



Masilla de tierra batida

A. Pizarro, C. V. Gil, R. Jiménez, A. de las Heras

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 15 marzo 2021

Entrega Proyecto 21 mayo 2021

Disponible online 1 junio 2021

Keywords:

Masilla

Arcilla

Dureza

ABSTRACT

En un principio, se prevé que el material en el momento de crearlo haciendo la mezcla de nuestros componentes sea una masa viscosa y así se pueda aplicar fácilmente sobre cualquier superficie, según el uso que le queramos dar antes de que se seque. Una vez aplicado, esperamos el tiempo de solidificación de mínimo 24 horas. Al quedar solidificado el material y todos sus componentes bien mezclados de manera homogénea, esperamos encontrar un material duro, sin muchas deformaciones macroscópicas visibles para adaptarse al ambiente donde se use, ya que está previsto utilizarlo en el hogar. También suponemos que será resistente a la humedad e impermeable.

© 2021 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

En un principio, se prevé que el material en el momento de crearlo haciendo la mezcla de nuestros componentes sea una masa viscosa y así se pueda aplicar fácilmente sobre cualquier superficie, según el uso que le queramos dar antes de que se seque. Una vez aplicado, esperamos el tiempo de solidificación de mínimo 24 horas. Al quedar solidificado el material y todos sus componentes bien mezclados de manera homogénea, esperamos encontrar un material duro, sin muchas deformaciones macroscópicas visibles para adaptarse al ambiente donde se use, ya que está previsto utilizarlo en el hogar. También suponemos que será resistente a la humedad e impermeable.

2. Materiales y métodos

Los materiales utilizados en el experimento han sido:

- Arcilla blanca: este material es antiséptico y absorbente y lo aprovecharemos para hacer la masa inicial que luego mezclaremos con la resina. Nos va a proporcionar propiedades plásticas a la hora de manejar el material y una alta dureza cuando se seque el producto. Las propiedades pueden variar dependiendo de si dejamos secar la arcilla al aire libre o si aplicamos tratamientos térmicos. (aprox. 7,56 €/kg)
- Piedra/arena fina lavada: este elemento junto con la arcilla en polvo nos proporcionará un producto muy similar al cemento, pero jugaremos con las proporciones de arcilla y arena buscando obtener las mejores propiedades mecánicas para el material resultante. (aprox. 0,2 €/kg)
- Resina epoxi: es un polímero termoestable formado por la reacción de dos monómeros (el ingrediente base y el endurecedor) que forman una red de polímeros.

Al añadir este polímero vamos a dotar a nuestro nuevo material de buenas propiedades mecánicas y alta resistencia

térmica, así como para protegerlo de la corrosión y que no se oxide. Escogimos esta resina por su resistencia a tracción de más de 350 kg/cm² y por sus excelentes capacidades aislantes que pueden proteger de cortocircuitos, polvo, humedad... lo que impermeabilizará el material resultante. (aprox. 28 €/kg)

- -Agua: podemos usarla para hacer reaccionar la arcilla y la arena en polvo, provocando así una pasta similar al cemento, pero es posible que, al introducir la resina en la ecuación, esta no sea necesaria para hacerlo fraguar. (0 €/L)

Con solo estos elementos procederemos a crear un nuevo material con propiedades adaptadas para el uso que queremos darle, encontrando las proporciones idóneas en cada caso.

Para llevar a cabo los procesos de fabricación del material hemos necesitado un gran cubo, una cuchara de madera, una botella de agua, una báscula de cocina, un bolígrafo, un martillo, un par de sargentos, unos destornilladores y a partir de ahí, hemos ido solventando nuestros problemas a base de ingenio con los materiales que teníamos. El precio total de la producción será de 35,75 € aproximadamente.

2.1. Proceso de fabricación del material

Primero hicimos pruebas con agua para saber si nuestro cemento reinventado funcionaba realmente. Al mezclar la arena y la arcilla se obtiene un modelo de tierra batida que usaremos como sustitución del cemento, normalmente utilizado en otro tipo de masillas de este estilo, y la resina epoxi como sustituto del agua, la cual no se ha llegado a usar en el experimento. Al mezclar estos dos nuevos materiales, se obtiene un coloide por la emulsión entre el sólido (arcilla+arena) y un líquido viscoso (resina epoxi). Debemos obtener una mezcla homogénea y ser rápidos, ya que cuanto más tiempo lo dejemos en el cubo dándole vueltas, mayor reacción térmica va a generar. Nosotros mismos creamos unos moldes reciclando una caja de cartón con la que hicimos pequeñas cajitas rectangulares que atamos con hojas y cordones para que no se desbordaran. Al solidificar la muestra, tras 3 días en la taquilla, se observa que parte de la resina epoxi ha formado

una capa superior solidificada con tacto suave y burbujas, debido a la reacción calorífica llevada a cabo al mezclar los dos componentes del epoxi.

Este bicomponente es tóxico, por lo que hemos tenido que usar guantes y mascarillas para trabajarlo.

3. Caracterización de los materiales

Antes de ensayar las probetas, las hemos medido y pesado, ya que no hemos podido obtener todas las piezas exactamente iguales. Así hemos podido entender dependiendo de las formas de las probetas como va a reaccionar nuestro material según el uso que le demos. Los valores de superficie y masa de las 3 muestras ensayadas son:

Tabla 1. Masa y dimensiones de las probetas

MUESTRAS	MASA (g)	So(mm ²)
1	9	1260
2	25	1620
3	293	1963.5

3.1.1. Ensayo de Tracción

Se llevará a cabo este ensayo con una muestra solidificada de la masilla para comprobar su resistencia a las fuerzas de tracción y tensiones que pueda sufrir el material cuando esté entre las juntas.



Fig. 1. Elementos empleados para los ensayos de tracción (izquierda) e impacto (derecha)

Utilizando dos sargentos de mesa que colocaremos a ambos extremos de la probeta, anclando un sargento a un tejado de aparcamiento como punto fijo y dejando el otro sargento libre para colgar peso de él, observamos que al colgar una botella de dos litros de agua la pieza no reaccionaba. Fuimos aumentando el peso e incluso nosotros tiramos del sargento hasta casi dejar caer todo nuestro peso, pero la probeta no sufría ningún tipo de deformación.

3.1.1. Ensayo de Impacto

Se practicará un ensayo a impacto para comprobar la fuerza que el material es capaz de aguantar si esta se concentra en un punto de su superficie y no en toda.

En primera instancia, utilizamos la punta de un bolígrafo Bic y nos ayudamos de un destornillador para sujetarlo y un martillo para golpearlo. Como resultado obtenemos una punta de bolígrafo rota, ya que el metal no logró penetrar el material. En la siguiente prueba, retiramos la punta de bolígrafo quedando el destornillador de punta estrellada sobre el material, y nuevamente nos ayudamos del martillo. Esta vez, aunque no hemos podido medir la fuerza, hemos observado que penetraba nuestro material. Este último ensayo lo hemos realizado sobre dos probetas muy similares en cuanto a proporciones obteniendo como resultado: una pieza fracturada tras introducir el destornillador más de 2 mm en el primer intento y una penetración de 2 mm en el segundo intento, esta vez sin fracturarse la pieza.

Se ha realizado también otro tipo de ensayo de impacto en la muestra: se dejará caer cada probeta desde varias alturas distintas y de modo que impacte contra el suelo con la mayor superficie posible buscando la altura a la que puede llegar a romperse cada muestra de nuestro material.

Tabla 2. Resultados de los ensayos de impacto

MUESTRAS	ALTURA (m)	ROTURA
TODAS	1	NO
TODAS	2,1	NO
TODAS	2,6	NO
TODAS	3.8	NO

3.1.2. Resistencia a la humedad

Se vertirá en un segmento de masilla solidificada agua para ver cómo actúa frente a la humedad determinando así si es eficaz contra soluciones acuosas u otro tipo de líquidos.

Metimos una probeta en un bol con agua a temperatura ambiente durante 2 h y la pieza no reaccionó. Pusimos el material en una red para cocinar al vapor sobre una olla de agua hirviendo y lo tapamos, pero no hubo respuesta ante el vapor y después probamos a sumergir el material en agua hirviendo y tampoco reaccionó.

3.1.3. Compresión

Aplicaremos fuerza desde dos lados opuestos de la probeta una vez solidificada para comprobar si sufre algún tipo de deformación.

Colocamos una probeta en el suelo y una gran tabla de madera sobre ella (la puerta de un armario) y nos subimos encima con peso, dejando aproximadamente 100kg sobre ella sin sufrir ningún daño.

3.1.4. Dureza

Rayamos las probetas con distintos materiales para comprobar su grado de dureza.

Probamos a rayarla con distintos tipos de minerales y metales. Observamos que no es especialmente difícil de rayar, ya que arañamos ligeramente la pieza con una moneda y de forma más clara con un clavo. Mediante la medición de la escala Mohs, determinamos una dureza entre 3 y 4.

Tabla 3. Resultados del ensayo de dureza

MUESTRAS	MONEDA	CLAVO
1	NO	SI
2	NO	SI
3	NO	SI
4	NO	SI

3.1.5. Ensayos de Absorción

Introduciremos la probeta en agua durante unos segundos. Pesaremos la probeta antes y después de estar en contacto con el agua para saber si absorbe líquidos.

Pesamos una probeta de 8 g, la introducimos en agua unos minutos, secamos la superficie y la pesamos de nuevo obteniendo exactamente el mismo resultado. Nuestro material no es poroso debido a la resina epóxica, la cual es completamente impermeable.

3.1.6. Ensayo de Flexión

Colocaremos una sobre dos puntos de apoyo en los extremos y aplicaremos una fuerza sobre ella en el centro.

Intentamos flexionar la pieza con las manos, pero es inútil. Situamos la probeta en el bordillo dejando más de la mitad de esta sobresaliente y sujetamos un extremo con el pie. sometemos al extremo que queda completamente al aire a una fuerza descendente aplicada al pisarlo, pero la pieza ni se flexiona ni se rompe.

3.1.7. Desgaste

Pasaremos una probeta por una superficie rugosa (lija) y observaremos si se desgasta.

Utilizando una lija de metal de bajo granulado la pieza no experimenta ningún arañazo. Empleando una lija de papel, la pieza no experimenta ningún cambio. Decidimos usar la parte frontal de un escalón de granito, la parte que no está desgastada por las pisadas de las personas que las usan, y efectivamente este grano grueso conseguía rayar la pieza después de unos segundos lijándola, pero no conseguía profundizar el arañazo.

3.1.8. Temperatura

Someteremos a las probetas a las temperaturas más extremas que podamos conseguir.

- Calor: utilizamos un mechero sobre una de las piezas durante unos segundos (sabemos que el epoxi resiste hasta los 180 °C sin problemas) y observamos que quedaba una marca negra en la superficie y desprendía un olor bastante fuerte y desagradable. Al pasar un papel sobre la marca negra, esta desaparecía quedando el material intacto. Volvemos a hacer la prueba varias veces incrementando el tiempo y el resultado es el mismo pero la pieza queda con un tono amarillo en la superficie. Es posible que, si hubiéramos secado el material viscoso en un horno a alta temperatura, la resistencia al calor habría sido incluso mayor, pero para las aplicaciones que esperamos de este material, no es necesario.
- Frío: metemos una probeta en el congelador durante 10 horas y esta no experimenta ningún cambio en su olor o color. Su resistencia en este caso no se ha visto modificada desde las diferentes alturas que hemos probado a tirar la probeta.

4. Resultados

Hemos obtenido un material con un valor entre el 3 y el 4 en la escala de dureza de Mohs, muy resistente y tenaz. Solo hemos conseguido partir una probeta aplicando una gran fuerza concentrada en un punto concreto hasta agrietarse.

No reacciona al estar en contacto con el agua y no es poroso, por lo que no absorbe líquidos. Tiene una densidad de 1,62 g/cm³ y es hipo alérgico. No parece deteriorarse ni con excesivo calor ni con excesivo frío, aunque sí cambia de color y desprende un olor muy fuerte al estar sometido a altas temperaturas. Es realmente resistente a golpes, y no es absolutamente nada flexible.

No hemos conseguido deformarlo plásticamente ni elásticamente. La superficie del material queda muy brillante y repleta de pequeñas burbujas producidas por la reacción térmica que se genera al mezclar los componentes A y B de esta resina. Estas burbujas pueden quitarse pasando un rodillo con pinchos o un tenedor sobre la superficie del material antes de secarse para fomentar su salida.

5. Conclusiones

Como esperábamos, el material en el momento de crearlo fue muy viscoso, pero al cabo de 24 horas había solidificado. Sin embargo, hasta pasadas 72 horas no pudimos ensayarlo. Creemos que es un material capaz de cumplir con el propósito inicial de sustituir a la lechada. Este material ha adquirido por completo las propiedades mecánicas de la resina, lo que es genial para utilizarlo entre los azulejos del baño, de la cocina, los suelos... es extremadamente resistente y no se agrietará como la lechada de cemento, por lo que no habrá que preocuparse en cambiarla. Además, funciona perfectamente como adhesivo de materiales orgánicos e inorgánicos. Sabemos que el epoxi es sensible a los rayos ultravioletas (UV), por lo que no lo recomendamos en zonas exteriores expuestas continuamente a la luz solar. Este material sería ideal para el suelo de las piscinas o de terrazas cubiertas por las propiedades aislantes mencionadas anteriormente. Creemos que la

arena fina puede ser completamente prescindible ya que no creemos que aporte mucho al material y le quita bastante presencia estética.

6. Agradecimientos

Para empezar, dar las gracias a nuestros profesores del grado de Estructura de Materiales II por ser nuestros guías y aconsejarnos todo lo posible en este proyecto, ya que nos han sido de gran ayuda; agradecer a nuestros padres y tutores, ya que nos han facilitado las herramientas para llevar a cabo este trabajo. También, queremos agradecer a la Escuela por brindarnos todos los recursos que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación y desarrollo. Por último, agradecer a Guillermo Izquierdo, alumno del grado de Ingeniería de Materiales también, por su ayuda a la hora de enfocar el proyecto y darnos pautas para hacerlo mejor.

7. Bibliografía

- [1] [https://moodle.upm.es/\(plantillas\)](https://moodle.upm.es/(plantillas))
- [2] https://es.wikipedia.org/wiki/Resina_epoxi (resina, ¿que es?)
- [3] <https://www.leroymerlin.es/pintura/repuracion-preparacion-superficies/resina-epoxi> (precio de la resina)
- [4] <https://extractos-vegetales.com/extracto/arcilla-blanca/#:~:text=La%20Arcilla%20Blanca%2C%20tambi%C3%A9n%20denom%20inada,contienen%20feldespato%2C%20como%20el%20granito.> (arcilla, ¿que es?)
- [5] <https://www.ivos.es/aridos-construccion-arena-fina-lavada/xc> (arena fina, ¿que es?)
- [6] <https://www.sluciaconstruccion.com/arena-fina-lavada-saco-20-kg-aprox> (precio de la arena)
- [7] <https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento> (cemento, ¿que es?)
- [8] <https://www.leroymerlin.es/construccion/cementos-morteros-yesos/cementos> (precio del cemento)
- [9] <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/resina-epoxi.html> (estructura química epoxi distintos tipos)
- [10] <https://resinpro.es/2020/02/06/la-resina-cristalizada/#:~:text=De%20hecho%2C%20las%20resinas%20epox%C3%ADdicas,calentarlo%20para%20revertir%20el%20proceso!> (reacciones y experimentos epoxi)
- [11] <https://acrylgiessen.com/es/resina-epoxi-guia/> (como usar epoxi)