

Bienvenidos

No hay éxito sin sacrificio



**DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS DE LA
ENERGÍA Y MECÁNICA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: DISEÑO, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN
DE UN MATERIAL COMPUESTO CON BASE DE
RESINA EPOXI Y REFUERZO DE FIBRAS ORGÁNICAS
PARA LA APLICACIÓN EN UN PROTOTIPO DE CAPOT
DE LA CAMIONETA MAZDA BT50 2010**

AUTOR: PACHACAMA NASIMBA VÍCTOR PATRICIO

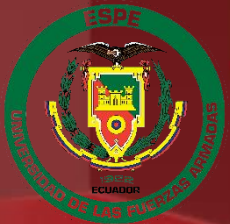
**DIRECTOR: ING. FÉLIX MANJARRÉS
CODIRECTOR: ING ERNESTO SANTILLAN**

**LATACUNGA
2015**



OBJETIVO

Diseñar, caracterizar y aplicar un material compuesto con base de resina epoxi y refuerzo de fibras orgánicas para la aplicación en un prototipo como alternativa en la sustitución de un elemento de carrocería “capot” que permita la reducción del impacto ambiental y posea un desempeño estructural y aerodinámico que cumpla con las normas para este tipo de componente.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar un material compuesto que cumpla con las normas para el diseño y fabricación de un prototipo de elemento de carrocería “capot” para la camioneta Mazda BT50
- Construir el elemento de carrocería “capot” bajo estándares y normas pertinentes.
- Establecer un protocolo de pruebas que valide el diseño y construcción del prototipo de capot.
- Analizar la factibilidad de producción en nuestro medio.



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



Bajo costo



Baja densidad



Resistencia Mecánica





JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- Leyes de emisiones
- Menor contaminación
- Renovable

Biodegradable



- Fibra de vidrio
- Metal
- Aluminio
- Plástico

Alternativa



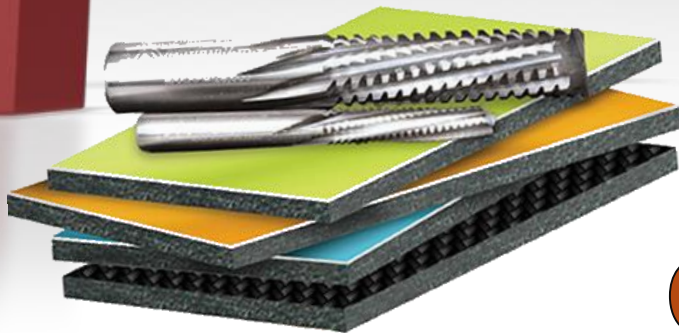
- Cabuya, yute, cáñamo, totora, abacá, coco, palmas, paja toquilla, algodón, lufa, seda, bambú, bejucos, pitigua, balsa, matapalo, caucho, rampira, anona, batea, achiote, majagua, higuierón, ortiga, mimbre, piña y bejuco real.

Disponibilidad / Diversidad (28)





Un material compuesto es un material multifásico que adopta las propiedades de sus fases constituyentes, de tal manera que presenta mejores características y propiedades. Es preciso mencionar la sinergia de las propiedades, es decir, las propiedades finales obtenidas no son iguales a una suma simple de las propiedades de cada componente, sino que más bien dependerán de diferentes parámetros



MATERIALES COMPUESTOS



Matriz termoplástica Pasan al estado líquido cuando son calentadas.

Compuestos Lignocelulósicos

Compuestos con matriz termoplástica o termoestable reforzada con fibras o partículas naturales de origen vegetal

Estas fibras están constituidas principalmente por celulosa y lignina; es por eso que reciben el nombre de fibras lignocelulósicas

Fibra de refuerzo	Fracción volumétrica	Resistencia a la tracción (Mpa)	Módulo de elasticidad (Mpa)	Resistencia a la flexión (Mpa)
Coco	0,09	18,61	4045	38,51
Banano	0,09	25,85	1360	52,38
	0,14	30,96	2030	61,24
Piña	0,30	43,38	-	85,81
Sisal	0,30	68,33	-	107,8



DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL COMPUESTO PARA LA APLICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CAPOT

Casa de la Calidad

Dr. Gonzales define: "Una metodología que traduce la Voz del Cliente en parámetros de diseño para que estos puedan desplegarse, de forma horizontal, dentro de los departamentos de planeación, ingeniería, manufactura, ensamblaje y servicio."

• VOZ DEL USUARIO

Bajo Peso

Bajo Costo

Estetico

Resistente a ambiente

• Facil de arreglar en caso de daño

• No contamine



CASA DE LA CALIDAD

Nos ayuda a definir definir la relación entre los deseos de los clientes y las capacidades técnicas para esas necesidades

VOZ DEL INGENIERO

Bajo peso

- DENSIDAD DEL MATERIAL COMPUESTO

Bajo Costo

- Materiales disponibles en el mercado

No contamine

- Proceso de manufactura

Resistente

- Caracterización del material compuesto

Estético

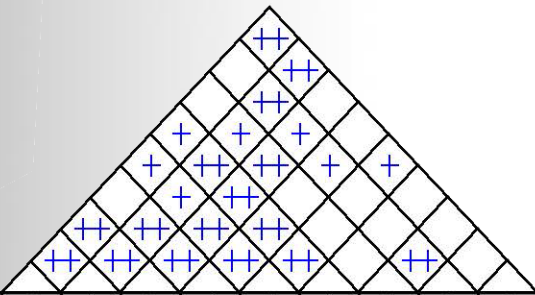
- Acabado Superficial

Facil arreglo

- Mantenibilidad

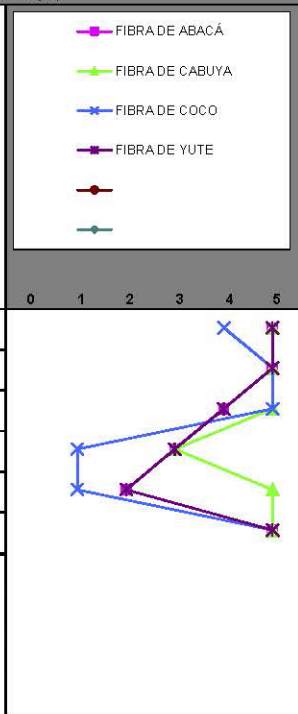


CASA DE LA CALIDAD



Legenda		
⊙	Relación Fuerte	9
○	Relación Moderada	3
▲	Relación Débil	1
++	Correlación positiva Fuerte	
+	Correlación Positiva	
-	Correlación Negativa	
▼	Correlación negativa Fuerte	
▼	Objetivo para minimizar	
▲	Objetivo para maximizar	
X	Objetivo para alcanzar meta	

Fila N	Valor Máximo de la Relación en la Fila	Peso Relativo	Peso / Importancia	Características de la Calidad (a.k.a. "Requerimientos Funcionales" o "Cómo's")	Columna #									Análisis Competitivo (0=Peor, 5=Mejor)						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9							
Dirección de Mejoramiento: Minimizar (▼), Maximizar (▲), u Objetivo (X)					▲	▲	▲	X	▼	▼	▲	▼	▲							
Calidad Exigida (a.k.a. "Requerimientos del Cliente" o "Qués")					DENSIDAD DEL MATERIAL COMPUESTO	MATERIALES DISPONIBLES	PROCESO DE MANUFACTURA	CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL	FACTOR DE SEGURIDAD	FLEXIBILIDAD	ACABADO SUPERFICIAL	MANTENIBILIDAD	MATERIAL BIODEGRADABLE	FIBRA DE ABACÁ	FIBRA DE CABUYA	FIBRA DE COCO	FIBRA DE YUTE			
1	9	20,0	2,0	BAJO PESO	⊙	⊙					⊙		5	5	4	5				
2	9	30,0	3,0	BAJO COSTO		⊙	⊙	▲	▲		⊙	▲	5	5	5	5				
3	9	20,0	2,0	RESISTENTE AL AMBIENTE		▲	⊙	⊙	⊙	⊙			4	5	5	4				
4	9	10,0	1,0	ESTÉTICA							⊙		3	3	1	3				
5	9	10,0	1,0	FÁCIL DE ARREGLAR		⊙						⊙	2	5	1	2				
6	3	10,0	1,0	NO CONTAMINE			⊙						⊙	5	5	5	5			
Meta (Target) o Valor Limite					1,3 g / cm ³	100%	MANUAL	VIDA INFINITA	2	45 MPa	100%	VIDA INFINITA	VIDA INFINITA							
Dificultad (0=Fácil de lograr, 10=Extremadamente Difícil)					2	3	8	8	8	5	9	6	3							
Valor Máximo de la relación en la Columna.					9	9	9	9	9	9	9	9	3							
Peso / Importancia					180,0	560,0	480,0	210,0	210,0	180,0	720,0	120,0	30,0							
Peso Relativo					6,7	20,8	17,8	7,8	7,8	6,7	26,8	4,5	1,1							





Prioridades del diseño

En función de la casa de la calidad

Acabado superficial

Materiales Disponibles

Proceso de manufactura

Caracterización del material

Factor de seguridad

Densidad del material

Mantenibilidad

Flexibilidad

Material

biodegradable





Acabado Superficial

El proceso de fabricación empleado en la manufactura tiene por finalidad obtener un acabado superficial con las características adecuadas, puesto que la estética tiene un gran impacto psicológico en el usuario respecto a la calidad del producto y adicionalmente lograr que el capot adopte las especificaciones dimensionales.



Selección del material de refuerzo

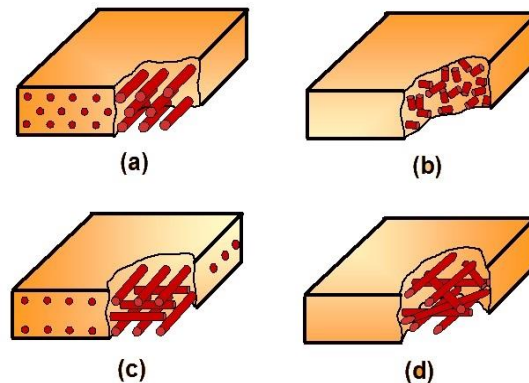
Longitud y diámetro de la fibra:

Las fibras pueden ser cortas, largas o incluso continuas. La resistencia del compuesto es mejor cuando se obtiene una relación de forma grande, debido a que a menudo las fibras se fracturan debido a defectos en la superficie. Considerar un diámetro demasiado pequeño, le da a la fibra menos área superficial, en consecuencia, hay menos defectos que pueden propagarse durante el proceso o bajo carga.



Influencia de la orientación de las fibras y la concentración.

La orientación de la fibra es muy importante para las propiedades finales del material compuesto. Cuando se trabaja con fibra continua y alineada, las propiedades mecánicas dependerán principalmente del ángulo formado entre la dirección de aplicación de la carga y la dirección de la fibra. a) Fibras continuas unidireccionales. b) Fibras discontinuas orientadas al azar. c) Fibras ortogonales o tejidos. d) Fibras en capas múltiples.



Tratamiento de las fibras

Es posible modificar la superficie de las fibras, por medio de métodos físicos o químicos; estos tratamientos permiten mejorar las propiedades mecánicas de los compuestos. Comúnmente se usa el tratamiento corona, el tratamiento plasma, mercerización y el tratamiento térmico



Mercerización

La mercerización es un tratamiento para el hilo y los tejidos de algodón y cáñamo que les otorga un acabado brillante y suavidad al tacto.

La fibra de cabuya fue mercerizada con hidróxido sódico al 0,5% de concentración durante 4 horas



Hidróxido sódico
Sosa Caustica
Legia
Sello rojo.

Diseño asistido por computador del prototipo de capot

Creación y/o Importar geometria

- Bocetos y planos
- 3D operaciones
 - Extrusion, revolucion, barrido, etc
- Opciones de importacion de geometria
 - CAD Directo / Bi CAD direccional

Operaciones de Geometria

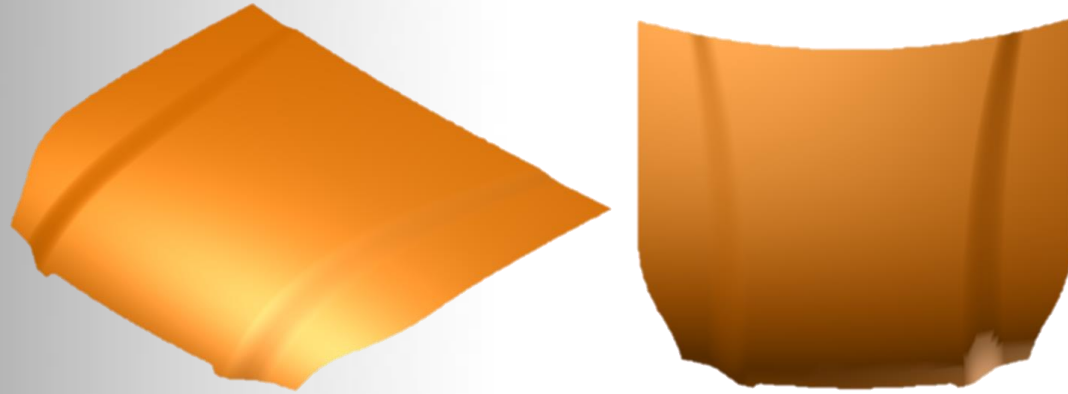
- 3D Operaciones
 - Boole, Cuerpo, Operaciones, Split, etc.
- Limpieza y reparacion de geometria
 - Limpieza automatica
- Combinar, Conectar, Proyección, Flujo, Volumen, Extracción, etc.

Mallado

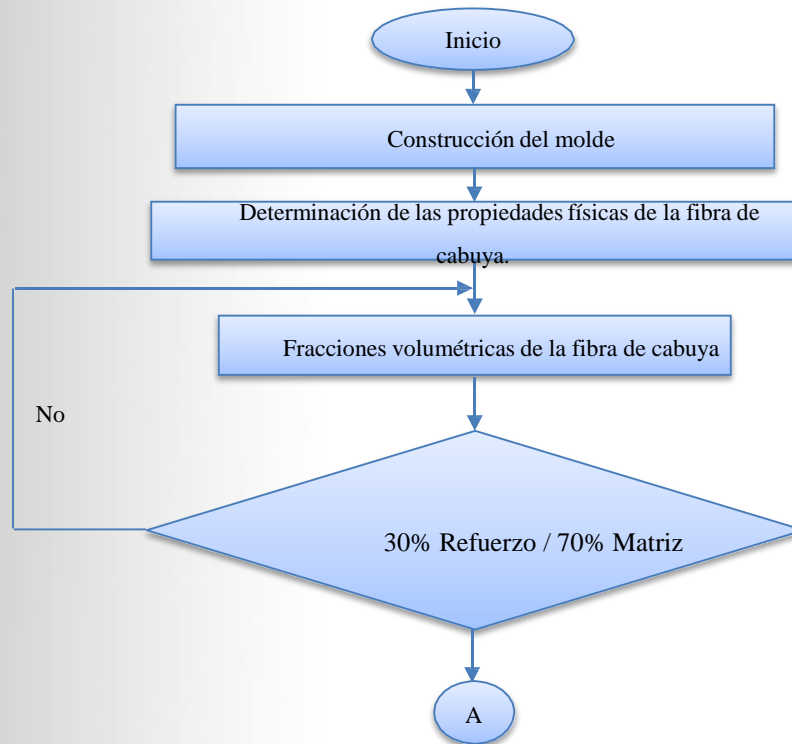
- Métodos de mallado
 - Hybrid Mesh: Tet, Prisms, Pyramids
 - Hexa Dominant, Sweep meshing
- Ensamble de mallado
- Paramatros de mallado global
- Parametros de mallado local
 - Dimensionamiento, Cuerpo / Esfera de Influencia, Control, etc.

Solver

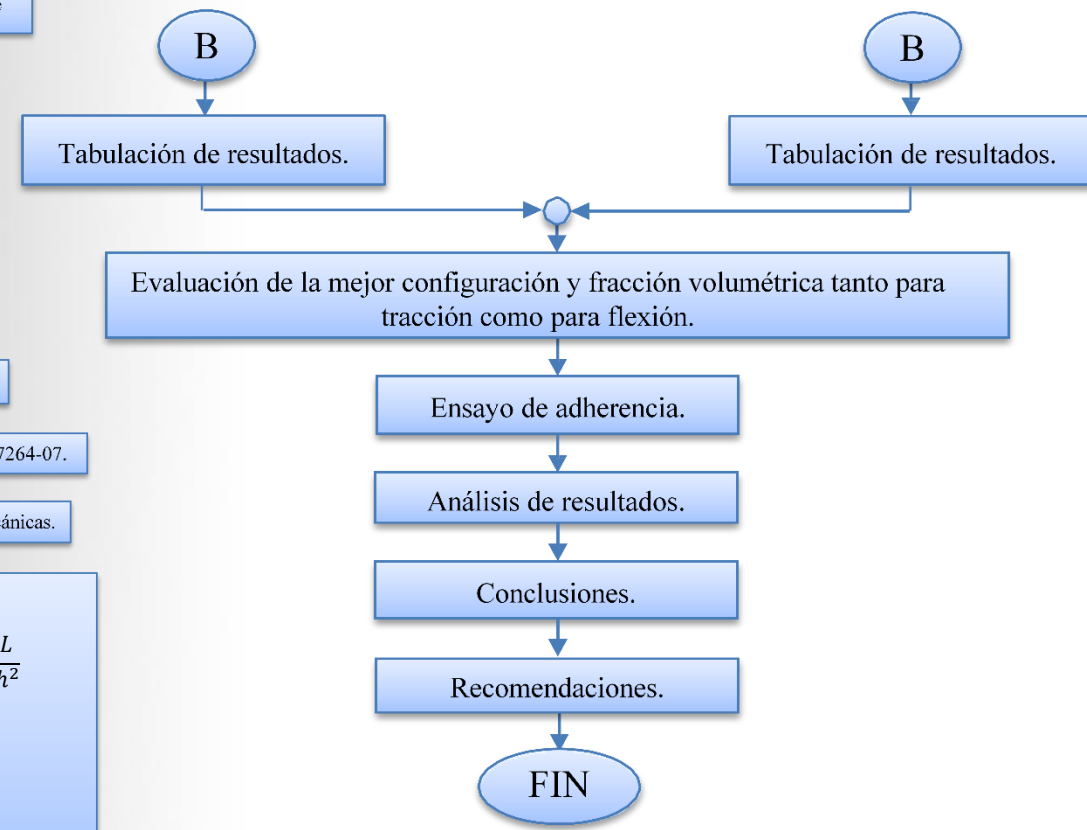
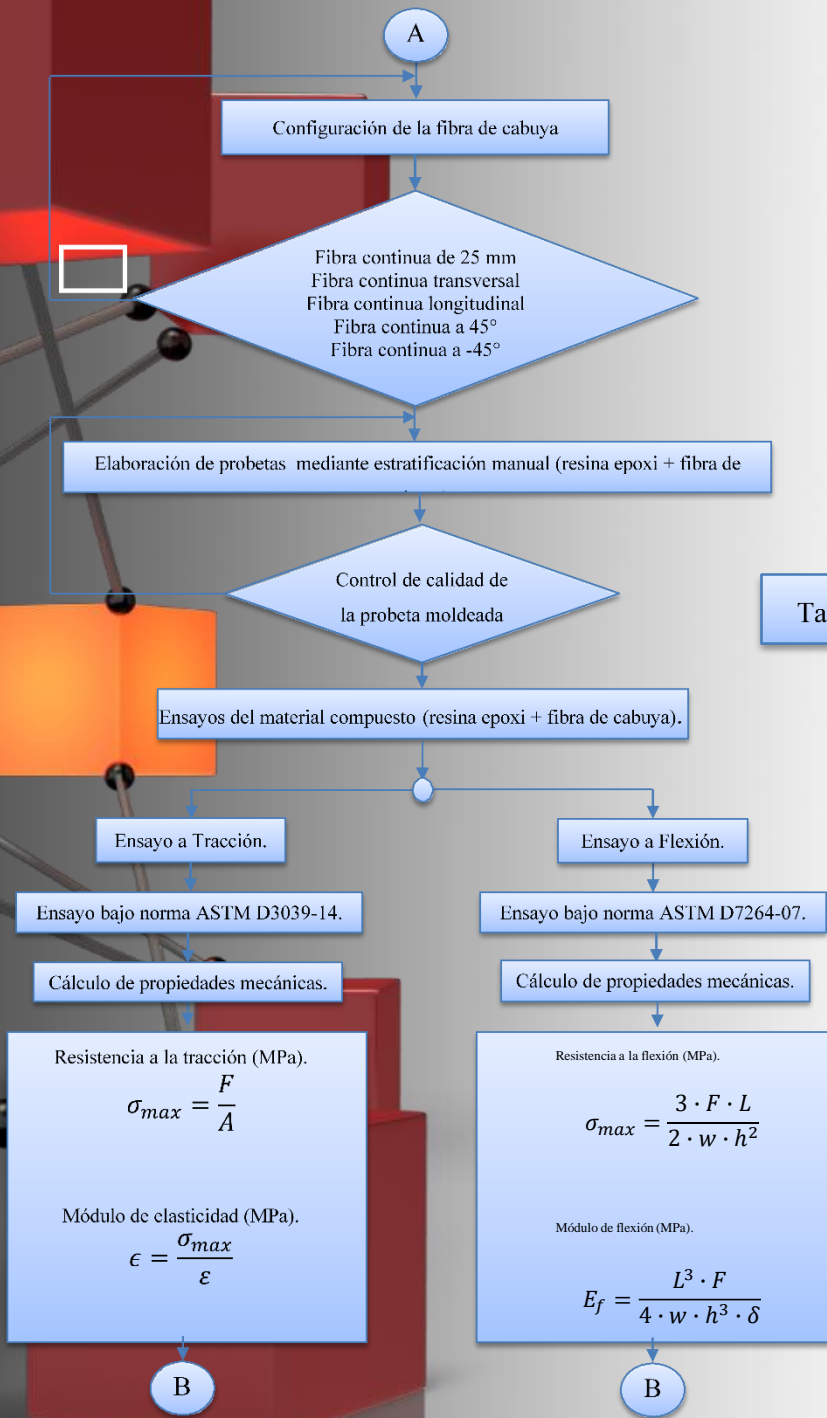
- Metodo numerico que se aproxima al comportamiento real
- Aplicación de algoritmos matematicos avanzados
- Resolución de ecuaciones diferenciales



Ensayos Destructivos



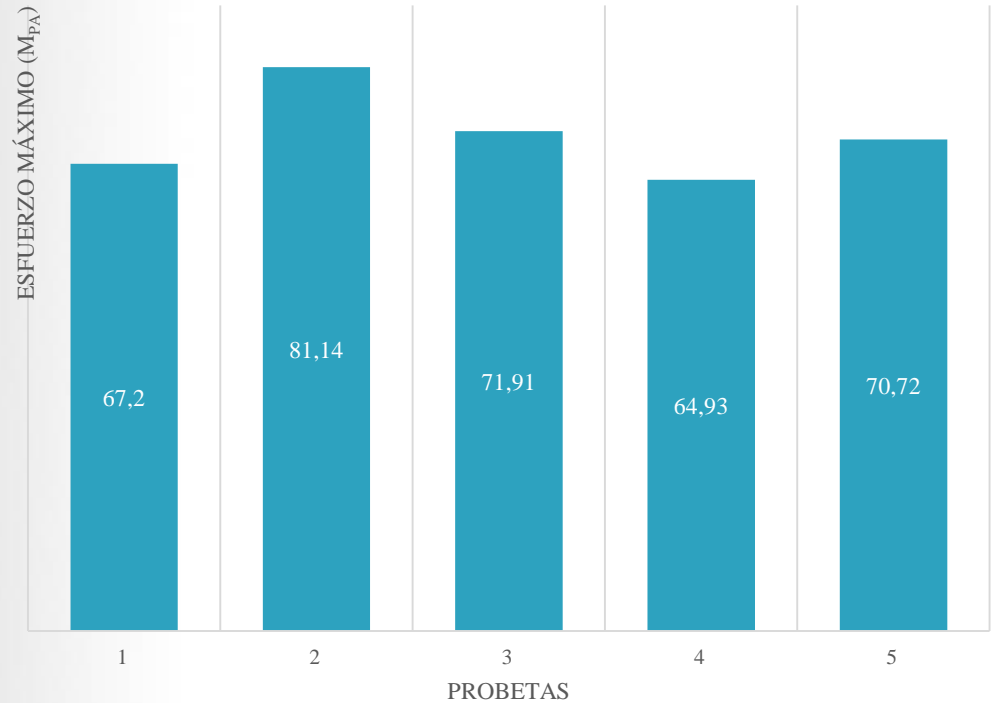
Ensayos Destructivos



Ensayo de tracción

Este ensayo es uno de los más comúnmente realizados. El material ensayado se deforma hasta la rotura de la probeta, mediante la aplicación de una fuerza uniaxial a lo largo del eje principal, y que aumenta de manera gradual.

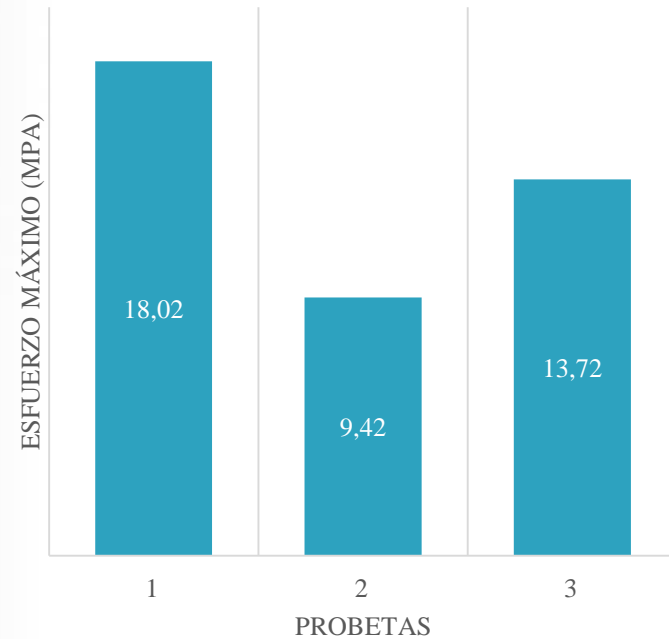
ESFUERZO MÁXIMO



Ensayo de flexión

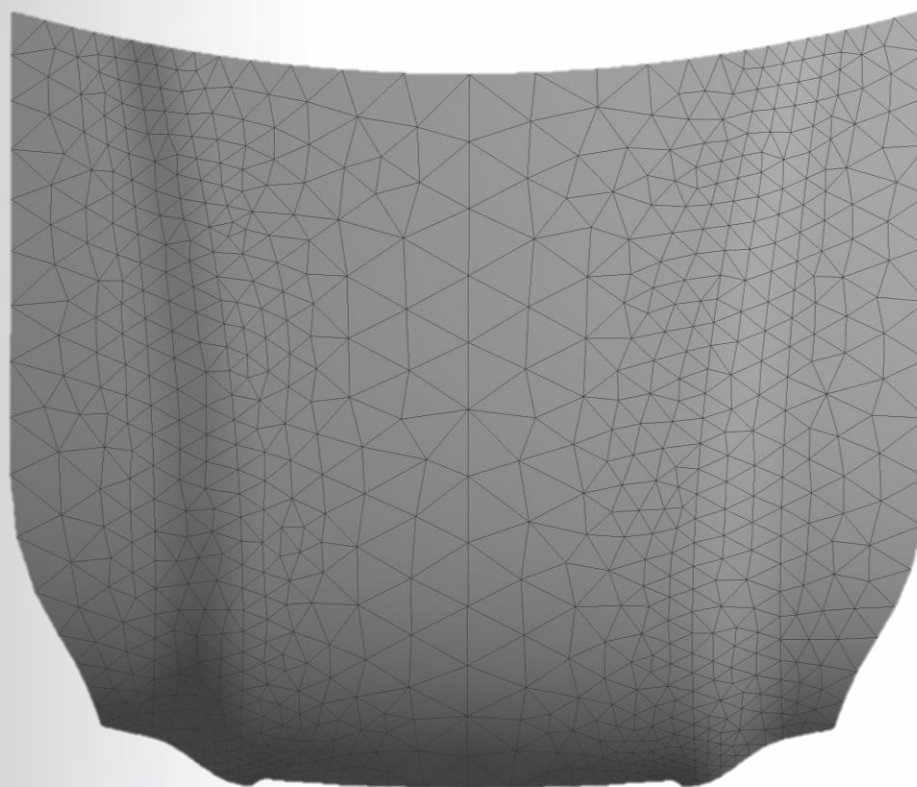
Este ensayo es realizado mediante la norma D7264/D7264M-07, como lo indica la Figura 4.19. Este método de ensayo determina la rigidez a la flexión y propiedades de resistencia de un compuesto de matriz polimérica.

ESFUERZOS MÁXIMOS





INGENIERÍA ASISTIDA DEL PROTOTIPO DE CAPOT

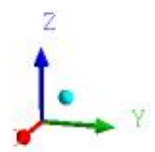
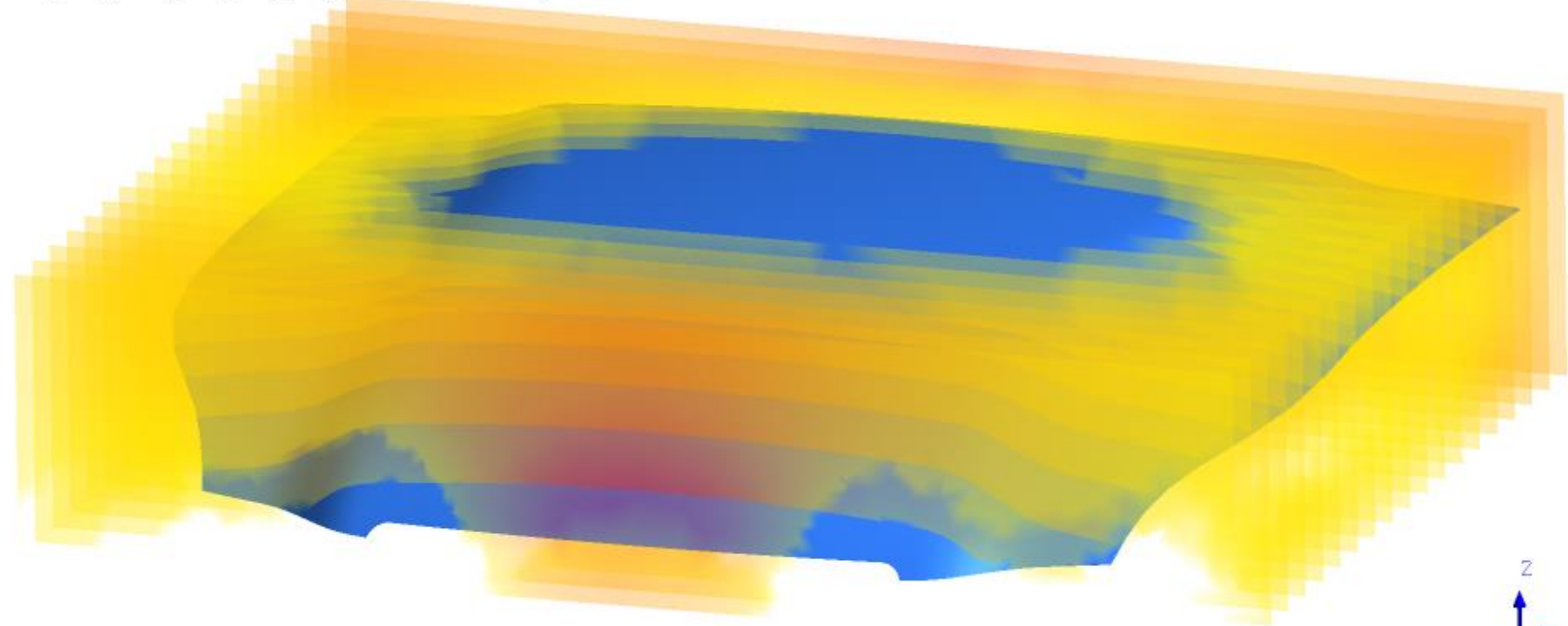
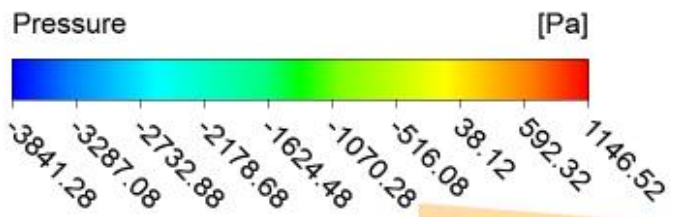


Metrica de la malla



INGENIERÍA ASISTIDA DEL PROTOTIPO DE CAPOT

ANSYS
R16.0

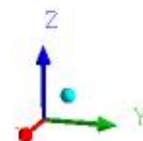
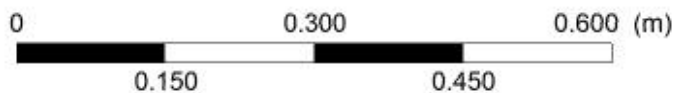
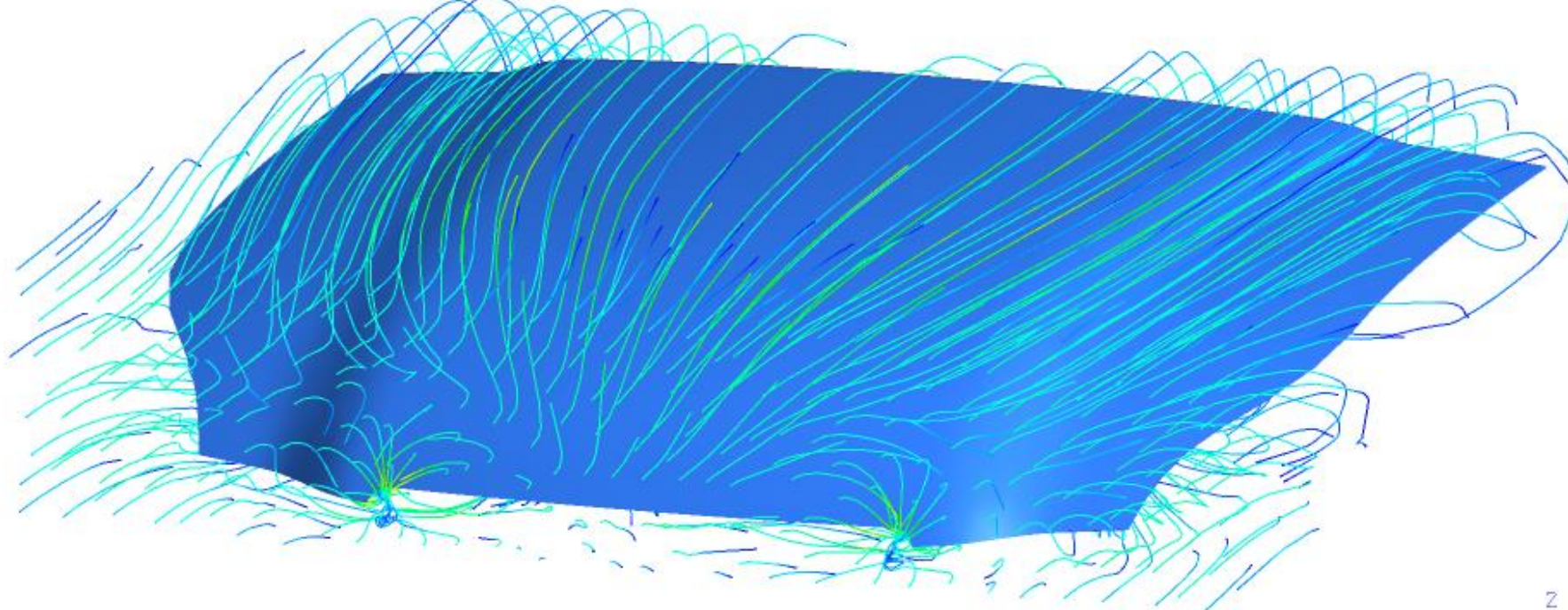
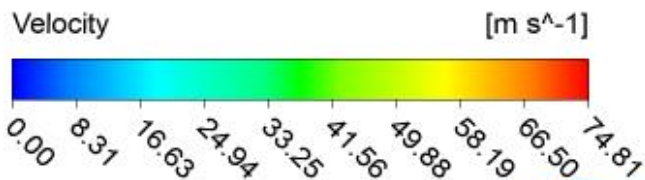


Presion a 100km/h



INGENIERÍA ASISTIDA DEL PROTOTIPO DE CAPOT

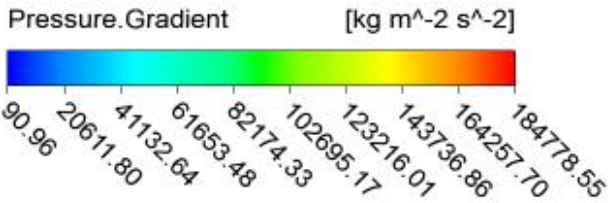
ANSYS
R16.0



Flujo del aire

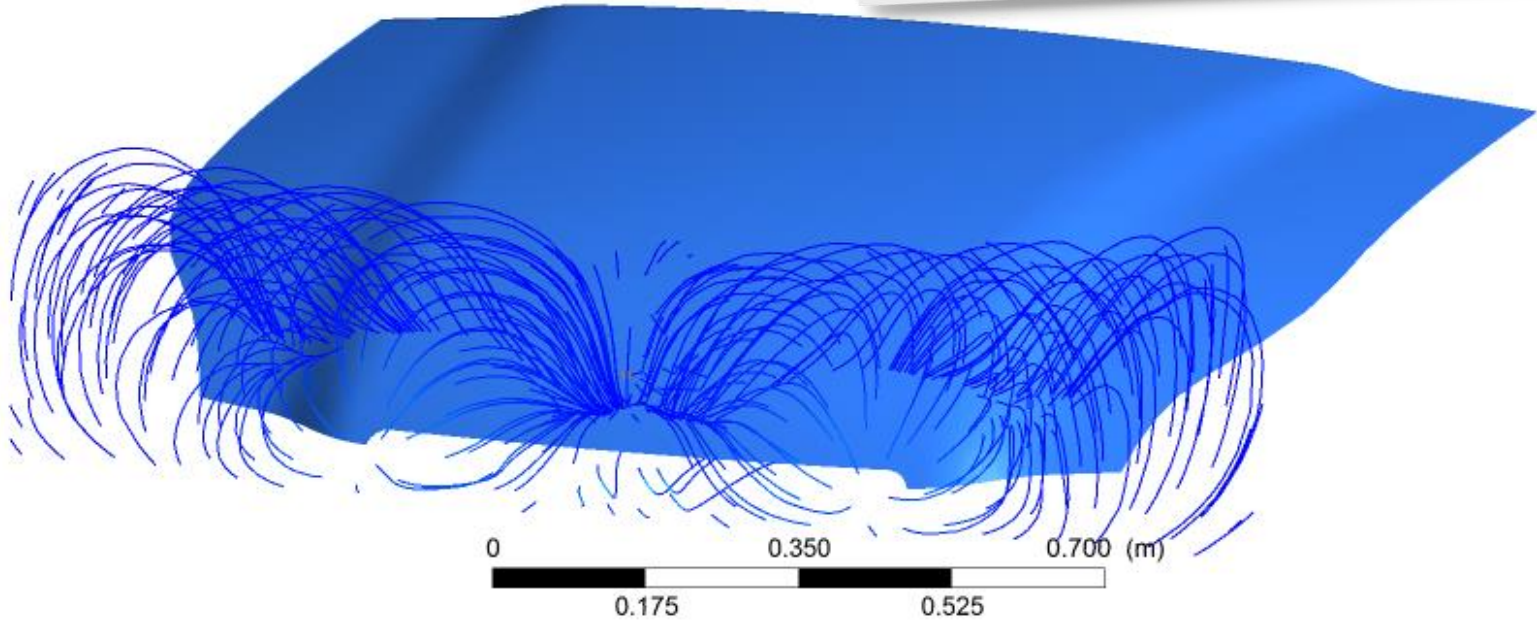


INGENIERÍA ASISTIDA DEL PROTOTIPO DE CAPOT



Magnitud física que describe en qué dirección la presión cambia más rápidamente alrededor de un lugar determinado bajo cierta velocidad

NSYS R16.0



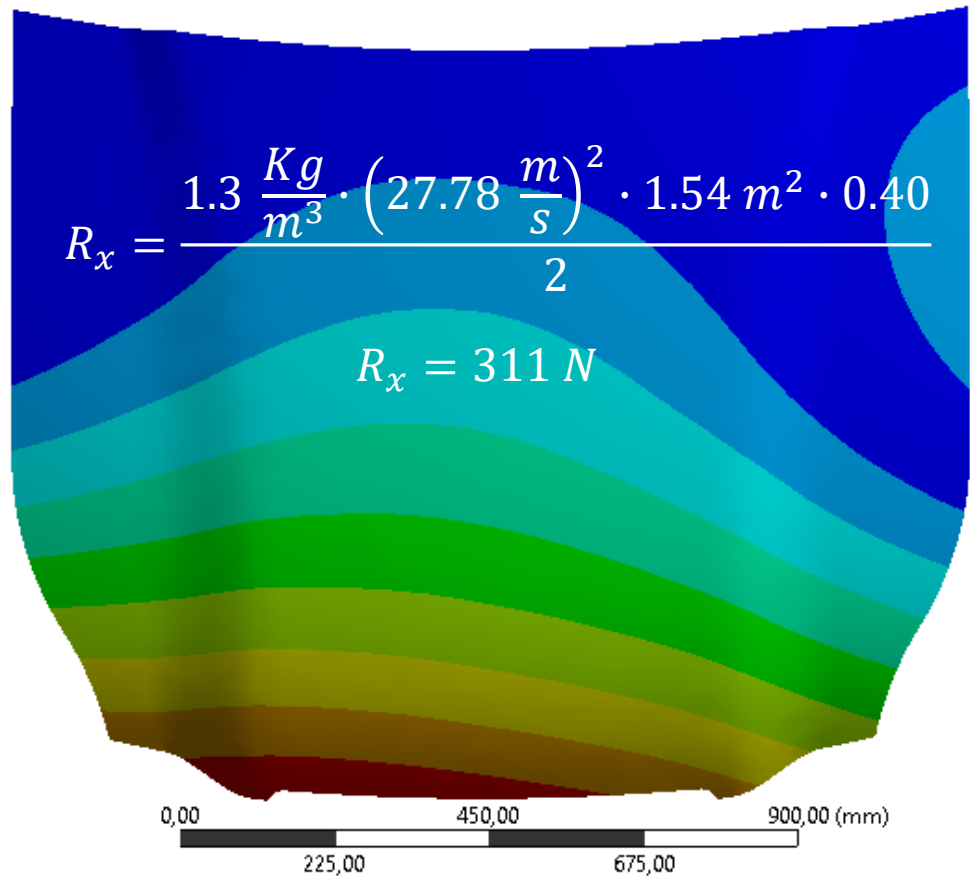
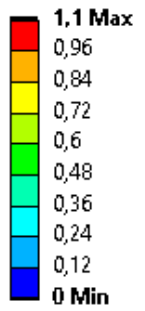
Gradiente de presión



INGENIERÍA ASISTIDA DEL PROTOTIPO DE CAPOT

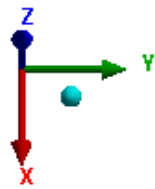
$$R_x = \frac{d \cdot V^2 \cdot A \cdot C_x}{2}$$

B: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
20/8/2015 18:13



$$R_x = \frac{1.3 \frac{Kg}{m^3} \cdot \left(27.78 \frac{m}{s}\right)^2 \cdot 1.54 m^2 \cdot 0.40}{2}$$

$$R_x = 311 N$$



Resistencia aerodinamica



PROCESO DE MANUFACTURA DEL PROTOTIPO DEL CAPOT.



Mercerización de fibra de cabuya 4h



Primera capa de cabuya 10min



Tercera capa de cabuya 10min



Aplicación de peso para el moldeo 20min



Preparación de la resina epoxi 30min



Segunda capa de fibra de cabuya 10min



Capa final de fibra de cabuya 10min



Aplicación de peso para que el tablero adopte la forma del modelo original 15 Dias



Conclusiones

La estratificación a compresión por ajuste normal de las probetas permitió establecer una buena compactación del refuerzo con la matriz, por el pobre poder de absorción de la cabuya, estableciendo además que siempre será necesario ubicar como aglutinante inicial una capa de resina epoxi.

Para la elaboración del prototipo se utilizaron los mismos parámetros utilizados en la fabricación de los especímenes de ensayo, excepto en la cantidad de catalizador, el cual fue del 0,5%, que se disminuyó con la finalidad de retrasar el tiempo de curado y conseguir laminar el prototipo de dimensiones mucho más grandes que las probetas. Además se cambió la presión de moldeo por una superior con la finalidad de obtener una buena adherencia del refuerzo con la matriz.

Conclusiones - Tracción

El compuesto reforzado con cabuya y matriz de resina epoxi presentó una resistencia a la tracción de aproximadamente 81.14MPa, valor que es superior en un promedio del 44.84% con respecto a las referencias bibliográficas de compuestos de cabuya y resina poliéster (V.H. Gerrero. 2011)

En cuanto al módulo de elasticidad, el compuesto mencionado presentó con relación a los compuestos de fibra de cabuya y poliéster un incremento en promedio de 8.66% con respecto a las referencias bibliográficas (V.H. Gerrero. 2011)

Conclusiones - Flexión

El compuesto de fibra de cabuya y resina epoxi ensayado presentó un decremento en promedio de 26% respecto al compuesto de fibra de cabuya y resina poliéster. Dato que sirvió para poder corregir el tiempo de curado del compuesto.

Recomendaciones

Ensayar por lo menos dos probetas más al número que establecen las NORMAS correspondientes, pues se dan este rango como ayuda para no tener datos incorrectos en la evaluación.

Considerar siempre que la capa de inicio debe ser de resina, pues esto ayuda a la adherencia de las fibras además de presentar mejor mojabilidad y humectación, provocando una configuración regular de la superficie de servicio de la parte fabricada.

The background features a 3D abstract design with various geometric shapes in shades of red and orange. A large, white, rounded rectangular shape is positioned in the center, serving as a backdrop for the text. The overall aesthetic is modern and clean.

GRACIAS