



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

IngeniaMateriales

Journal homepage: [http://polired.upm.es/index.php/ingenia\\_materiales](http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales)



# Gelatina balística

J. Espinosa, J. Samblas, A. García

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 28 marzo 2022

Entrega Proyecto 18 mayo 2022

Disponible online septiembre 2022

### Keywords:

Tejido humano

Gel balístico

Resistencia mecánica

## ABSTRACT

En este trabajo hemos querido simular el tejido humano y animal utilizando un gel balístico. Esto da la capacidad de mejorar exponencialmente las simulaciones que realizan los médicos forenses para el estudio de escenas ya sean de asesinatos o accidentes. El gel balístico cumple a la perfección esta función, y para asegurarnos que puede cumplir la función asignada hemos realizado una serie de ensayos comprobando la resistencia a tracción, corrosión, resistencia a compresión, impacto a balas o cortes y degradación del material.

© 2022 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

## 1. Introducción

En el siguiente informe se establece un análisis detallado sobre el gel balístico, con el objeto de estudiar su comportamiento y ciertas propiedades ante una serie de ensayos experimentales y variaciones, para comprobar si se pudiese usar como simulación de tejido vivo.

El gran avance que se ha producido durante los últimos años en el mundo de la armamentística ha conllevado consigo mismo, el desarrollo de las pruebas que se requerían y requieren para la puesta a punto de ciertas armas y municiones. De ahí que, se empezarán a utilizar materiales sintéticos especializados en el campo de las pruebas balísticas; como es el caso del Gel Balístico. Éste trata de simular el tejido del cuerpo humano o animal para así probar y observar ciertos factores como la expansión o penetración de un determinado proyectil al impactar. La gran semejanza que tiene con respecto a los tejidos animales se consigue por su composición, basada principalmente en agua y gelatina, lo que le asigna unas características propias de un tejido animal.

Además, el hecho de desarrollar este material evita en su totalidad el uso de carne animal para realizar estos experimentos; consecuentemente el mantenimiento de este tipo de materiales también se ha reducido, ya que, a pesar de no ser altamente resistentes a ciertos factores, no requieren, por ejemplo, de cámaras frigoríficas para evitar la putrefacción, a diferencia de la carne animal, que sí lo necesitaba.

Otro factor que juega a favor del uso de geles balísticos es la relativa facilidad con la que se puede obtener éste, ya que gracias a las facilidades que tenemos hoy en día de conseguir determinados elementos, la creación del gel está al alcance de un amplio repertorio de usuarios.

Partiendo de otro campo, como es la medicina, este tipo de material; es de gran utilidad debido a la ya mencionada semejanza que tiene con el tejido que compone al ser humano, ya que nos permitiría estudiar el daño interno que pueden llegar a causar tantos proyectiles como armas blancas, así pudiendo desarrollar métodos eficaces para la cura de heridas en ciertas partes del cuerpo. A su vez, teniendo en cuenta

todas estas cualidades, el material nos supone una facilidad para ensayar inyecciones y otros elementos médicos altamente necesarios.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

Para la elaboración de nuestro gel balístico hemos utilizado:

- 1 l de agua
- 100 g de polvos o laminas de gelatina
- 10 ml de glicerina neutra

La fabricación del material es sencilla, el primer paso es llenar una hoya con 1 L de agua y la llevas a hervir. Después de llegar a 100°C apagas el fuego y añades la glicerina y la gelatina (Si se utilizan laminas estas se deberán remojar anteriormente durante 5 minutos en agua fría). Tras obtener una mezcla homogénea de los tres ingredientes se rellena un recipiente con la mezcla y se deja solidificar en la nevera.

### 2.2. Métodos

Para comprobar las capacidades mecánicas de nuestro material le hemos realizado diferentes ensayos:

- **Resistencia a compresión**, utilizando una probeta de 6 cm de largo, 4 cm de ancho y 1 cm de espesor, hemos utilizado pesos de 1 kg (Fig.1) que colocaremos por encima de nuestro material. Calculando así la carga máxima que puede resistir nuestro material a compresión.



Fig. 1. Pesas utilizadas para evaluar la resistencia a compresión de los materiales

- **Resistencia a impacto**, a partir de una probeta con las dimensiones de un envase de leche (20 cm de alto, 7 cm de largo, 5 cm de ancho), le sometemos a una serie de disparos a diferentes distancias con una escopeta de caza utilizando cartuchos de perdigones (Fig.2). Y así poder comprobar el comportamiento del material al impacto de los perdigones.



Fig. 2. Probeta sometida al ensayo de resistencia a impacto

- **Degradación**, dejamos una sección pequeña del material cerca de una ventana y observamos la evolución con el paso del tiempo (Fig.3).



Fig. 3. Probeta sometida al ensayo de degradación

- **Corrosión**: usamos un trozo de nuestro material y lo sumergimos en distintos agentes químicos, lejía la cual es básica y vinagre el cual es ácido (Fig.4) para ver cómo se comporta nuestro material.

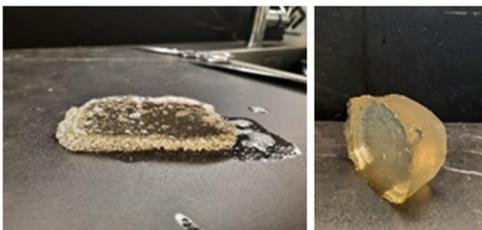


Fig. 4. Ensayo de corrosión con lejía (izq.) y vinagre (der.).

- **Solubilidad**: usamos dos recipientes rellenos de agua a distinta temperatura uno de ellos con el agua a temperatura ambiente el otro con el agua caliente.

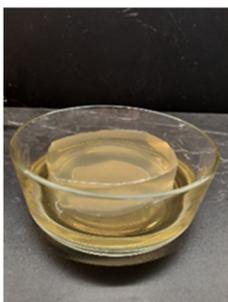


Fig. 5. Ensayo de solubilidad en agua del tiempo

### 3. Resultados

#### 3.1. Resistencia a compresión

Como se puede observar en los datos la resistencia de nuestro material rondaba entre los 3 y 4 kg. No es un dato que nos haya decepcionado del todo ya que en proporción si puede semejarse más o menos a lo que podría resistir un ser humano, pero nos esperábamos un poco más.

Tabla 1. Resistencia a compresión (kg)

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Media
Peso (Kg)	4	3	4	4	3,75

#### 3.2. Resistencia a impacto

Tabla 2. Resistencia a impacto

	Ensayo 1 (50 m)	Ensayo 2 (100 m)	Ensayo 3 (200 m)
Velocidad (m/s)	450	450	450
Fuerza de impacto (N)	20,25	10,125	5,0625

Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la resistencia a impacto:

$$W=E_{cin}$$

$$F*d=0.5*m*v^2$$

$$F=0.5*m*v^2/d$$

Tras calcular la fuerza con la que impactaba nuestro perdigón con el estado de nuestro material después de recibir el impacto, nos encontramos con lo esperado. A 50 m nuestro material no absorbía el impacto el perdigón lo atravesaba, a 100 m este consigue para absorber el impacto de algún perdigón otros lo atraviesan y otros ni siquiera impactan por la dispersión del arma, por último, a 200m el material consigue absorber todo el impacto.

#### 3.3. Degradación

Después de dejar el material al aire libre este se derrite a los tres días lo que es esperable ya que el agua que lo compone se evapora, pero si lo mantienes en frío o lo sumerges en agua este resistirá mucho más tiempo totalmente intacto.

#### 3.4. Corrosión

No obtuvimos nada que no esperásemos, el material no sufre mucha corrosión ante el vinagre ya que no se trata de un ácido muy fuerte. Pero contra la lejía este se disuelve parcialmente al tratarse de una base muy fuerte.

#### 3.5. Viscosidad

Es un material con baja viscosidad cuando se encuentra a temperaturas menores de los 5°C, pero si elevamos la temperatura este aumenta su viscosidad hasta que se derrite y se comporta como un fluido.

#### 3.6. Solubilidad

Analizando los resultados obtenidos se puede ver que el material se disuelve en agua caliente, pero si esta esta del tiempo o fría el material podría perdurar mucho mas tiempo, lo que da la capacidad al material de ser utilizado en ambientes marinos.

#### 4. Conclusiones

Comprobando los resultados de los ensayos hemos podido analizar las diferentes características de este material, como su resistencia a la corrosión, a la compresión y al impacto, asimismo hemos podido analizar también hasta qué punto se produce degradación en éste al exponerlo a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo de dos semanas aproximadamente. Con todo esto, podemos concluir que es un material resistente a fuerzas de compresión, además de observar que, al realizar la prueba de resistencia a la corrosión este sufre cierto tipo de desgaste al sumergirlo tanto en el ácido acético (vinagre) como en el hipoclorito sódico comúnmente llamado lejía (pH básico). En cuanto a la resistencia a impacto, hemos comprobado que no es un material con un alto grado resistencia ante impactos de mucha energía como es el caso de un disparo de escopeta, debido a su composición basada en agua y proteínas (gelatina) que intenta simular el tejido humano.

Haciendo un balance entre la relación calidad-precio, se puede observar que nos encontramos ante un material en el que su desarrollo y producción tienen un coste relativamente bajo para la cantidad de funciones a las que se puede asignar.

Analizando lo expuesto sacamos en claro que, gel balístico es un material versátil y fácil de obtener; además, teniendo en cuenta el gran repertorio de pruebas a las que se puede someter, tanto en el campo de la balística como en el de la medicina, éste se podría considerar un material fundamental para seguir desarrollándonos en estos ámbitos de forma exponencial, como ya se ha hecho hasta ahora.

A su vez, como punto favorable destacamos que es un material que se puede reutilizar y se le puede además dar de nuevo la forma que se necesite, fundiéndolo. Por otro lado, es un material que no utiliza ningún tipo de componente químico nocivo para el medio ambiente y que además se disuelve muy bien en agua, por lo que no produce daños medioambientales. Cumpliendo así con gran parte de los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS), que propone la Unión Europea.

Algunos de estos son:

- (3) Salud y bienestar, ya que con los estudios que se podrán hacer con nuestro material se podrá mejorar la seguridad de las personas.
- (14) Vida submarina, no generaría un gran problema que nuestro material acabe en el mar, ya que todos los componentes son biodegradables y solubles en agua.
- (7) Energía asequible y no contaminante, ya que la huella de CO<sub>2</sub> que produce nuestro material es mínima.
- (12) Producción y consumo responsable, nuestro material no contamina y es reutilizable.
- (6) Agua limpia y saneamiento, este material no haría ningún mal mayor a la limpieza del agua.

#### 5. Bibliografía

Para el desarrollo del trabajo nos hemos apoyado en diferentes páginas como:

- [1] <https://www.netinbag.com/es/technology/what-is-ballistics-gel.html>
- [2] <https://kilermt.com/gel-balistico-casero/>
- [3] <https://www.gelita.com/es/productos-y-marcas/gelatina/gelatina-ordnance>
- [4] [http://polired.upm.es/index.php/ingenia\\_materiales/article/view/4430](http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales/article/view/4430)
- [5] [https://www.youtube.com/watch?v=t2cVirOt0v8&list=PLTOv\\_MsWH38DInvvp1H-iCT3D8qln5mN7](https://www.youtube.com/watch?v=t2cVirOt0v8&list=PLTOv_MsWH38DInvvp1H-iCT3D8qln5mN7)



Fig. 6. Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU