

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

## Desarrollo de nuevos materiales compuestos reforzados con fibras naturales y sintéticas.

SucreReview N°2  
ISSN 2697-360X  
AÑO 2022

**Curicama Pinargote Francisco Javier**

Instituto Superior Universitario Rumiñahui / francisco.curicama@ister.edu.ec

**Guallasamin Pillajo Luis Marcelo**

Instituto Superior Universitario Rumiñahui / luis.guallasamin@ister.edu.ec

### RESUMEN

El presente trabajo se detalla, sobre el desarrollo de los nuevos materiales en base a poliméricos, fibras naturales y sintéticas. Se da una breve explicación de sus propiedades mecánicas y la manufactura a los mismos, se realiza un análisis comparativo sobre sus propiedades y sus diferentes aplicaciones en la artesanía, industria del automóvil, en la industria maderera entre otras.

Se toman muestras de una matriz polimérica de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Utilizando las normas para ensayos de materiales compuestos ASTM D3039 para tracción, ASTM D7264 flexión, y ASTM D5628 para impacto. Se proceden a recortar el número de probetas necesarias, con el equipo de ensayo de tracción se toman un número de 8 probetas con sección transversal de 39 mm<sup>2</sup> se realiza la toma de los datos en las diferentes pruebas de fuerza, esfuerzo y elongación; obteniendo los siguientes resultados promedios: fuerza 808 N, esfuerzo 22,7 MPa y una deformación de 0.45mm. Para el ensayo de flexión: fuerza 34 N, esfuerzo 214 MPa, elongación de 0.5mm. Para el ensayo de impacto 0.25 Joule absorbe la energía si resquebrajarse, y 0.82 de mayor fisuramiento.

**Palabras claves:** Poliéster, fibra de vidrio, propiedades mecánicas

### ABSTRACT

This work is detailed on the development of new materials based on polymers, natural and synthetic fibers. A brief explanation of their mechanical properties and their manufacture is given, a comparative analysis is carried out on their properties and their

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

different applications in crafts, the automobile industry, in the wood industry, among others.

Samples are taken from a glass fiber reinforced polyester polymer matrix. Using the standards for testing composite materials ASTM D3039 for tensile, ASTM D7264 flexion, and ASTM D5628 for impact. The number of specimens necessary is cut, with the tensile test equipment a number of 8 specimens with a cross section of 39 mm<sup>2</sup> are taken, the data is taken in the different tests of force, stress and elongation; obtaining the following average results: force 808 N, stress 22.7 MPa and a deformation of 0.45mm. For the bending test: force 34 N, stress 214 MPa, elongation of 0.5mm. For the impact test 0.25 Joule absorbs energy if cracking, and 0.82 for greater cracking.

**Keywords:** Polyester, glass fiber, mechanical properties.

## 1. Introducción

La utilización de materiales actuales como: (acero, madera, derivados del petróleo) está llevando a la destrucción paulatina del planeta, convirtiéndonos en personas consumistas y destruyendo el medio ambiente que sirve de equilibrio a los seres humanos, los materiales como las fibras naturales y sintéticas que en muchos de los casos son utilizados en forma artesanal como adornos, por medio de un estudio más detallado de sus propiedades físicas y químicas pueden convertirse en materiales que pueden reemplazar a los actuales mejorando: propiedades mecánicas, biodegradabilidad, menor costo y mayor vida útil

En la actualidad el consumo de energía en los países industrializados, es notable su incremento, y una excesiva dependencia de los combustibles de origen fósil, esta situación origina problemas bien conocidos como el agotamiento del combustible en fechas no muy lejanas, impactos negativos causados sobre el medio ambiente como la lluvia ácida y el efecto invernadero. Sociedades consumistas que generan millones de toneladas de plásticos hacia el ambiente, la tala indiscriminada de los árboles sumada a la poca conciencia del reciclaje entre las personas, han causado daños irreversibles para nuestro planeta.

