

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN MATERIAL COMPUESTO REFORZADO CON FIBRA DE FIQUE Y FIBRA DE VIDRIO EN UNA MATRIZ DE RESINA EPÓXICA.

Andrés David Ramírez Zambrano, Osvaldo Alfonso Navarro García
Ricardo Andrés Mendoza Quiroga ing. Msc director

RESUMEN

Palabras clave: materiales compuestos, fibras naturales, fibra de fique, propiedades mecánicas.

El presente artículo muestra el estudio del comportamiento mecánico de un material compuesto reforzado con fibra de fique y fibra de vidrio dispuestas en forma bidireccional en una matriz de resina epoxica. Se obtuvieron los diferentes compuestos variando la cantidad y el ordenamiento del contenido de fibras, este tipo de material fue sometido a ensayos de tensión, flexión e impacto; de este tipo de materiales con refuerzo de fibras naturales se pudo observar la evolución de la rigidez del compuesto, también presentó un incremento en las propiedades a impacto siendo esta la propiedad mas relevante que aportan los refuerzos de las fibras.

ABSTRACT

Keywords: composite materials, natural fibers, sisal fiber, mechanical properties.

This paper shows the mechanical behavior of a fiber reinforced composite material of glass fiber and sisal bidirectionally arranged in a matrix of epoxy resin. The various compounds varying the amount and arrangement of the fiber content is obtained, this material was subjected to tests of tensile, flexural and impact, of these materials with reinforcing natural fibers could be seen changing stiffness compound also showed an increase in properties to impact this property being the most important contributors fiber reinforcements.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está trabajando con intensidad en la fabricación de materiales compuestos reforzados con fibras naturales como una alternativa a los compuestos más clásicos reforzados con fibras de derivadas del petróleo. Estas presentan una importante alternativa en el reemplazo de los compuestos reforzados con fibras sintéticas cuyas propiedades resultan en ocasiones superiores; las fibras naturales tienen un muy bajo costo al igual que una baja densidad lo que les lleva a tener una buena resistencia específica, además son biodegradables y no presentan efectos abrasivos como las fibras de vidrio entre otras. [1]

En particular el estudio se enfoca en determinar las propiedades mecánicas del compuesto reforzado con fibra de vidrio y fibra de fique en matriz de resina epoxica, con el fin de aprovechar las fibras de tipo natural para obtener compuestos con mejores propiedades mecánicas que algunas fibras sintéticas ya existentes, con el motivo de proveer información que validen su aplicación.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto comprende en su metodología, las especificaciones generales de la fibra de fique y fibra de vidrio, la preparación del material compuesto, además de los parámetros implementados en

cada una de las pruebas de caracterización. Con el fin de determinar el comportamiento del compuesto, y el efecto causado por la incorporación del fique/vidrio a la matriz, los porcentajes de contenido de fibras [(100/0), (67/33), (50/50), (67/33), (0/100)], La caracterización del material se hizo mediante ensayos de tensión, flexión, impacto.

Tabla 1. Materiales

| | |
|--------------------------------|---|
| Fibra de fique |  |
| Fibra de vidrio (woven robing) |  |
| Resina epoxica (Derakene) |  |

2.1. Ensayo bajo normas ASTM

Las normas bajo los cuales se realizaron las pruebas Para la determinación de propiedades físicas y mecánicas de las mezclas.

- Pruebas de tensión.

Las pruebas se realizan en la máquina universal de ensayos bajo la norma ASTM D3039. [2]

- Pruebas de flexión.

Las pruebas se realizan en la máquina universal de ensayos bajo la norma ASTM D790 para ensayos de flexión. [3]

- Pruebas de impacto.

Las pruebas se realizan en la máquina de impacto Charpy bajo la norma ASTM D256. [4]

2.2. Proceso de manufactura del compuesto

Figura 1. Diagrama de funcionalidad del proceso de manufactura de materiales compuestos laminados

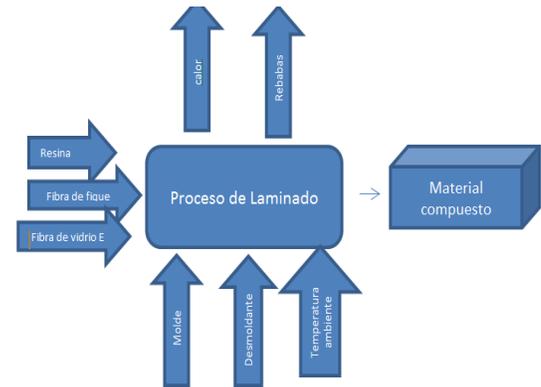


Tabla 2. Ordenamientos de los refuerzo del material compuesto

| Fique/vidrio | Fibra de fique (%) | Fibra de vidrio (%) | # capas fique | # capas vidrio | orden de capas |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | 100 | 0 | 6 | 0 | 6f - 0v |
| 2 | 67 | 33 | 4 | 2 | 2f- 2v - 2f |
| 3 | 50 | 50 | 3 | 3 | 1f - 1v - 1f - 1v - 1f - 1v |
| 4 | 33 | 67 | 2 | 4 | 2v - 2f - 2v - 2v |
| 5 | 0 | 100 | 0 | 6 | 0f - 6v |

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La presentación de los resultados del trabajo debe ajustarse al formato descrito en la metodología.

Tensión

Tabla 3. Esfuerzo máximo de los compuestos

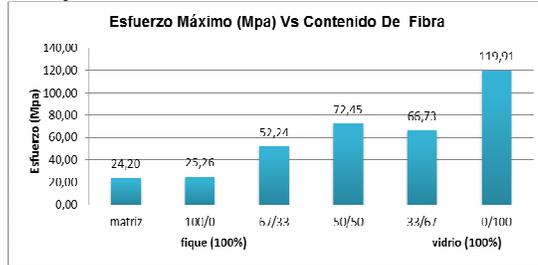


Tabla 4 Deformación de tensión en el material compuesto

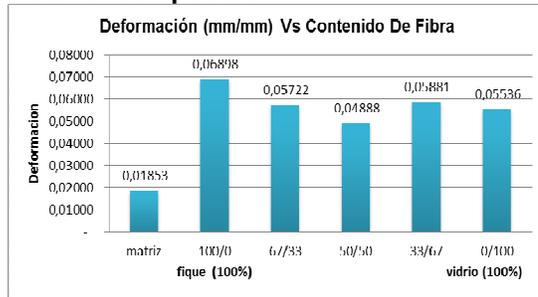
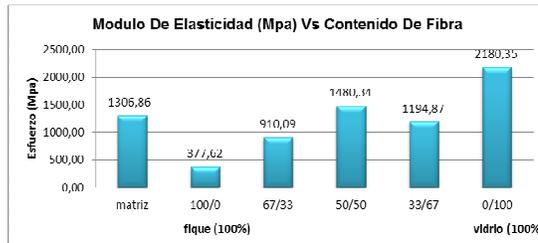


Tabla 5. Módulo de elasticidad en tensión del material Compuesto



El comportamiento a tensión de cada uno de los compuestos se muestra en las tablas (3, 4,5) en la cual, es posible observar que a medida que se incrementa el porcentaje de fique en el compuesto, la resistencia y el módulo de elasticidad a tensión, tienden a disminuir, mientras que la deformación aumenta, lo que se puede interpretar como una ductilidad del compuesto con la incorporación de un porcentaje mayor de fibra de fique. Debido a la interface fibra-matriz, que ayuda a la capacidad de deformación del compuesto, Por otra parte, una vez alcanzado el esfuerzo máximo, los

materiales presentan diferentes comportamientos. Las curvas para los compuestos, muestran una fractura gradual atribuida al desprendimiento de la fibra, que mediante fricción se opone a la fractura súbita del compuesto. Este comportamiento es más notorio en las curvas correspondientes a los compuestos reforzados (50/50) y (33/67) de fibra de fique y fibra de vidrio E, mientras que en el compuesto reforzado con 100 porciento fibra de vidrio (0/100), tiende a ser similar al de la matriz, debido a la débil oposición proporcionada por su capacidad de deformación la cual lo hace comportarse como un material frágil.

En el compuesto con (50/50) % de fibra de fique y fibra de vidrio el esfuerzo obtuvo una resistencia a la tensión de 72,5 MPa y un módulo de 1480,34 Mpa representando una mejora en la resistencia del compuesto, de un 207,64%, y en el módulo de 13,27 % respecto a la matriz en la cual se obtuvo valores de 24,20 Mpa en el esfuerzo máximo y el módulo 1306,86 Mpa respectivamente (tabla 3). Sin embargo, La deformación aumento en un 163,79% frente a la presentada por el material sin refuerzo

Flexión

Tabla 6. Esfuerzo máximo de flexión en compuesto

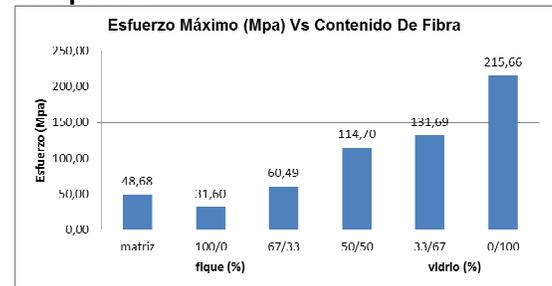


Tabla 7. Deformación de Flexión

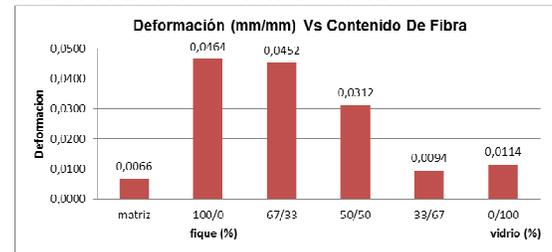
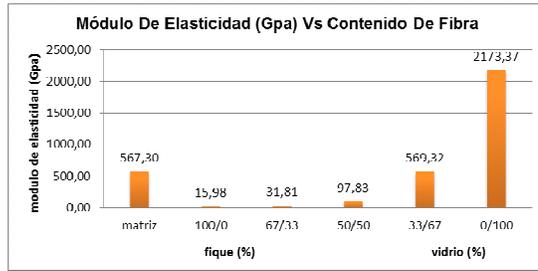
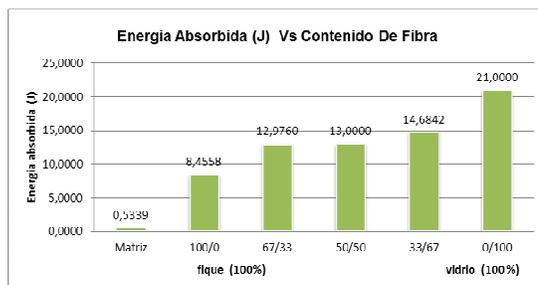


Tabla 8. Módulo de Elasticidad de Flexión



Los materiales evaluados a flexión se puede observar un porcentaje de fibra óptimo correspondiente al (50/50) de fibra de fique y fibra de vidrio en el cual se puede evidenciar una mejora de propiedades, como la resistencia al esfuerzo máximo y la deformación referente a los demás compuestos analizados. En el compuesto fabricado con un (50/50) de fibras, se observa una caída en el módulo de flexión, lo que puede atribuirse a que en compuestos reforzados con un porcentaje de fique alcanza un volumen en el cual, la matriz no impregna la totalidad de las fibras, restringiendo la transmisión de cargas de la matriz, a un cierto volumen de fibras, reflejándose en la disminución de las propiedades a flexión del material. Como se muestra en la tabla 6, al reforzar el material con (50/50)% de fibras se alcanzó una resistencia de 114,70 MPa, y un módulo de elasticidad de 97,83 Gpa, representando uno de los resultados más bajos obtenidos para el compuesto, mejorando el esfuerzo máximo en un 141,58%, y una disminución del módulo en un -79,9%.

Tabla 9. Energía Absorbida en Impacto del material Compuesto



La capacidad para absorber energía o resistencia al impacto de los compuestos estudiados, se muestran en la tabla 9, en la cual es posible observar la dependencia directa de la resistencia al impacto del material, con el porcentaje de fibra incorporado en el compuesto. Esto puede ser explicado teniendo en cuenta, que en compuestos reforzados con fibras, las fibras se oponen a la generación de grietas, debido a que estas tienden a desprenderse antes de fracturarse, haciendo necesario, un trabajo adicional para vencer los anclajes de tipo mecánico, establecidos entre la fibra y la matriz. Lo que permite intuir que si hay una mejor calidad interfacial en el compuesto, el material ganaría resistencia al impacto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al momento de seleccionar el tipo de resina que se iba a utilizar como matriz para preparar el material compuesto se observó que a un mayor contenido de thinner (disolvente adelgazador) las probetas mostraban un mejor comportamiento a flexión y a una mayor adición de catalizador mostraban una tendencia a absorber mayor impacto. Estas tendencias llevaron a escoger la resina c3 la cual mostraba mayor contenido de ambos (thinner y catalizador).
- La adición de fibras naturales como el fique y fibra sintética como el vidrio E, contribuyen de buena manera a las propiedades del compuesto. El fique aporta buenas propiedades para ser tenido en cuenta como material de refuerzo, este tipo de materiales naturales pueden ser tenido en cuenta como una gran oportunidad de agregado.
- Según los resultados obtenidos este tipo de refuerzos brinda mejoras a las propiedades de impacto del material mejorando entre un 1000 y 1600% esta propiedad. Los refuerzos de las fibras de fique aumentaron en un 1483,78% comparado con la matriz.

- Para los esfuerzos a flexión los refuerzos no aportaban resistencia significativa, sin embargo esta pérdida de resistencia se ve acompañada de una buena deformación, aumentándola en un 603,03%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Amigó V, Salvador M, Sahuquillo O; Aprovechamiento de residuos de fibras naturales como elementos de refuerzo de materiales poliméricos. Instituto de Tecnología de Materiales Universidad Politécnica de Valencia, España.

[2] ASTM D3039.
<http://www.instron.com.es/wa/solutions/Testin-g-Carbon-Composite-Laminates-to-ASTM-D3039.aspx>

[3] ASTM D790-10 Métodos de prueba estándar para las propiedades de flexión de los plásticos no reforzados y reforzados y materiales de aislamiento eléctrico.

[4] ASTM D256 -10 Métodos de ensayo para la determinación del Izod Pendulum Resistencia al impacto de plásticos