



# HD-GP: High density-Giga polymer

P. Miranda, A. Becerril, J. García, M. Pérez

*E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain*

## INFORMACIÓN

### *Información del Proyecto:*

Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019

Entrega Proyecto 15 Mayo 2019

Disponible online 21 Mayo 2019

### *Keywords:*

MD-GP

Corrosión Galvánica

Polímeros

## ABSTRACT

Este material ha sido pensado originalmente para la creación de una funda protectora cuyo objetivo es evitar la corrosión galvánica<sup>1</sup> que sufren los tornillos hoy en día y retrasar así exponencialmente su degradación de propiedades físicas, multiplicando por tanto su vida útil. Para ello se ha utilizado una serie de materiales que cumplen con las propiedades deseadas y que se procederá a explicar más adelante.

La corrosión galvánica es un fenómeno electroquímico que se produce entre dos metales en contacto ante la presencia de un electrolito, que puede ser simplemente el agua contenida en la humedad ambiental. Cada uno de los metales se comportará bien como ánodo o bien como cátodo. El metal que actúa como ánodo es el que sufre la corrosión.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Introducción

La idea original surge al querer solucionar un problema como la corrosión galvánica de una forma económica y que a su vez ofrezca unas propiedades afines al cuidado del medio ambiente, ya que el problema que suponen actualmente los plásticos no degradables en los medios naturales marinos es un hecho.

Esta idea supuso una búsqueda de los materiales idóneos en programas de selección de materiales que tenían que cumplir esencialmente tres requisitos:

- Ser baratos, pues los métodos de producción industrial son caros.
- Ser reutilizables o al menos no nocivos para el medio ambiente.
- Tener un mínimo de condiciones físicas capaces de soportar posibles tensiones y cargas a la vez que ser totalmente aislante para proteger al tornillo en cuestión.

El objetivo principal era conseguir que la funda fuese lo suficientemente dura sin llegar a ser frágil.

## 2. Materiales

Los materiales a partir de los cuales hemos creado nuestro material han sido:

- MDPE, en forma de bolsas de basura
- PET
- Silicona
- Aguaplast

Las razones que nos impulsan a escoger estos materiales son:

El MDPE tiene un módulo de Young bastante alto, por lo que para compensar dicha propiedad y darle rigidez y resistencia al material decidimos añadirle PET, polímero que además de tener excelentes propiedades mecánicas tiene alta resistencia al desgaste y es muy buena barrera contra la humedad, lo cual nos favorece enormemente si volvemos a la idea principal para la que ha sido creado nuestro material. Por último, decidimos añadir silicona y Aguaplast para mejorar su capacidad de aislamiento.

### 2.1. Proporciones

A la hora de definir las proporciones, el PET y el MDPE tenían que ser la estructura base del material y por ello, más de la mitad debido a sus condiciones físicas. Una bolsa de basura (MDPE) tiene 11 gramos de masa y utilizamos dos, por lo que contiene 22 gramos aproximadamente de MDPE sumado a 20 gramos de PET. Esto supone el 64,61% del total, que junto con 20 gramos de silicona (30,76%) y 3 gramos de aguaplast en polvo (4,61%) conforman el material.

### 2.2. Métodos de fabricación

En cuanto a los métodos de su fabricación probamos a calentar con un soplete los plásticos, pero la intensidad era demasiada y los quemaba. De modo que en pos de evitar quemarlos para no degradar sus propiedades físicas y favorecer un calentamiento uniforme probamos en la vitrocerámica.

Al no existir mucho espacio, hubo que abandonar esa idea puesto que los vapores que desprendían eran tóxicos. Por lo que finalmente decidimos hacerlo al aire libre usando un "camping gas" y una cacerola pequeña, lo que cumplía la necesidad de asegurar una distribución homogénea de la temperatura y retrasando la posible quema de alguno de los componentes.

### 2.3. Proceso

Primero, se introduce la silicona -por su maleabilidad y para que actúe como termofusible- y el aguaplast, que tardaba bastante en quemarse. Esta mezcla generaba una disolución manejable en la que introducir posteriormente el PET. Por último, las bolsas, puesto que tardan relativamente poco en empezar a fundir.

Posteriormente metíamos el resultado final en diferentes moldes lubricados previamente con aceite y harina para evitar que la mezcla fundida quedase adherida a las paredes al solidificar. Finalmente procedimos a enfriar al aire libre media hora y retirar por último el molde.



Fig. 1. Fabricación del material

De esta forma se creó nuestro material definitivo para la funda y lo llamamos Medium Density-Giga Polymer (MD-GP), denominado así por su alta densidad y la cantidad de polímeros distintos utilizados, ya que además de los utilizados, el aguaplast está compuesto por varios polímeros distintos.

### 3. Resultados

Para determinar sus propiedades, se decidió realizar distintos ensayos con el fin de estudiar los posibles cambios y defectos de la estructura.

#### 5.1. Ensayo Charpy

En este ensayo de resiliencia, un péndulo cae sobre el dorso de una probeta y la parte. La diferencia entre la altura inicial del péndulo (h) y la final tras el impacto (h') permite medir la energía absorbida en el proceso de fracturar la probeta.

Para llevarlo a la práctica de forma rudimentaria, se sujeta la probeta con una herramienta, y se utiliza a modo de péndulo un martillo colgado de una cuerda.



\*Valores que debería haber de no ocurrir el impacto con la probeta.

De este ensayo, se obtiene la fuerza absorbida por la probeta (1,94 N) que dividido entre el área de la zona con la que impactó (0,0015m<sup>2</sup>), nos permite conocer el valor de la tensión máxima que soporta la probeta (1342 Pa).

	Tiempo (s)	Altura (m)	Ep/m (J/kg)	Ec/m (J/kg)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s <sup>2</sup> )	Fuerza (N)
Inicial	0	2,48	24,304	0	0	0	0
Golpeo	0,71	0	0	24,304	6,97	9,82	4,52
Final	1	0,88	8,624	15,68 *	5,6*	5,6*	2,576

#### 5.2. Ensayo de dureza

Para este ensayo se deja caer un cuchillo afilado desde distintas alturas para así poder medir la profundidad de la penetración y las dimensiones de la huella resultante.



Fig. 2. Ensayo de dureza

Tabla 1. Resultados de los ensayos de dureza

Profundidad de la huella (mm)	Fuerza (N)	Altura (m)	Ep/m (J/kg)	Tiempo en caer (s)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s <sup>2</sup> )	Tensión (Pa)
0,25	0,139	0,11	1,078	0,4	1,47	3,67	280000
1	0,163	0,15	1,47	0,4	1,72	4,29	330000
2	0,184	0,3	2,94	0,5	2,43	4,85	370000
3,2	0,198	0,5	4,9	0,6	3,13	5,22	400000
3,3	0,215	0,8	7,84	0,7	3,96	5,66	430000
3,5	0,240	1	9,8	0,7	4,43	6,33	480000
4,1	0,242	1,5	14,7	0,85	5,42	6,40	490000
4,3	0,264	2	19,6	9	6,26	6,96	530000
5	0,265	3	29,4	1	7,67	6,97	540000

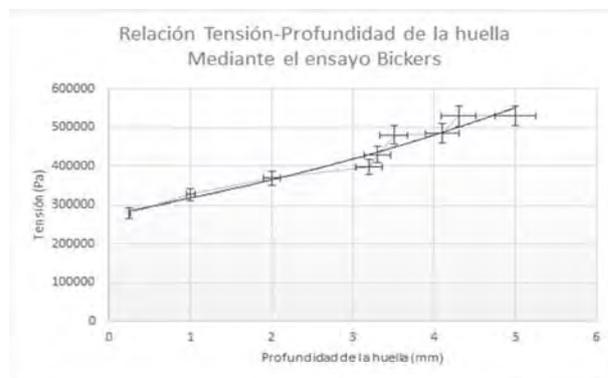


Fig. 3. Bickers es un juego de palabras entre Vickers (por el ensayo de dureza) y Becerril (que es el apellido de el autor que lo realizó)

#### 5.3. Ensayo de elasticidad

Para saber cómo actuaría el material ante distintos agentes, se sumergió 4 probetas durante 72 horas en distintas disoluciones como lejía, amoníaco, refresco de cola con limón y vinagre, todas ellas con distinto PH, siendo las dos primeras más básicas y las dos últimas más ácidas.

A continuación, se ensayó todas las probetas comparándolas con una en su estado natural.

Para este ensayo se coloca la probeta entre dos superficies, y se le aplica cierta carga en el centro de la misma con el fin de observar el máximo de esta que aguantaba cada una después de haber estado sometidas a distintos agentes.

Tabla 2. Resultados de los ensayos de elasticidad

	pH	Carga máx. (Kg)	Carga máx. (N)	Tensión (MPa)	Area (m <sup>2</sup> )
Probeta 0	7	5,7	55,86	2,8	0,0000198
Probeta 1	12	5	49	2,5	0,0000198
Probeta 2	10	5,5	53,9	2,7	0,0000198
Probeta 3	5	3,3	32,34	1,6	0,0000198
Probeta 4	3	3,05	29,89	1,5	0,0000198



Fig. 4. Probetas sumergidas para los ensayos de elasticidad

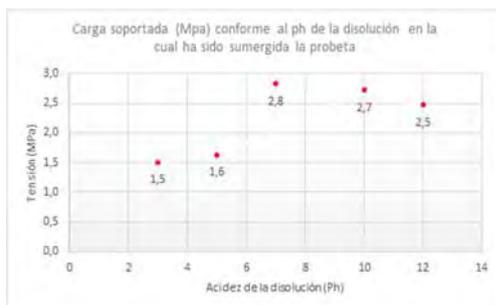


Fig. 5. Tensión frente a la acidez de la disolución

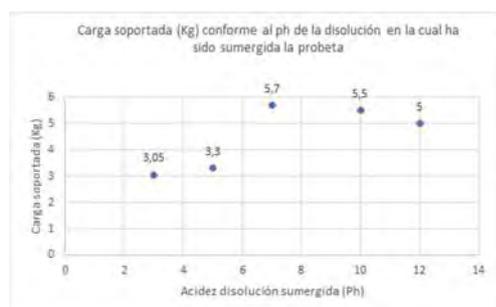


Fig. 6. Carga frente a acidez en las probetas

Conclusión del ensayo: El MD-GP no sufre cambios muy bruscos ante ambientes básicos, pero sí ante ambientes ácidos.

### 5.3.1. Ensayo químico

El MD-GP fue sumergido también en dos disolventes como son el alcohol y la acetona durante 72 horas, no se observaron cambios en la estructura macroscópica, por tanto, se puede deducir que el material tiene buena tolerancia a ambos. También fue quemado para dilucidar su carácter inflamable, el cual fue comprobado que posee.

## 4. Aplicación

El molde para crear la funda consiste en dos placas metálicas mecanizadas con la forma del tornillo, al que se le añade el fundido por un orificio una vez cerradas las placas con sus correspondientes tornillos.

Pasado un tiempo, cuando el fundido ha solidificado, introducimos una pequeña broca por una entrada ya hecha, para hacer un agujero 'guía' que nos servirá posteriormente para hacer el agujero más grande una vez sacado el material del molde y poder introducir el tornillo en nuestra funda.



Fig. 7. Molde para el tornillo

## 5. Agradecimientos

la familia Becerril Catela por suministrarnos todo el inventario que disponían para la elaboración del material, así como la preparación de los ensayos.

También es de agradecer la colaboración de la familia Miranda González por proporcionarnos un molde mecanizado ajustado a nuestro diseño.

## 6. Conclusión

En conclusión, nuestro grupo cree que se han alcanzado los objetivos iniciales propuestos en cuanto a las propiedades de nuestro nuevo material, pese a haber sustituido los materiales pensados en un primer momento. Estos a pesar de que son baratos y muy buenos aislantes (entre otras propiedades) tras varios intentos ella idea de utilizarlos se abandonó, ya que algunos de estos materiales no fundían correctamente, o simplemente no se comportaban como se esperaba. Tras otra profunda búsqueda de materiales se llegó a los que creemos mejores para el proyecto que presentamos.

Como es un material inflamable (aunque no en exceso) y tiene buena tolerancia a los medios básicos, se puede deducir por tanto que sería ideal para revestir tornillos sumergidos en agua marina (pH 8), pues debido al exceso de electrolitos sufren más rápidamente la corrosión galvánica.

## 7. Bibliografía

Aplicaciones electrónicas de consulta:

CES-Edupack.

Artículos:

- [1] Degradabilidad de un polímero de almidón de yuca; Gladys Ruíz Avilés, Carolina Montoya Mesa, Marco Paniagua Villa.
- [2] Estabilidad de procesamiento de polímeros: índice de degradación en proceso 2015; Andrés Felipe Rojas González, Laura María Anzazu Ríos.
- [3] Trabajo de fin de grado: fabricación y ensayo de probetas ILTS; Luis Ramírez López.



# Sándwich de PS y PMMA y sus posibles usos como sustituto del vidrio

P. Barrio, G. Marín

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

## INFORMACIÓN

### Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 24 Febrero 2019

Entrega Proyecto 15 Mayo 2019

Disponible online 21 Mayo 2019

### Keywords:

Sándwich  
Reciclaje  
Vidrio  
Transparencia

## ABSTRACT

Este trabajo se centrará en explorar las propiedades de un material compuesto por PMMA y PS reciclados, unidos mediante una fina capa de silicona transparente para comprobar si es posible que sustituya al vidrio en algunas de sus aplicaciones, así como ver cómo varían las propiedades tanto del PMMA como del PS al ser reciclados. Hemos practicado una serie de ensayos sobre este material, así como usado el programa CES Edupack para determinar si esto es posible o si, al menos, es posible en determinados aspectos del material o de sus aplicaciones.

© 2019 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Estructura del artículo

- 1 Introducción
- 2 Materiales y métodos
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones
- 5 Bibliografía

## 2. Introducción

El vidrio es el material predilecto a la hora de crear barreras transparentes, como las ventanas, en prácticamente la totalidad de ocasiones que se pueda necesitar una. Sin embargo, el vidrio tiene varios inconvenientes, algunos de los cuales intentaremos subsanar o reducir con el material que proponemos en este artículo. La característica principal del vidrio, y la que le da mayor utilidad, es su nivel de transparencia, es por eso por lo que en este caso hemos escogido PMMA [8] y PS para trabajar, puesto que ambos tienen un nivel de transparencia por encima del 90%, siendo el PS el plástico más transparente que existe. Además, estos plásticos tienen una conductividad térmica muy inferior a la del vidrio, por lo que, usados como sustitutos de este, se conseguiría un aislamiento térmico mucho mayor del que se tiene actualmente y, por tanto, se podrían reducir las emisiones de dióxido de carbono provocadas por los sistemas de regulación de temperatura que son instalados en la gran mayoría de edificios en la actualidad.

## 3. Materiales y métodos

En este caso, hemos escogido usar materiales reciclados, puesto que la producción tanto de PMMA como de PS tiene una huella de carbono

bastante más elevada que la del vidrio, de esta forma, podemos minimizar uno de los inconvenientes que tiene el usar estos plásticos como sustitutos del vidrio. Además, dada la cantidad de plástico que es desperdiciada en el mundo cada año (275 millones de toneladas de desechos plásticos fueron generadas en 192 países en 2010, 4,8 de las cuales acabaron en el mar [1]), creemos que es cada vez más importante y necesario (y lo ha sido durante mucho tiempo), el buscar nuevas formas en las que reutilizar todo tipo de plásticos.

El factor que más ha influido en la elección de PMMA y PS, es que ambos son extremadamente transparentes, estando ambos por encima del nivel de transparencia del vidrio usado comúnmente en ventanas (Fig. 1).

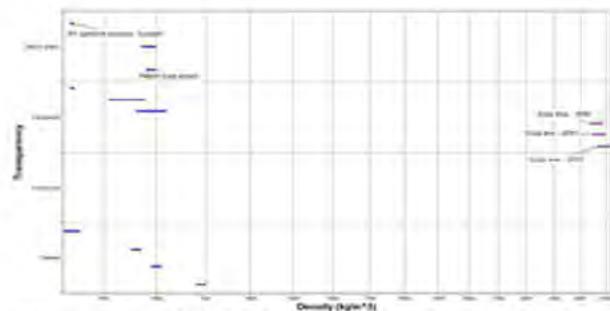


Fig. 1. Representación gráfica del nivel de transparencia de PMMA, PS y vidrio frente a su densidad

Otra de las razones más importantes que nos ha hecho decidimos a usar PMMA y PS es su conductividad térmica. Como ya se ha mencionado anteriormente, el vidrio es el material que se usa más a menudo para la fabricación de barreras transparentes, en concreto, se usa en la industria de la construcción para fabricar ventanas, vidrieras y ventanales, sin embargo, el vidrio tiene una conductividad térmica relativamente alta. Lo que genera esto, es que, en la mayoría de los edificios, los puntos por los que más calor se intercambia son las ventanas. Esto en un principio no tendría por qué suponer un problema, pero, dado que en la sociedad actual se usan mecanismos para regular la temperatura en los edificios (aire acondicionado en