La humanidad ha utilizado la fibra natural para diversos tipos de aplicaciones, incluyendo materiales de construcción. En la mayoría de los países, los usuarios han explorado las posibilidades de utilización de la fibra natural de diferentes plantas, que incluyen el bagazo, paja de cereales, caña de maíz, tallos de algodón, cascarilla de arroz, etc. La mayoría de la fibra se utiliza principalmente para la producción de cartón duro y tableros de partículas. La aparición de los polímeros en el comienzo del siglo XX. Se observa una

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

necesidad del uso de fibras sintéticas como la fibra de vidrio, que debido a sus superiores propiedades dimensionales está ganando popularidad y reemplazando lentamente la fibra natural en diferentes aplicaciones. [1]

Las fibras sintéticas como: la aramida, son robusta y resistente al calor se utilizan para fines militares, como puede ser balístico y protecciones personales y en el campo aéreo espacial, las cadenas aramidadas están altamente orientadas en el eje longitudinal

Las fibras naturales: sisal, lino, cáñamo, yute, coco, bambú, plátano: son más utilizadas por la condición ambiental para satisfacer las necesidades de los productos de construcción y materias primas, estos productos deben satisfacer a los materiales actuales, es decir en el menor costo, menor mantenimiento y una mayor adaptabilidad. [2]

Al momento las investigaciones se basan en explotar nuevos materiales biodegradables, materiales compuestos que tenga como matriz una resina o poliéster y como refuerzo un no tejido como: yute, sisal, cabuya, fibra de coco, plátano y vidrio. Con este tipo de materiales compuestos se espera conseguir materiales con propiedades mecánicas superiores a los convencionales (madera, caucho) como (tracción, flexión, impacto, módulo de elasticidad, dureza) y aplicarlos al desarrollo de nuevos productos para la industria automotriz, aviación, madera y plásticos.

## 2. Desarrollo

### 2.1 Materiales

#### A. Fibra de cabuya

La cabuya es una planta que se encuentra en el país a lo largo del callejón interandino, es de un clima frío, no necesita agua para su subsistencia, sus fibras son consideradas como duras.

Este tipo de fibras se cosecha a partir de los 2 años desde su siembra, existe una gran cantidad en nuestro país. Para el procesamiento de la cabuya, primero la planta debe estar apta para su cosecha, en la cual primero se corta sus hojas del penke y se las desorillan para quitar las espinas, se puede observar que las hojas de la cabuya son puestas en la carretera para que los automóviles con su peso vayan extrayendo la humedad para posteriormente llevarlas al desfibrado, seguidamente son colocadas al sol y terminan con su fase de coloración. En la Fig. 1 se detalla el proceso de obtención de esta fibra.

Las propiedades mecánicas que presentan frente a otras son relativamente mayores y todo dependerán de la orientación, la dispersión y el tipo de fibra (relación longitud/diámetro), para obtener un material con altas prestaciones mecánicas. [3]

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas



*Fig 1.* Proceso de obtención de la fibra de cabuya

## **B. Fibra de vidrio**

Las fibras de vidrio están constituidas fundamentalmente por sílice, que se combina con diferentes óxidos (alúmina, alcalinos y alcalinotérreos), que en función de sus respectivos porcentajes permiten modificar las características de la fibra resultante. La elevada resistencia que poseen las fibras de vidrio es producida por los enlaces covalentes entre el silicio y los radicales de oxígeno.

Las principales ventajas de la fibra de vidrio son: su bajo costo, alta resistencia a la tracción y alta resistencia química. Las desventajas radican en el relativamente bajo módulo de elasticidad, alta densidad, sensibilidad a la abrasión y alta dureza, que causa desgaste en herramienta de corte.

### **2.2 Métodos**

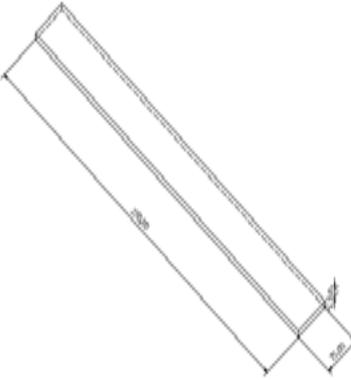
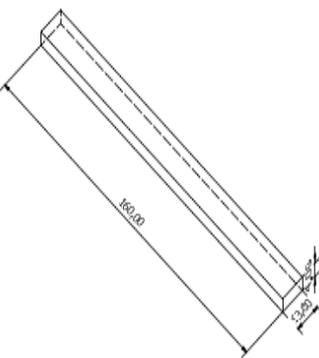
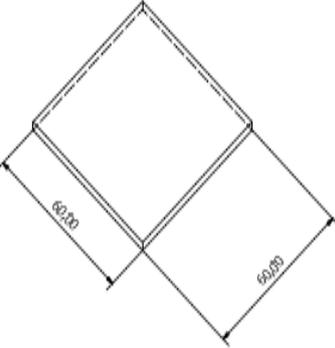
Para la fabricación de materiales compuestos se utiliza el poliéster y fibra de vidrio, para la conformación de este tablero se tiene prevista la matriz o material aglomerante a utilizar, por medio de las leyes de las mezclas se coloca el porcentaje adecuado de mek, octoácido de cobalto y el acelerante. La mezcla se lo realiza en un molde para lo cual se debe colocar una parte del aglomerante, en la capa intermedia, se coloca la fibra que puede ser (abacá, yute, coco, entre otros). Cabe anotar que para el molde se debe colocar la cera desmoldante, después se aplicara una presión necesaria para que se compacte los elementos de la matriz.

Para realizar una matriz de fibra de vidrio con material polimérico uno de los métodos más comunes es el de aspersion, en el cual por medio de una pistola se va introduciendo en hilos de longitud determinada de la fibra de vidrio hacia la matriz polimérica. [4]

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

Para determinar las propiedades mecánicas de estos materiales compuestos se utiliza ensayos destructivos, bajo la norma de la ASTM. Se recorta el número de probetas tanto para los ensayos de tracción, flexión e impacto. En tabla 1 se ilustra las probetas ensayadas con las medidas respectivas obligadas a seguir por las normas ASTM para materiales compuestos.[5]

NORMAS ASTM PARA ENSAYOS DE PROBETAS		
Tracción ASTM D3039	Flexión ASTM D7264	Impacto ASTM D5628
		

*Fig 2.* Normas ASTM para los ensayos mecánicos

*Fig 3.* Probetas analizadas en los ensayos

PROBETAS ENSAYADAS EN EL LABORATORIO		
Tracción ASTM D3039	Flexión ASTM D7264	Impacto ASTM D5628

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas



## 2.3 Resultados y discusión

Los resultados de estos ensayos nos permiten conocer las propiedades del material, al cual fue elaborado con una resina de poliéster y la fibra de vidrio, en el cual se varía el porcentaje tanto para la matriz polimérica como para el refuerzo.

Para poder realizar las diferentes pruebas se utilizaron las maquinas de ensayo que se encuentra en la tabla 3

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

MAQUINAS DE ENSAYO		
Tracción ASTM D3039 Marca: Tinius Olsen Capacidad: 5260 lbf (25000 N)	Flexión ASTM D7264 Marca: Tinius Olsen Capacidad: 5260 lbf (25000 N)	Impacto ASTM D5628 Marca: Izod Tinius Olsen Impacto por caída de dardo
		

*Fig 4.* Equipos utilizados en los ensayos

## A. Ensayo de tracción

Para el ensayo de tracción se utilizaron un número de 8 probetas de dimensiones (250\*25mm) con espesores que oscilaban entre 1.02 y 1.55 mm. Utilizando un equipo de tracción de la marca Tinius Olsen con características técnicas (carga máxima 25000 N, avance 2mm por minuto), se ingresan las probetas y son sujetadas por dos tenazas, el

