

# FABRICACIÓN EN FIBRA DE CARBÓN DE UN ACCESORIO AUTOMOTRIZ UTILIZANDO EL MÉTODO DE TRANSFERENCIA DE RESINA

Chávez Pachón Daniel Geovanny (1), Ledesma Orozco Elías Rigoberto (2)

1 [Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander] | Dirección de correo electrónico: [danichav89@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [elias@ugto.mx]

## Resumen

En la presente investigación se pretende entender y desarrollar el proceso de moldeo por transferencia de resina con asistencia en vacío (VARTM), para la fabricación de piezas reforzadas con fibras. Esta técnica presenta ventajas con respecto a otros métodos utilizados, como por ejemplo la facilidad para llegar a espacios reducidos, brindar mayor seguridad a quien realiza el proceso, evitando que inhale gases de la resina y tener una mínima de cantidad de resina en el área transversal de la pieza, lo que permite obtener mejores propiedades mecánicas. Para ello se utilizará fibra de carbono como material de refuerzo y se buscará un material alternativo que supla la función de distribuir la resina a través de la pieza a fabricar. Por medio de la realización de piezas preliminares se identificarán los factores importantes para el entendimiento y desarrollo de dicho proceso y cómo estos pueden afectar la calidad de la pieza obtenida. Finalmente se realizará la fabricación de la tapa de un filtro de aire de un automóvil, donde se busca desarrollar la aplicación del método VARTM en una mayor escala y complejidad geométrica que en las piezas preliminares e identificar el efecto que esto puede tener en el resultado.

## Abstract

The objective of the present research is to understand and develop the process of Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) for manufacturing fiber-reinforced parts. This technique has advantages over one other methods, for example the easy way to reach confined spaces, provide more security who performs the process, preventing that persons have contact with the gases of the resin and have a minimum of amount of resin in the cross-sectional area of the piece, its allows that the piece have betters mechanical properties. The carbon fiber is going to use as reinforcing materials and has search a new material that supply the function of distributing the resign across the all piece. Through the performing of preliminary pieces important factors for understanding and development the process of VARTM going to be identified and how they can affect the quality of the product obtained. Finally will be made the cover of an air filter car, with the purpose to develop the Implementation of VARTM method on a bigger scale and geometric complexity than the preliminary parts and identify the effect this may have on the result.

## Palabras Clave

Carbono; Vacío; Tapa; Alternativo.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de moldeo por transferencia de resina con asistencia en vacío (VARTM, por sus siglas en inglés), permite fabricar materiales compuestos poliméricos, principalmente. Este proceso presenta varias ventajas, una de ellas es que permite realizar grandes piezas de metal con diseños complejos y de manera más económica. Además, el proceso VARTM es más eficiente puesto que presenta una mejor relación fibra-resina lo que permite un menor desperdicio de la última. Esto importante debido a que la resina sola es muy frágil y cualquier exceso de la misma debilitaría la pieza.

Debido a que la resina tiene un tiempo de aplicación de aproximadamente 30 minutos, es bastante difícil realizar proyectos de grandes magnitudes mediante el proceso RTM o de embolsado al vacío puesto que requiere pre impregnado. Para el caso del proceso con asistencia de vacío no existen limitaciones de tiempo para la configuración de los materiales, debido a que el vacío se genera cuando los materiales aún están secos, lo cual permite además, poder buscar posibles fugas antes de aplicar la resina, el cual es uno de los principales factores de fallo en los procesos convencionales.

Por estas razones es de gran importancia el aprendizaje de este proceso, ya que de esta manera se puede mejorar el mismo, haciéndolo cada vez más práctico y eficaz. También es de vital importancia buscar materiales alternativos para realizar el VARTM, puesto que en muchos países, como México, es difícil acceder a las mallas de distribución o el peel ply utilizado regularmente.

A continuación se analiza la posibilidad de usar un material alternativo como malla de difusión y se identifican los principales factores que pueden generar fallos durante el desarrollo del proceso de VARTM y como estos afectan al mismo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y equipos básicos utilizados para la fabricación de un componente a través de VARTM, independientemente del tipo de refuerzo y matriz, son: Peel ply, medio de distribución, material de

refuerzo, bolsa de vacío, cinta de mastic, pinzas de presión, manguera, báscula, bomba de vacío, trampa de resina, resina y catalizador.

### Preparación del molde y disposición de los materiales

Inicialmente se debe limpiar el molde de tal manera que en la superficie no queden impurezas que puedan generar defectos en la pieza final.



IMAGEN 1: Molde para la fabricación de la pieza automotriz

Para el presente caso se usará cera desmoldante, esta se aplica sobre la superficie del molde y se deja secar por cinco minutos, posteriormente se pule la superficie hasta que brille; este proceso se repite 5 veces.

Con la aplicación de la cera se evita que sea necesario interponer una capa de peel ply y malla de distribución entre el molde y la fibra de refuerzo. Finalmente la distribución de los elementos sería la presentada en la imagen 2.

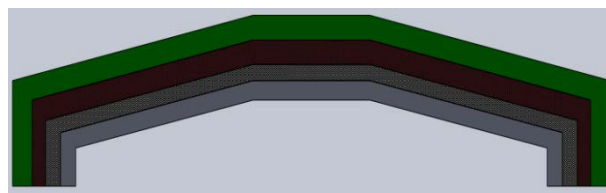


IMAGEN 2: Distribución de las capas de los materiales

Los materiales están ordenados del interior hacia el exterior de la siguiente manera: molde, material de refuerzo, peel ply y medio de distribución.

### Circuito de vacío y sellado del molde

Debido a la geometría y el tamaño de la pieza se utilizarán mangueras de espiral que ayudarán a la distribución de la resina por la periferia del molde.

Para las mangueras de vacío e inyección se utilizaron conectores en T, los cuales permitían que la resina fluyera en dos direcciones a través de las mangueras de espiral y se selló la conexión con mastique.



IMAGEN 3: Conexión y sellado de las mangueras

Finalmente se selló el molde con la bolsa de vacío alrededor de la zona perimetral del mismo, se conectó la manguera de succión a la trampa de vacío y esta última a la bomba de vacío. Las mangueras de inyección de resina se cerraron con pinzas de presión para realizar la prueba de vacío.

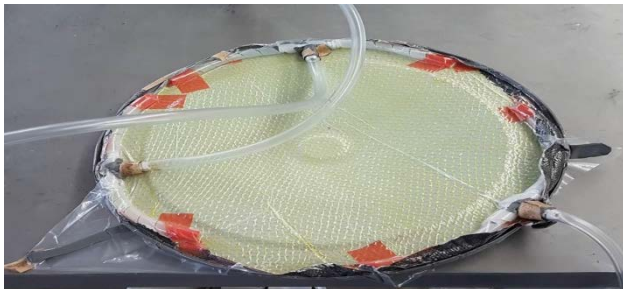


IMAGEN 4: Prueba de vacío en el molde

### Infusión de la resina

Inicialmente se debe preparar la resina en la proporción indicada, en este caso es de 1 a 0,15, donde la menor cantidad es de catalizador. Posteriormente se retiran las burbujas generadas

por medio de una campana de vacío, esto para evitar que ingrese aire durante la infusión.

Para la infusión propiamente dicha, se activa la bomba de vacío y se ingresan las mangueras de inyección de tal manera que no entre aire una vez iniciado el proceso. Finalmente se deja ingresar la resina hasta que la manguera de succión tenga alrededor de 15 cm de su longitud llena de la misma.

Una vez alcanzado dicho punto se cierran todas las mangueras con pinzas de presión y se deja curar por 12 horas, como mínimo.

### Extracción de la pieza

Se inicia retirando la bolsa de vacío y las mangueras, posteriormente se separan el peel ply y la malla de difusión del material de refuerzo y finalmente la fibra se separa del molde y se le da el acabado final.



IMAGEN 5: Accesorio automotriz desmoldado

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pruebas preliminares

Se llevaron a cabo un total de seis pruebas preliminares, entre las cuales se analizó la viabilidad del uso de una alternativa de malla de distribución y se identificaron los aspectos más importantes a tener en cuenta durante el proceso de VARTM.

En cuanto a la malla de difusión se evidenció que esta presentaba un buen comportamiento cuando se usaban dos capas de la misma, sin embargo sólo fue probada en piezas pequeñas, inicialmente.

Entre los aspectos más importantes se evidenciaron: la importancia del uso de pestañas de mastique para los pliegues de las mangueras, de lo contrario la bolsa de vacío puede quedar templada y favorecer a la acumulación de resina en ciertas zonas. Ver imagen 6.

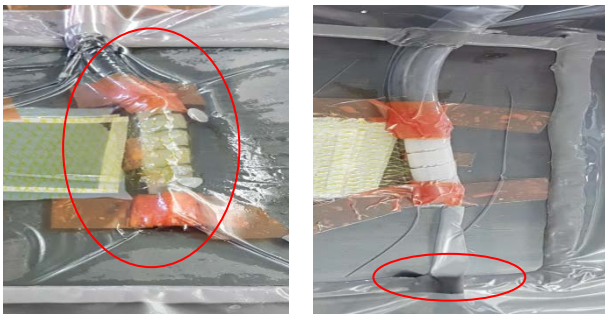


IMAGEN 6: Uso de pestañas para evitar acumulación de resina

En la segunda prueba preliminar se presentó un inconveniente durante la infusión de resina, debido a que se permitió la entrada de aire durante la misma y la superficie de la pieza obtenida fue bastante porosa, además esto produjo que se perdiera parte del vacío.

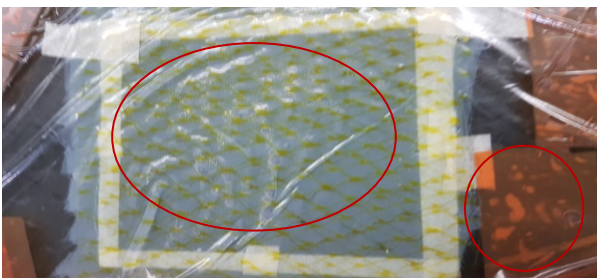


IMAGEN 7: Burbujas en la superficie de la pieza

En la tercera prueba la disposición de las mangueras no fue la correcta, debido a que la manguera de succión no quedó en contacto con el peel ply ni la malla de distribución, lo que produjo

que la resina no continuara hacia ella sino que se acumulara en la entrada.

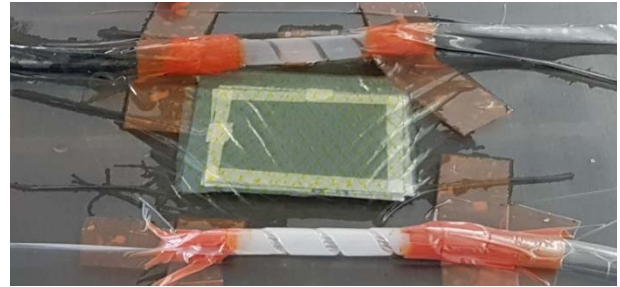


IMAGEN 8: Infusión de resina incompleta

Durante las siguientes 3 pruebas se mejoró la técnica, obteniendo muy buenos resultados; además se analizó la posibilidad de usar 1, 2 y 3 capas de fibra de carbono. Por medio de esto se observó que para una sola capa se obtenía una pieza porosa y poco resistente, sin embargo al aumentar sólo en una capa, la porosidad a simple vista desaparecía casi en su totalidad y la pieza aumentaba notablemente su rigidez.

### Pieza final

En la pieza final obtenida se observó que el proceso VARTM se desarrolló de la manera indicada, la distribución de los puertos de inyección y el de succión fue la correcta y el vacío e infusión se llevaron a cabo de manera adecuada.

Desafortunadamente el comportamiento de la malla de distribución no fue el ideal, esto produjo que una sección de la pieza no fuese alcanzada por la resina, debido a que se endureció antes de que pudiese cubrirse la totalidad de la superficie.



IMAGEN 9: Proceso de infusión de resina finalizado

Debido a esto fue necesario, una vez desmoldada la pieza, realizar un proceso de moldeo por vacío para terminar de impregnarla con resina.

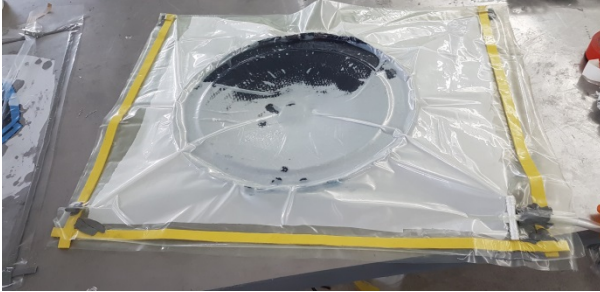


IMAGEN 10: Proceso de moldeo por vacío para la zona restante

Se tomó la determinación de realizar una nueva pieza totalmente por este nuevo método, el cual se diferencia al VARTM en que en este caso la resina se aplica manualmente y posteriormente se realiza vacío sobre la pieza.



IMAGEN 11: Proceso de moldeo por vacío



IMAGEN 12: Pieza obtenida a través de moldeo por vacío



IMAGEN 13: Pieza final obtenida por el método VARTM

## CONCLUSIONES

Se evidencia que el material de distribución alternativo no fue eficaz para el uso en moldes de mayor tamaño, como el de la pieza automotriz. Se debe esto principalmente a que antes de que se cubriera en su totalidad el molde la resina ya se encontraba en su estado sólido, principalmente como consecuencia de que la malla de distribución no ayudó lo suficiente al flujo de resina.

El proceso de VARTM presenta distintos aspectos críticos, entre los cuales el de mayor importancia es el procurar que en ningún momento durante la infusión debe ingresar aire, debido a que genera que en la pieza final queden vacíos y por ende las propiedades no sean las deseadas y tampoco el acabado superficial.

El proceso VARTM en comparación con el de moldeo por vacío permite obtener menores cantidades de resina en el área transversal de la pieza, lo cual implica mejores propiedades mecánicas, y por ende menores costos de producción. En cuanto al acabado se evidencia que en el proceso VARTM se obtuvo una superficie más uniforme y las fibras mantuvieron la orientación, mientras que en moldeo por vacío las fibras tendían a desalinearse y a generarse arrugas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Guanajuato por permitirme participar y apoyarme durante el verano de investigación.