



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

IngeniaMateriales

Journal homepage: http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales



Fundas protectoras de smartphone

A. Frías, T. M. Tayas, J. D. Túquerrez

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 20 febrero 2022

Entrega Proyecto 18 mayo 2022

Disponible online 1 octubre 2022

Keywords:

Silicona

Polímeros

Poliuretano

ABSTRACT

Debido a la alta demanda de dispositivos móviles y por ende de sus complementos hechos en su mayoría de petróleo, el objetivo de este ensayo es la fabricación de un polímero que actúe como una carcasa para smartphones y que reduzca el consumo de petróleo además de cumplir con una función protectora a partir de silicona, maicena, aceite, polioliol y diisocianato. A través de diferentes ensayos hemos demostrado que sus propiedades mecánicas son aptas para este fin.

© 2022 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

El mercado de las tecnologías móviles no ha parado de expandirse durante los últimos años, y con este, el de sus complementos. Según Octilus, la industria de los complementos móviles movió en el mundo 110.000 millones de euros en 2021 y el motor de esta industria es la protección del móvil. Las fundas para smartphones están hechas principalmente de derivados del petróleo y debido a su gran volumen de ventas es un sector a tener en cuenta para tratar el actual problema medioambiental. Con este ensayo tenemos como objetivo la producción de fundas protectoras minimizando el consumo de combustibles fósiles, además de tener en cuenta el impacto económico y social.

Para la fabricación de este polímero hemos utilizado polioliol, isocianato, Maizena, silicona, aceite, gelatina neutra, harina, espesante de puré de patata, levadura y polvos de talco. Algunos de estos componentes como la Maizena, además de ser orgánicos, podrían suponer una actividad económica en países no desarrollados, cumpliendo así con uno de los objetivos de desarrollo sostenible

Tras hacer las distintas mezclas con estos componentes, realizamos varios ensayos mecánicos para comprobar el comportamiento del material y ver si es apto para la aplicación que buscamos.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales y fabricación

Como ya hemos mencionado en la introducción, para la fabricación de nuestro polímero realizamos distintas mezclas a partir de los componentes ya mencionados anteriormente.

Para la primera mezcla, decidimos juntar el polioliol con el isocianato en un recipiente seco lo que resultó en un material esponjoso y a primera

vista capaz de absorber impactos. A esta mezcla le añadimos aceite y Maizena a la vez que echábamos los dos componentes anteriores. Gracias a esto obtuvimos un material más grumoso y resistente. El polioliol con el isocianato forma poliuretano, un polímero con características variables dependiendo de la cantidad de reactivo que se utiliza y de la propia composición de los reactivos.

Debido a su variabilidad, puede dar lugar desde termoplásticos hasta elastómeros. Nuestro proyecto usa un preparado de pre-polímero de tolueno diisocianato modificado con difenilmetano 4,4'-diisocianato, siendo ambos isocianatos aromáticos permite una mayor reactividad y separación de fases más eficiente; no obstante, su estructura aromática con dobles enlaces conjugados a lo largo de un segmento promueve su inestabilidad frente a la radiación ultravioleta, que lo vuelve amarillo tras una exposición prolongada.

Por otro lado, lo que aporta a nuestro poliuretano su flexibilidad, es la mezcla de los polioliol que, con agentes espumantes, catalizadores e ignífugas consiguen otorgar al material de una moderada elasticidad y tenacidad a priori adecuadas para el objetivo de este proyecto.

Estos dos monómeros, polioliol y diisocianato, forman lo que conocemos como poliuretano, con una estructura que divide dos fases, una fase blanda con otra dura: la fase blanda está constituida por cadenas de macrodiol con una temperatura de transición vítrea por debajo de la temperatura ambiente; la fase dura formada por una distribución de unidades de diisocianato, pueden ser amorfos o semicristalinos, al igual que en la fase blanda.

Para conseguir la reacción de poliuretano, se debe agregar a una mezcla, dos de polioliol por cada uno del preparado de pre-polímero TDI modificado con MDI, que forma una espuma reactiva que se expande hasta ocupar un mayor espacio y terminar la reacción. Por el propósito de este proyecto, le añadimos harina de maíz a la mezcla otorgándole de una mayor capacidad de Expandirse debido a que la maicena es un polisacárido con propiedades hidrófilas, pudiendo retener las moléculas de agua en la mezcla y logrando una menor compacidad. Por otro lado, al añadirle aceite de cocina, la mezcla pierde la capacidad de retener el agua por la característica hidrófoba del aceite

que consigue otorgar al material de una mayor tenacidad y menor crecimiento, por el cual también se pueden observar micelas. Por esta mayor ordenación de las moléculas que se encuentran más compactas, deducimos que cuanto más aceite le añadamos más compacto y duro se vuelve el resultado final.