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

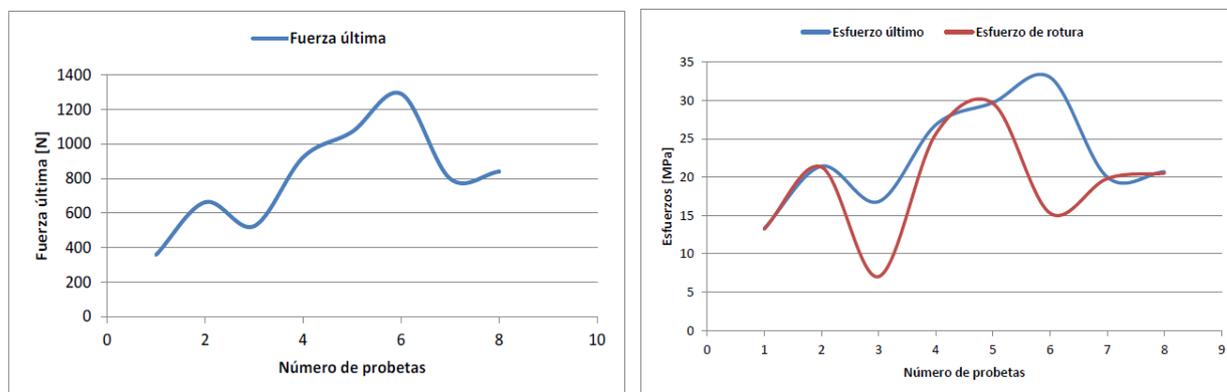
Con fibras naturales y sintéticas

ensayo consiste en romper la probeta a una fuerza dada, gráficamente se observa el comportamiento a medida que aumentaba su fuerza, la fractura de la probeta a nivel promedio se produjo en: fuerza 808 N, esfuerzo 22,7 MPa y una deformación de 0.45mm.

**Tabla 1.** Datos del ensayo de tracción

No	Ancho (mm)	Espe sor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Módulo (MPa)	Fuerza fluencia (N)	Esfuerzo fluencia (MPa)	Fuerza última (N)	Esfuerzo último (MPa)	Esfuerzo rotura (MPa)	% Elongación
1	26,2	1,02	26,724	3470			357	13,3	13,2	0,5
2	25,8	1,2	30,96	4870	435	14,1	662	21,4	21,3	0,458
3	26	1,2	31,2	5500			524	16,8	7,03	0,276
4	25,9	1,33	34,447	9330	475	13,8	922	26,8	25,6	0,29
5	25,9	1,4	36,26	5360			1070	29,7	29,6	0,624
6	26	1,5	39	5630	596	15,3	1290	33	15,3	0,595
7	26,2	1,52	39,824	4160			799	20	19,8	0,512
8	26,1	1,55	40,455	7240			840	20,7	20,5	0,353
Promedio de resultados							808	22,7125	19,04125	0,451

Los gráficos de fuerza y esfuerzo para cada una de las probetas se pueden visualizar en la Fig. 2



# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

*Fig 5. Ensayo de Tracción*

## B. Ensayo de flexión

Para el ensayo de flexión se utilizaron 8 probetas de dimensiones (160\*25mm) con espesores que oscilaban entre 1.02 y 1.55 mm, se utilizó el equipo de flexión de la marca Tinius Olsen con características técnicas (carga máxima 25000 N, avance 2mm por minuto), para lo cual la probeta es colocada entre dos apoyos y una carga en la sección central, gráficamente en la PC se observa el comportamiento de la probeta, los datos de flexión de los promedios se tabularon de la siguiente forma: fuerza 34 N, esfuerzo 214 MPa, elongación de 0.5mm.

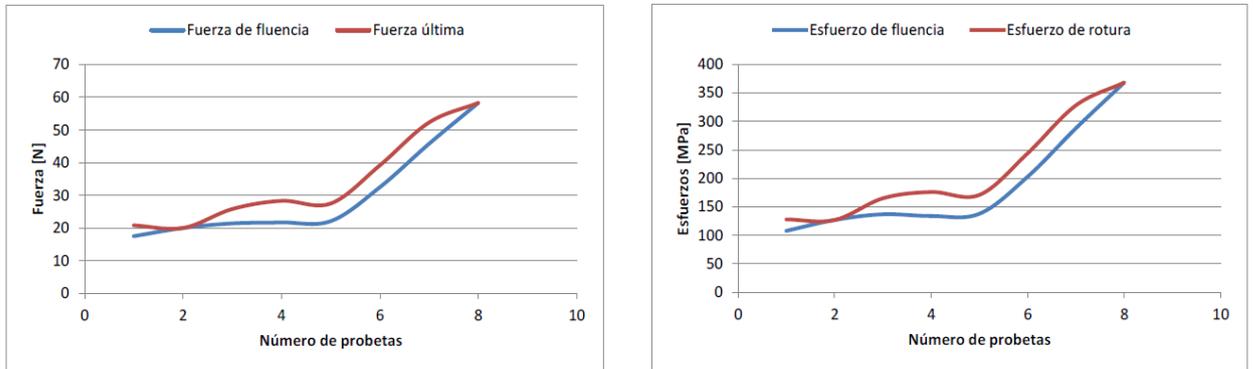
**Tabla 2.** Datos del ensayo de flexión

N o	Ancho (mm)	Espes or (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Módulo (MPa)	Fuerza fluencia (N)	Esfuerzo fluencia (MPa)	Fuerza última (N)	Esfuerz o rotura (MPa)	% Elongación	
1	15,2	1,56	23,712	32800	17,5	108	20,8	128	0,426	
2	14,8	1,56	23,088	35700	20	127	20	127	0,396	
3	14,8	1,56	23,088	38900	21,4	137	25,8	165	0,49	
4	15,2	1,56	23,712	48200	21,7	134	28,3	176	0,404	
5	15,1	1,56	23,556	51400	22,1	138	27,5	171	0,357	
6	15,1	1,56	23,556	72900	32,5	203	39,2	244	0,415	
7	15	1,56	23,4	83800	45,8	288	52,3	328	0,512	
8	14,9	1,56	23,244	119000	58,3	368	58,3	368	0,352	
				Promedio de resultados			34,025	213,375	0,419	

Los gráficos de fuerza y esfuerzo para cada una de las probetas se pueden visualizar en la Fig. 3

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas



**Fig 6.** Ensayo de Tracción

Para el cálculo del coeficiente de variación de las probetas en los ensayos de tracción y flexión, se utilizó la estadística.

$$\mu = \frac{\sum x}{N} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \mu)^2}{N}} \quad (2)$$

$$CV = \frac{S}{\mu} \quad (3)$$

**Donde:**

$N$  = número de probetas

$\mu$  = Media

$S$  = Desviación estándar

$CV$  = Coeficiente de variación

Se analiza los resultados de la probeta de tracción

**Tabla 3.** Datos de las probetas en los ensayos de tracción y flexión

# de probetas	(x-u)	(x-u) <sup>2</sup>
---------------	-------	--------------------

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

13,3	-9,4125	88,5951563
21,4	-1,3125	1,72265625
16,8	-5,9125	34,9576563
26,8	4,0875	16,7076563
29,7	6,9875	48,8251563
33	10,2875	105,832656
20	-2,7125	7,35765625
20,7	-2,0125	4,05015625

**22,7125      308,04875**

$N = 8$  ensayos

$\mu = 22,7125$

$S = 6.6337$

**CV = 29,20%** a tracción

**CV = 42.75%** a flexión

### C. Ensayo de impacto

Para el ensayo de impacto se utilizaron 20 probetas de (60x60mm) con espesores que oscilaban entre 1.02 y 1.55 mm de sección, la probeta era ajustada en la base inferior y en la parte superior se colocaba un dardo de masa 168 gramos, El impacto entre 12 y 15 cm la probeta no se resquebraja, obtuvo un nivel de energía de 0,24 joule. Entre 15 y 50 cm se obtuvo una absorción de energía entre 0.24 – 0.82 joule, utilizando fórmulas de la física se determinó el tiempo y la velocidad de impacto indicado, como se establece en la tabla 7.

**Tabla 4.** Datos del ensayo de flexión

No	cm	m	Resquebraja	probeta	Velocidad final	Tiempo	Fuerza de impacto	Energía de impacto
			si	no				
h1	10,5	5	0,10	x	1,43457311	0,1463850 1 6	1,6532	0,1735923

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

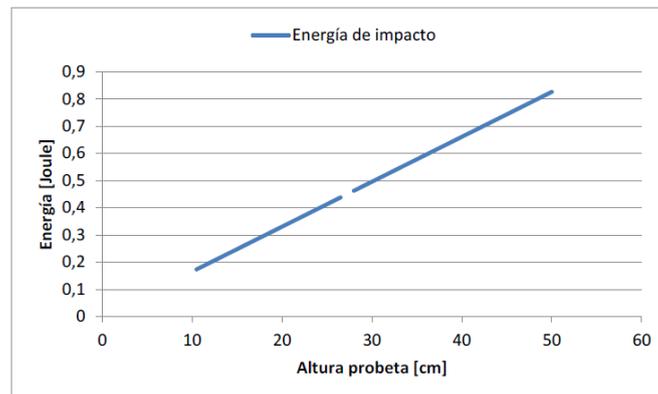
Con fibras naturales y sintéticas

h2	12,5	5	0,12		x	1,56524758	0,1597191 4	6	1,6532	0,2066575
h3	14		0,14		x	1,65650234	0,1690308 5	6	1,6532	0,2314564
h4	15		0,15		x	1,71464282	0,1749635 5	6	1,6532	0,24798
h5	15		0,15		x	1,71464282	0,1749635 5	6	1,6532	0,24798
h6	15		0,15		x	1,71464282	0,1749635 5	6	1,6532	0,24798
h7	15,5	5	0,15		x	1,74298594	0,1778557 1	6	1,6532	0,2562553
h8	15,5	5	0,15		x	1,74298594	0,1778557 1	6	1,6532	0,2562553
h9	16,5	5	0,16		x	1,79833256	0,1835033 2	6	1,6532	0,2727879
h10	16,5	5	0,16		x	1,79833256	0,1835033 2	6	1,6532	0,2727879
h11	17		0,17		x	1,82537667	0,1862629 3	6	1,6532	0,2810542
h12	21,5	5	0,21		x	2,05280296	0,2094696 9	6	1,6532	0,3554509
h13	26,5	5	0,26		x	2,27903488	0,2325545 8	6	1,6532	0,4381139
h14	28		0,28		x	2,34264807	0,2390457 2	6	1,6532	0,4629128
h15	30		0,3		x	2,42487113	0,2474358 3	6	1,6532	0,495978
h16	34		0,34		x	2,58147245	0,2634155 6	6	1,6532	0,5621084
h17	36		0,36		x	2,65631323	0,2710523 7	6	1,6532	0,5951736
h18	40		0,4		x	2,8	0,2857142 9	6	1,6532	0,661304
h19	45		0,45		x	2,96984848	0,3030457 6	6	1,6532	0,743967
h20	50		0,5		x	3,13049517	0,3194382 8	6	1,6532	0,82663

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

El gráfico de energía de deformación se lo puede visualizar en la Fig. 7



*Fig 7.* Ensayo de Impacto

### 3. Conclusiones

La resistencia a la tracción de la fibra de vidrio (3.1 GPa) es muy superior a la fibra de cabuya (0.305 GPa)

Para el ensayo de tracción los valores de esfuerzo van creciendo desde 3470 MPa hasta los 7240 MPa, esto se debe a que las secciones de las probetas no eran las mismas para todo el material, y la orientación de las fibras presentaba un comportamiento anisotrópico.

En el ensayo de tracción los valores de esfuerzo último de 33 y 13.3 MPa, presentaron una desviación estándar de 6.63 respectivamente. Mientras que el coeficiente de variación de 29.20%, se puede apreciar que los valores son demasiados altos, lo cual muestra que el proceso de fabricación no estuvo controlado por lo que los resultados no son reproducibles. El valor del 15% se lo toma como valor referencial.

Para el ensayo de tracción se considera un módulo elástico constante hasta el valor de los 18 MPa, la elongación máxima en el ensayo de flexión estuvo alrededor de 0.5 mm, en el ensayo de impacto los niveles de absorción de nuestra probeta oscilaban entre 0.17 y 0.24 joule y con resquebrajamiento entre 0.25 y 0.43 joule

La fracción volumétrica de la fibra de vidrio en las probetas, se encuentran entre 35% y 40% con una distribución al azar de las fibras.

### 4. Referencias

Girisha.C, Sanjeevamurthy, Gunti Rangasrinivas, Manu.S / International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 www.ijera.com Vol. 2, Issue 5, September-

# DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS

Con fibras naturales y sintéticas

---

October 2012, pp.615-619

KABIR, M.M, EFFECTS OF NATURAL FIBRE SURFACE ON COMPOSITE PROPERTIES:  
A REVIEW

U.S Department of Energy, Natural Fiber Composites: A Review

Giuseppe Cristaldi, Alberta Latteri, Giuseppe Recca and Gianluca Cicala, Composites Based on  
Natural Fibre Fabrics

ASTM, Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials