción de 1.5:1:4 con los mismos materiales, tomándose como medida de referencia 100 g por porción.

Se utilizó una báscula digital para controlar las dosificaciones. Para realizar el pesado de la pulpa de cartón y con miras a evitar discrepancias en cuanto al peso o cantidad de pulpa, primero se extrajo el agua prensando la masa de cartón. Luego, en un molde se depositó la pulpa de cartón exprimida (400 g) (figura 3) y sobre ella se vertieron 150 ml de agua, se mezcló con ayuda de un palo de madera. Posteriormente, habiéndose mezclado

bien el agua y la pulpa de cartón, se agregaron 200 g de cemento gris para el prototipo 1 y 100 g de cemento gris para el prototipo 2 y se realizó la mezcla de los materiales.

Antes de pasar la mezcla a los moldes de madera, estos fueron humedecidos levemente con agua para evitar que el fraguado de los prototipos se viera afectado con la absorción del agua de la mezcla.

Cuando los moldes estuvieron listos, se vertió la mezcla uniformemente en la superficie de la madera cuidando que no se formaran burbujas de aire al interior. Con ayuda de un martillo y una tablilla de madera de longitud menor a las paredes del molde, se compactó la mezcla para asegurar una mejor cohesión de los materiales y darle un acabado más uniforme. Haciendo uso de un lápiz y del martillo, se realizaron surcos paralelos a los lados superiores e inferiores de los moldes con el fin de que los prototipos tuvieran un aspecto estético parecido al del lambrín (figura 4).

Figura 3

Pulpa de cartón exprimida.



Nota. En la imagen se muestra la pulpa de cartón luego de que se le retirara el exceso de agua de su interior, alcanzando un peso de 400 g. Elaboración propia, 2024.

Figura 4

Prototipo 1.



Nota. En la imagen se muestra el prototipo 1 después de que se le realizaran surcos en su superficie con propósitos estéticos. Elaboración propia, 2024.

Los prototipos fueron dejados reposando durante dos días dentro de los moldes en un lugar en el que recibieran luz solar. Al finalizar el segundo día, las muestras aún seguían bastante húmedas. Al tercer día, se retiraron los moldes y se pusieron a secar nuevamente bajo el sol.

Luego del cuarto día, los prototipos 1 y 2 se secaron completamente y fueron retirados de la luz solar directa, después, se les realizó una inspección física para comprobar sus propiedades y evaluar el porcentaje de éxito alcanzado durante la primera prueba.

Con los conocimientos obtenidos tras la realización de los prototipos 1 y 2, se decidió la creación de dos prototipos más, con el objetivo de mejorar el proceso de fabricación, la resistencia y la apariencia final del producto.

Para la fabricación de los dos nuevos prototipos se utilizaron los materiales y las cantidades mostrados en las tablas 3-5.

Tabla 4

Materiales empleados en el prototipo 3

Material	Tamaño de porción	Cant. de porciones empleadas
Pulpa de cartón	100 g	4
Cemento gris	100 g	2
Agua	100 ml	1.5
Trozos de cartón remojado en agua de 10 x 4 mm	1 taza	1

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las dosificaciones empleadas para la fabricación del prototipo número 3 de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia

Tabla 5

Materiales empleados en el prototipo 4

Material	Tamaño de porción	Cant. de porciones empleadas
Pulpa de cartón	100 g	4
Cemento gris	100 g	1
Agua	100 ml	1.5
Trozos de cartón remojado en agua de 10 x 4 mm	1 taza	1

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las dosificaciones empleadas para la fabricación del prototipo número 4 de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia

La preparación de los prototipos 3 y 4 fue muy parecida a la de los dos prototipos anteriores.

Luego de dejar remojando en agua el cartón cortado en trozos de 10 x 4 mm, una parte de este fue triturado hasta obtener una masa de cartón igual a la empleada en los prototipos 1 y 2.

La proporción utilizada en la preparación del prototipo 3 fue de 1.5:2:4 de agua, cemento gris y pulpa de cartón y para el prototipo 4 se siguió una proporción de 1.5:1:4 con los mismos materiales, nuevamente, se tomó como referencia una porción de 100 g.

Primero, se prensó la pulpa de cartón para retirar el exceso de agua de su interior y obtener el equivalente a 400 g de pulpa de cartón drenada. Posteriormente, se agregó el cemento (200 g para el prototipo 3 y 100 g para el prototipo 4) y al final, se vertió el agua (150 ml). Los materiales fueron licuados hasta obtener una mezcla homogénea (750 g para el prototipo 3 y 650 g para el prototipo 4).

La mezcla obtenida fue dividida en dos porciones, la primera se vertió en una de los moldes de madera previamente realizado para los prototipos anteriores. Se extendió uniformemente sobre toda la superficie del molde con ayuda de un rodillo cuidando que no quedasen espacios vacíos, con burbujas de aire o que hubiese una mayor cantidad de mezcla en un lado del molde que en otro. Como resultado, se obtuvo una primera capa de ≈ 5 mm de espesor (figura 5).

Sobre la primera capa de mezcla se extendió equitativamente una capa de cartón recortado en trozos de 10×4 mm (1 taza) que previamente se había separado, con el propósito de darle una mayor rigidez al producto final y evitar que se generen agrietamientos o fracturas en los prototipos. Esta capa de cartón también fue aplanada con el rodillo (figura 6).

Figura 5

Primera capa de mezcla.



Nota. En la imagen se muestra el proceso de compactado de la primera capa de mezcla dentro del molde de madera. Elaboración propia, 2024.

Figura 6

Capa de agregado de cartón.



Nota. En la imagen se muestra la capa de agregado de cartón después de ser compactada con un rodillo. Elaboración propia, 2024.

El siguiente paso fue verter con mucho cuidado la segunda parte de la mezcla sobre el molde evitando que la capa de cartón remojado se desacomodase y terminara siendo visible sobre la segunda capa de mezcla.

Una vez la mezcla fue uniformemente distribuida en toda la superficie interior del molde madera, se procedió a compactar la mezcla con ayuda de un martillo y una placa cuadrada de madera con dimensiones inferiores al lado más corto del molde madera para que todas las burbujas de aire que hubieran quedado al interior de la mezcla fueran expulsadas y para asegurar que todos los componentes de la mezcla se hayan incorporado

correctamente. Al finalizar el compactado, se le dio un patrón decorativo a la mezcla mientras se encontraba fresca.

Se dejó a los prototipos 3 y 4 recibiendo luz solar durante dos días y al tercero se les retiró el molde de madera evitando generar fracturas o grietas y se dejó reposando al sol por tres días más.

Para finalizar, se realizó un último prototipo, para el cual, se utilizaron los materiales presentados en la tabla 6.

Tabla 6

Materiales empleados en el prototipo 5

Material	Tamaño de porción	Cant. de porciones empleadas
Pulpa de cartón	100 g	3
Cemento gris	100 g	2
Agua	100 ml	1.5
Trozos de cartón remojado en agua de 10 x 4 mm	1 taza	2

Nota. En la tabla se muestran los materiales y las dosificaciones empleadas para la fabricación del prototipo número 5 de recubrimiento para muro con materiales reciclados. Elaboración propia, 2024

Para el prototipo número 5 se siguió exactamente el mismo proceso de fabricación de los prototipos 3 y 4, sin embargo, buscando una mejora en la resistencia final, se hicieron cambios en la dosificación de los materiales, nuevamente, se tomó como medida de referencia 100 g por porción, quedando la proporción de la siguiente manera 1.5:2:3, siendo los componentes agua, cemento y pulpa de cartón respectivamente. Posteriormente, se le agregó a la mezcla el total de 2 tazas de cartón recortado en rectángulos de 10 x 4 mm previamente remojado en agua.

Una vez terminada su fabricación, se le dejó recibiendo luz solar hasta fraguar correctamente. Debido a las condiciones climáticas, el prototipo permaneció durante cinco días dentro del molde de madera para evitar daños al retirarlo antes de que se endureciera correctamente.

3. Resultados y Discusión

3.1 Análisis de los Prototipos 1 y 2

Tras fraguar, los primeros dos prototipos presentaron algunos detalles estéticos en sus caras exteriores, como lo son una pigmentación irregular en toda su superficie debido a menores o mayores concentraciones de cartón o de cementos en esa área, ligeros hundimientos provocados por un mal proceso de compactación y por la presencia de burbujas de aire al interior, también se presentaron algunas fisuras en ambos prototipos (figura 7).

Figura 7*Fisuras en los prototipos.*

Nota. En la imagen se muestran los detalles estéticos que presentaron los prototipos 1 y 2. Elaboración propia, 2024.

Debido a una temprana manipulación mientras el prototipo 2 aún se encontraba fresco y presumiblemente también al tipo de diseño que se le plasmó, este presentó una grieta transversal en su parte posterior (figura 8), la cual, no se extendió a más de 5 mm de profundidad, sin embargo, comprometió críticamente la integridad y resistencia del prototipo (figura 9).

Figura 8*Grieta transversal en el prototipo 2.*

Nota. En la imagen se muestra la grieta transversal que se presentó en el prototipo 2 debido a un mal manejo. Elaboración propia,

Figura 9*Profundidad de la grieta en prototipo 2.*

Nota. En la imagen se muestra la profundidad de la grieta presentada en el prototipo 2. Elaboración propia, 2024.

Más allá de eso, una vez completamente secos, ambos prototipos alcanzaron una resistencia considerablemente buena, al ser manipulados no presentan deformaciones notables a simple vista ni se percibe una sensación de fragilidad. El prototipo 1 obtuvo un peso final de 358 g, mientras que el prototipo 2 alcanzó los 225 g.

En cuanto a la estética general, ambos prototipos adquirieron una pigmentación más clara que la del cartón convencional, acercándose más a las tonalidades crema o blanquecinas, lo que abre las posibilidades de implementar aditivos colorantes en la mezcla para obtener una gama de colores amplia.

El diseño 1, empleado en los prototipos 1 y 2 le dio un aspecto semejante al del lambrín (figuras 10 y 11), sin embargo, debido a la poca profundidad de los surcos plasmados en los prototipos y a los mínimos cambios de tonalidad entre las partes altas y bajas, se pierden un poco de vista los patrones generados, además de que si es mal manejado, puede presentar fracturas, por lo que se recomienda que, en caso de hacer uso de este diseño, se considere incrementar por lo menos al doble el grosor de la mezcla al momento de agregarla al molde y de igual manera, aumentar la profundidad de los surcos para obtener un mejor resultado estético.

Figura 10

Aspecto final prototipo 1.



Nota. En la imagen se muestra el aspecto final del prototipo 1. Elaboración propia, 2024.

Figura 11

Aspecto final prototipo 2.



Nota. En la imagen se muestra el aspecto final del prototipo 2. Elaboración propia, 2024.

3.2 Análisis de los Prototipos 3 y 4

En los prototipos 3 y 4 hubo una mejora estética considerable, puesto que, en esta ocasión, ninguno de los dos presentó algún tipo de fisura o de fractura, no se nota la presencia de diferentes capas de materiales y se mantuvieron íntegros al momento de ser sacados de sus respectivos moldes de madera (figuras 12 y 13).

Figura 12*Aspecto final prototipo 3.*

Nota. En la imagen se muestra el aspecto final del prototipo 3, no presenta fisuras. Elaboración propia, 2024.

Figura 13*Aspecto final prototipo 4.*

Nota. En la imagen se muestra el aspecto final del prototipo 4, no presenta fisuras. Elaboración propia, 2024.

Ambos presentan una coloración uniforme en toda su superficie. De nueva cuenta, los dos prototipos presentaron tonalidades más claras que su material principal de origen, el cartón, de modo que una vez más existe la posibilidad de agregar pigmentaciones diferentes.

En este caso, no se aprecia ninguna deformidad o hundimiento generado durante el tiempo de fraguado, por lo que se deduce que durante el proceso de colado no se crearon burbujas de aire al interior.

Los prototipos 3 y 4 alcanzaron una dureza y solidez mayor a la de sus dos predecesores, es decir, ambos presentaron mejoras en sus propiedades físicas. Al ser manipulados, no se aprecian deformaciones de ningún tipo y no existe una sensación de fragilidad. El peso final del prototipo 3 fue de 325 g, mientras que el del prototipo 4 fue de 203 g.

3.3 Análisis de los Prototipos 5

Debido a que proporcionalmente, el prototipo número 5 es el que tiene una mayor concentración de cemento, es el que alcanzó una dureza mayor con respecto a los prototipos anteriores, sin embargo, es el menos flexible de todos, razón por la cual, también es el más propenso a estrellarse o fragmentarse luego de un golpe o una mala manipulación.

En cuanto a la estética, al igual que los prototipos 3 y 4, éste presenta una coloración uniforme en su superficie (figura 14), la pigmentación resultante es la más blanquecina de todos los prototipos. Al usarse una proporción menor de pulpa de cartón en su fabricación, tiene un ancho promedio un poco menor a 1 cm (figura 15), al contrario de sus antecesores, que, en promedio, tienen un grosor mayor al centímetro. El peso final del prototipo 5 fue de 265 g.

Figura 14

Aspecto final prototipo 5.



Nota. En la imagen se muestra el aspecto final del prototipo 5, no presenta fisuras. Elaboración propia, 2024.

Figura 15

Grosor del prototipo 5.



Nota. En la imagen se muestra el grosor del prototipo 5 menor a 1 cm. Elaboración propia, 2024.

3.4 Pruebas

Se realizaron pruebas de dilatación y contracción térmica y de aislamiento acústico en los 5 prototipos, los resultados se presentan en las tablas 7-9

Tabla 7

Datos obtenidos en la prueba de dilatación.

Prototipo	Medida Inicial (cm)	Medida Final (cm)	Diferencia (cm)
1	22.5	22.7	0.2
2	22	22.3	0.3
3	22	22.2	0.2
4	22	22.3	0.3
5	22.5	22.6	0.1

Nota: En la tabla se muestran los resultados obtenidos durante la realización de la prueba de dilatación en los prototipos de revestimiento de muro a base de cartón reciclado, en rojo el mejor resultado. Elaboración propia, 2024.

Tabla 8*Datos obtenidos en la prueba de contracción.*

Prototipo	Medida Inicial (cm)	Medida Final (cm)	Diferencia (cm)
1	22.5	22.3	-0.2
2	22	21.8	-0.2
3	22	21.9	-0.1
4	22	21.9	-0.1
5	22.5	22.4	-0.1

Nota: En la tabla se muestran los resultados obtenidos durante la realización de la prueba de contracción en los prototipos de revestimiento de muro a base de cartón reciclado, en rojo el mejor resultado. Elaboración propia, 2024.

Tabla 9*Comparación de aislamiento acústico entre los prototipos 1 al 5.*

	Min. (dB)	Máx. (dB)	Promedio (dB)
Ambiente	28	41	33.5
Prototipo 1	28	47	32.4
Prototipo 2	28	44	31.1
Prototipo 3	28	47	32.4
Prototipo 4	28	44	31.1
Prototipo 5	27	44	32.6

Nota: En la tabla se muestra la comparación del aislamiento acústico en los prototipos de revestimiento de muro de materiales reciclados, en rojo el mejor resultado. Elaboración propia, 2024.

3.5 Propuesta de Aplicación

Debido a la naturaleza de los materiales empleados en su fabricación, la utilización ideal para este recubrimiento es, evidentemente, para interiores, a modo de evitar una deterioración prematura y a consecuencia, el reemplazo de las piezas de cartón.

En espacios interiores, con los panales de cartón reciclados, se puede crear una infinidad de patrones diferentes, cambiando el diseño impreso de cada pieza e incluso también sus dimensiones, jugando con la percepción del espacio y creando sensaciones diferentes dependiendo de la manera en la que sea presentado cada diseño.

Si bien, el uso propuesto original de este material es como revestimiento para muros, tomando en cuenta la ligereza final que adquiere al terminar su proceso de fabricación y

la facilidad con la que se puede ampliar la gama de colores, crea la posibilidad de emplearlo también como alternativa de construcción para plafones al incrementar el tamaño del formato de los paneles de pulpa de cartón.

4. Conclusiones

Si bien, los primeros dos prototipos presentaron un nivel aceptable de dureza y un nivel de alto de maniobrabilidad, las primeras pruebas no satisficieron las expectativas de durabilidad, resistencia, ni estética debido a las fracturas, fisuras y otros desperfectos que fueron visibles, sin embargo, con los prototipos subsecuentes se pudo corregir la mayoría de los problemas presentados al cambiar ciertos aspectos en el proceso de fabricación, adquiriendo estos una mejor apariencia física y una mejora considerable en cuanto a su resistencia.

Debido tanto a sus características físicas como a las estéticas, se determinó que el prototipo número 3, cuya proporción de materiales era de 1.5:1:4 (agua, cemento, pulpa de cartón), resultó ser el que mejor cumplió con el objetivo fijado al inicio de la investigación, teniendo éste las mejores características estéticas, de flexibilidad y de resistencia con respecto a los demás prototipos.

Con base en lo anterior, se puede intuir que, mientras sea fabricado correctamente, este recubrimiento puede ser altamente funcional para ser aplicado al interior de un espacio, gracias a su ligereza, a su dureza, resistencia y a la facilidad de manipulación. Además, cambiando su tamaño, es posible darle otros usos, como en plafones o darle una apariencia diferente para crear nuevos patrones de diseño.

Este recubrimiento de muro a base de materiales reciclados resultó ser fácilmente replicable por terceros, de manejo sencillo y puede ser llevado a una escala de fabricación más grande, por lo que su integración en el mundo de la construcción y el diseño es factible y realizable, más a su favor, su aplicación no se limita a muros, sino que también puede ser aplicado no solo con fines estéticos, ampliando la investigación, se podría llegar a utilizar como aislante acústico y térmico, generando un menor impacto ecológico en el ambiente.

Contribución: “Conceptualización, metodología y revisión del caso de estudio: Jaqueline Marmolejo Quintanar; Datos estadísticos e interpretación de los datos obtenidos del trabajo de campo: Zaira Betzabeth Trejo Torres; validación y evaluación de propuestas: Margarita Benítez Alonso; realización de pruebas y prototipos: José Rubén Rodríguez Rodríguez.

Financiamiento: Proyecto de investigación interno, sin financiamiento.

Agradecimientos: Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y al Tecnológico Nacional de México. Al estudiante José Rubén Rodríguez Rodríguez por su colaboración en el proceso de investigación teórica e integración de esta publicación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Equipo editorial, Etecé. (2021, 16 julio). ¿Cuál es la Importancia de Reciclar? Información y beneficios. Concepto. <https://concepto.de/importancia-de-reciclar/>
2. Usón, A. A., Usón, J. A. A., & Bribián, I. Z. (2010). Ecodiseño y análisis de ciclo de vida (Vol. 178). Universidad de Zaragoza.
3. Pellegrini, N., y Reyes, R. (2009). Reciclaje de papel en la universidad simón bolívar. Revista de Investigación, 67 (33), 45-57.
4. Hagamos Diferencia. (s. f.). Semarnat. Recuperado 10 de septiembre de 2024, de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/Hagamos.pdf>

5. Bustos, D. (s.f). Reciclaje de papel en México. Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte <http://www.ci-ceana.org.mx/web/contenido.php?cont=398>
6. SaveBOARD - Sustainable Building Materials | New Zealand. (s. f.). Save Board NZ. <https://www.saveboard.nz/>
7. KyoDeco - Elementos sustentables para decoración. (s. f.). Kyodeco. <https://www.kyodeco.com/>