Para la segunda mezcla, utilizamos silicona acética junto con Maizena para elaborar una masa, de proporciones uno a dos, que sumergimos bajo agua con jabón para poder amasarla mejor. La silicona, a pesar de ser un derivado del petróleo se diferencia del resto de plásticos utilizados para esta industria en que usa silicio, un material natural que se encuentra en la arena y el cuarzo. Además, se cree que es un material más seguro que otros plásticos dado que no filtra químicos tóxicos a la piel humana. En cambio, la maizena es un alimento orgánico que se obtiene del grano de maíz y se utiliza como espesante en la cocina. Para los ensayos, para ver si el comportamiento era distinto hicimos probetas de esta misma silicona con maizena sin haber sido amasada bajo agua y con otro tipo de silicona.



Fig. 1. Silicona y Maizena

Por último, para la tercera mezcla pensamos en utilizar gelatina neutra dado que es un material amorfo orgánico y un polímero compuesto por cadenas de aminoácidos. Para reforzarla, la mezclamos con distintos componentes como harina, levadura, espesante de puré de patata y polvos de talco con la intención de mejorar su resistencia a esfuerzos mecánicos. Estos componentes se juntaron con la gelatina en recipientes separados tras haber sido preparada en agua hirviendo. De esta forma, podíamos ver como afectaba cada uno a la estructura del polímero.

2.2. Métodos de ensayo

2.2.1. Ensayo de tracción

El ensayo de tracción, en el cual se aplica una fuerza en un solo sentido (uniaxial) siempre creciente, se utiliza para medir el alargamiento de la probeta en función de la carga aplicada. De este ensayo se puede obtener mucha información del comportamiento mecánico del material como su resistencia y deformación máximas, alargamiento porcentual a rotura, tensión máxima, módulo de Young y las gráficas de Tensión-Deformación y Fuerza-Alargamiento entre otras características.

Para realizar este ensayo hemos usado una bandeja transparente de 60x40 cm en el que hemos pegado una pinza metálica que sujeta un extremo de la probeta; con otra pinza de metal, la hemos atado a una bolsa donde añadimos la carga que le ponemos a la probeta enganchándolo por el otro extremo. Como peso usamos arroz debido a su fácil disposición a la hora de añadir peso de forma gradual a la bolsa atada a la pinza. Posteriormente, con la bandeja pegada a una pared, enganchamos la pinza a un extremo de la probeta y la dejamos caer lentamente hasta que se queda colgando o se produce la rotura de la probeta. Si no se produce rotura, procedemos a medir las marcas puestas con anterioridad en la probeta para medir cuánto se estira y por cuánto peso. Repetimos el proceso aumentando cada vez más la carga y apuntamos los datos obtenidos de cada probeta.



Fig. 2. Aparato casero para la realización del ensayo de tracción

2.2.2. Ensayo de flexión en tres puntos

En este ensayo, a diferencia del de tracción, el cual es uniaxial, existe una aplicación de carga en tres puntos. Se puede utilizar para observar como de rígido es nuestro material, algo que en el caso de nuestra aplicación no nos interesa que sea muy rígido para que pueda absorber el impacto en el caso de una caída y que no se rompa, ni muy blando para que proteja al dispositivo electrónico.

Tabla 1. Dimensiones de las probetas

Probeta	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
Silicona negra+maizena	44	14	2,5
Silicona blanca+maizena sin amasar	39	16	3
Poliol+isocianato	37	15	15
Poliol+isocianato+aceite+maizena	40	14	15

Para realizar este ensayo se coloca la probeta sustentada por dos estructuras y se le aplica una carga en el centro. La probeta se deformará por el centro, como podría ser en el caso de una viga, en forma de U. Para hacer esto, nosotros utilizamos dos sillas para apoyar las probetas y fuimos añadiendo agua (debido a su densidad fue fácil calcular el incremento de carga) en una bolsa colgada por el centro de estas.



Fig. 3. Silicona negra amasada con Maizena en ensayo de flexión en tres puntos

2.2.3. Ensayo de compresión

Se realiza el ensayo de compresión para determinar las propiedades del material frente a una carga aplastante. Durante el ensayo, se ejerce una presión sobre una probeta mediante los platos de compresión, a través de la cual se evalúa la seguridad y durabilidad del material.

Para imitar el dicho ensayo de forma casera, lo que se necesita son una báscula, una regla fina, una tabla transparente que en este caso es una tapa de plástico y pesas o cualquier cosa que pueda funcionar como una como pueden ser los paquetes de arroz. Antes de empezar el ensayo, se preparan las muestras de cada material. Distinto a los otros ensayos realizados en este trabajo, las probetas para el ensayo de compresión tienen una forma cilíndrica de radio de 1 cm. Esta forma facilita el proceso de medir las deformaciones tras la aplicación de la presión. Tras la preparación de las probetas, encima de la báscula se coloca la regla donde se pone dicha probeta. Y para una aplicación homogénea de presión, se sitúa la tabla de plástico que es transparente para poder observar la deformación durante el ensayo. Por último, la

probeta se somete bajo presión mediante la colocación de las pesas encima de la tabla de plástico. El peso total va a ser medido por la báscula, y esto nos servirá para calcular la fuerza que ha sido ejercida durante el ensayo.



Fig. 4. El mecanismo realizado para el ensayo de compresión

2.2.4. Resistencia al fuego

Para este ensayo utilizamos un mechero de cocina para encender una llama que se propagase por el material. El objetivo de este ensayo es medir la forma en la que el fuego se propaga, la velocidad y los restos calcinados del material cuando la llama se extingue.



Fig. 5. Un trozo de poliuretano normal prendido en llamas para la realización del ensayo de resistencia al fuego.

3. Resultados

Una vez hecha la gelatina, la dejamos reposar por semanas, pero con ninguno de los componentes que añadimos conseguimos que tuviera una consistencia lo suficientemente sólida como para poder hacer ningún ensayo. Además de tener la misma textura que la de un puré, nos encontramos con que la mezcla de gelatina se empezó a pudrir por lo que no veíamos viable su uso para carcasas de smartphones las cuales no deben de ser solamente resistentes, sino también perdurar en el tiempo.



Fig. 6. Gelatina con polvos de talco (izquierda) y con levadura (derecha)



Fig. 7. Gelatina con espesante de puré de patata y harina tras tres semanas de su elaboración

2.3. Ensayo de tracción

Tras realizar el ensayo con las probetas obtenemos la siguiente gráfica. Los resultados obtenidos nos muestran que la probeta de poliuretano con aceite y maicena tiene una mayor capacidad de aguantar más carga en detrimento de su elasticidad; en cambio, la probeta sin aceite ni Maizena tiene más capacidad de alargarse, más flexibilidad y menor dureza, ya que no aguanta tanta carga como la anterior probeta.

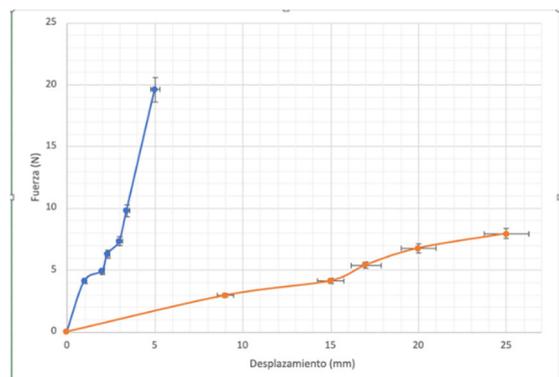


Fig. 8. Probeta poliuretano normal (naranja) y probeta poliuretano con maicena y aceite (azul).

2.4. Ensayo de flexión en tres puntos

Con los resultados obtenidos de este ensayo pudimos comprobar que todas las probetas se deformaban con más facilidad en este caso que en el ensayo de tracción. De todas formas, los resultados no fueron muy distintos y podemos afirmar a partir de estos resultados que la silicona blanca junto con la Maizena presenta una mejor elasticidad de flexión, aunque la probeta que mejor se comportó fue la de polioli e isocianato siendo la que más se deformó y más carga soportó antes de derrumbarse.

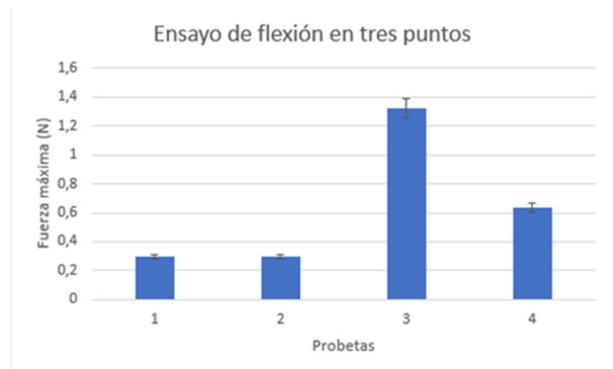


Fig. 9. Gráfica de la fuerza máxima soportada de flexión en tres puntos

Tabla 2. Fuerza máxima de flexión en tres puntos

Probeta	Carga (ml)	Carga (kg)	Desplazamiento (m)	Fuerza (N)
Silicona negra+maizena	30	0,03	25	0,294201
Silicona blanca+maizena sin am	30	0,03	27,5	0,294201
Poliol+isocianato	135	0,135	36	1,3239045
Poliol+isocianato+aceite+maize	65	0,065	23	0,6374355

2.5. Ensayo de compresión

Tras realizar el ensayo, con los resultados obtenidos se puede observar que la elasticidad de la mezcla del polioli e isocianato (línea azul) es menor que la mezcla del polioli, isocianato, maizena y aceite (línea roja). La segunda muestra, que en la gráfica aparece roja, puede aguantar más fuerza que la primera. Físicamente, la mezcla del polioli e isocianato es muchísimo menos denso que la otra, aunque esto no significa que la otra mezcla dio resultado a un material menos poroso. Comparando los dos materiales, se puede ver que los dos son porosos, pero el tamaño de sus poros sí es distinto. Los poros de la primera muestra son más pequeños que los de la segunda muestra. Durante el proceso de reacción al mezclar los ingredientes de cada mezcla, se ve la diferencia en que la primera mezcla sube mucho su volumen, mientras que en la segunda mezcla se forman burbujas en la superficie y su volumen varía muy poco.

Este ensayo no se ha podido hacer con las muestras de la silicona ya que no mostraba resultados satisfactorios porque para poder conseguirlo, se necesita una gran cantidad de fuerza.

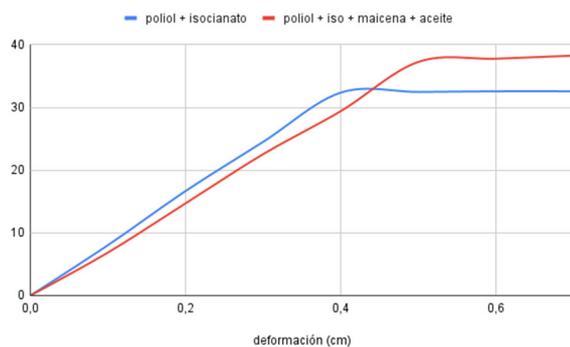


Fig. 10. Gráfica con las probetas de polioli e isocianato y probeta polioli, isocianato, Maizena y aceite.

2.6. Resistencia al fuego

Al término del ensayo, observamos que la mezcla sin aceite ni maizena (foto derecha) se consumía más rápido entre las llamas y no mantenía su forma dado que se derretía casi completamente al someterse a la combustión; en cambio, la mezcla con aceite y maizena (foto izquierda) lograba conservar su estructura y la duración de la llama era mayor. Esto es debido a lo compacto que se encuentra la estructura de la mezcla con aceite que consigue disipar el calor de la llama sin desmoronar su estructura molecular, aunque emana humo perjudicial para la salud si se prolonga su respiración.



Fig. 11. Poliuretano con aceite y maizena ardiendo (izquierda), y poliuretano normal ardiendo (derecha).

Analizando los resultados obtenidos de los ensayos realizados creemos que la mezcla de silicona y maizena junto con la de polioli e isocianato cumplen con las características necesarias para el fin que buscábamos, que era producir una carcasa de smartphone lo suficientemente ligera y capaz de absorber los impactos del día a día para lo que tendría que ser resistente a fuerzas externas sin ser un objeto rígido y pesado. Por otra parte, nos gustaría poder mejorar en un futuro la estética del producto y su tacto para que sea aún más cómodo para el usuario.

5. Agradecimientos

Aprovecharemos la ocasión para agradecer el apoyo de amigos y padres, también a los profesores que sin duda han ayudado a la ejecución de este trabajo. Asimismo, no puedo olvidar en este momento a mis compañeros que sin ellos no hubiera podido realizar este experimento ni hubiera sido un trabajo divertido en hacer.

6. Bibliografía

- [1] Productos químicos: <https://www.tiendaonlineplastiform.es>
- [2] Como hacer MOLDE Casero 3D de SILICONA DE TUBO + MAIZENA: <https://www.youtube.com/watch?v=WjONjQpmlv0>
- [3] Informaciones acerca del poliuretano: <https://formulaciones.es/que-es-el-poliuretano/>
- [4] Vídeo de cómo reacciona el polioli con isocianato: <https://www.youtube.com/watch?v=IIRZRBqLDjk>
- [5] Características, usos, fabricación y procesos de transformación del poliuretano. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/poliuretano.html>

4. Conclusiones