



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 566**

51 Int. Cl.:  
**C09K 21/10** (2006.01)  
**B32B 27/12** (2006.01)  
**A62D 5/00** (2006.01)  
**F42D 5/04** (2006.01)  
**F42D 5/045** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04798652 .6**  
96 Fecha de presentación : **24.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1689828**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2006**

54 Título: **Protección contra incendios.**

30 Prioridad: **24.11.2003 GB 0327310**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.05.2011**

73 Titular/es: **FLEXIBLAST Pty. Ltd.**  
**Ground Floor 100 Ipswich Road**  
**Wooloongabba, QLD 4102, AU**

72 Inventor/es: **Green, Anthony y**  
**Leivesley, Sally**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 359 566 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Esta invención se refiere al uso de un material de gel acuoso para proteger una entidad de los efectos del fuego y a métodos para aplicar el material y al propio material. En particular, la invención se refiere al uso de geles acuosos para formar un material que pueda prevenir el inicio y la propagación de incendios después de una explosión.

El uso de geles acuosos como ignífugos es bien conocido. En el documento EP 875492, por ejemplo, se describe un silicato de sodio hidratado, es decir, vidrio acuoso, como material ignífugo. En el documento EP 192249 se describe una capa de gel que consiste en un hidrogel que comprende dióxido de silicio, óxido de sodio y el producto de reacción de un ácido y gel acuoso de sodio. En el documento US 2003/0004247 se sugiere una diversidad de polímeros diferentes que son reductores de incendios. La acrilamida parece que es la elección preferida. Las acrilamidas son sugeridas también en el documento US 5124208 con un cloruro de 2-hidroxi-3-metilacriloxipropiltrimetilamonio que es sugerido en el documento US 5223313 como un componente adecuado para una capa protectora del fuego basada en gel.

La mayoría de estos geles de protecciones contra el fuego son empleados como componentes de construcción en edificios, en particular en acristalamientos ignífugos en los que el gel está incluido entre dos hojas de vidrio. Estos materiales ignífugos son instalados en edificios para evitar la propagación de incendios a través de la estructura, proporcionando así al personal más tiempo para evacuar y proporcionando a los servicios contra incendios más tiempo para extinguir un incendio.

Los inventores en este caso han encontrado, sin embargo, que los geles acuosos, en particular un gel acuoso de gelatina, pueden actuar no solamente para atenuar los efectos del fuego y evitar su propagación, sino también para prevenir el inicio de incendios en primer lugar, considerando su capacidad para resistir los efectos de la expansión de una onda expansiva de la explosión y su capacidad para absorber calor.

Una de las consecuencias normales de una explosión es el incendio y los materiales ignífugos convencionales no evitan incendios que comienzan en las repercusiones de una explosión. Los materiales simplemente pueden prender debido al calor intenso de una bola de fuego explosivo o pueden ser también deteriorados por la onda expansiva de una explosión, haciéndolos incapaces de actuar como ignífugos.

Los geles acuosos de la presente invención se ha encontrado sorprendentemente que poseen propiedades de reducción de la expansión, por ejemplo, pueden absorber la onda de choque que resulta de una explosión. Además de ello, los geles acuosos pueden resistir la bola de fuego que resulta de una explosión, proporcionando así un material idealmente adecuado para proteger entidades contra los efectos expansivos y de calor de explosiones.

Desde mediados de los años 90, ha habido un aumento en el uso de explosivos por organizaciones criminales contra objetivos civiles y militares por todo el mundo. Su uso da lugar a muertes, heridas y destrucción en propiedades y edificios. Con anterioridad, la atenuación de las explosiones se basaba en la detección de los servicios de inteligencia y policía para proporcionar un aviso de un ataque inminente, pero los recientes acontecimientos ponen de manifiesto que las operaciones de los servicios de inteligencia y policía solos no son fiables para evitar las explosiones. Además de ello, algunas explosiones son provocadas simplemente por accidente, por ejemplo, explosiones de gases o químicas, y sería útil que las consecuencias de estas explosiones accidentales pudieran ser también minimizadas.

La construcción convencional puede dar lugar a edificios que resistan muchos tipos de impactos, pero puede ser difícil todavía minimizar los efectos de explosiones y, en particular, el incendio asociadas con las mismas. Aunque hay un cierto número de soluciones al problema del deterioro provocado por los efectos de la expansión de una explosión, no hay actualmente disponible ningún material que sea capaz de afrontar los efectos tanto de la expansión como del calor de una explosión con ausencia de aviso.

Hay un cierto número de informes de espumas para la lucha contra incendios convencionales que son empleadas como reductores de la expansión (Journal of Explosives Engineering, Vol 26, No. 3, 1999). Estas espumas tienen la ventaja adicional de evitar los incendios a menudo asociados con las explosiones. Sin embargo, el uso de estas espumas requiere que el explosivo pueda estar rodeado por la espuma en un entorno contenido. Aunque es posible que pueda ser identificada la fuente de una explosión, estas espumas no pueden ser usadas cuando se produce una explosión sin aviso. Tampoco estas espumas permiten acceder a una fuente de explosivo por las personas que trabajan para atenuar un accidente o desactivar un dispositivo controlado por criminales.

Un sistema algo similar es comercializado bajo la marca Hydrosuppressor. El sistema incluye pulverizar el explosivo o pulverizar la zona en las proximidades del explosivo con agua desde diversos ángulos. Sin embargo, nuevamente esta técnica se basa en la identificación de la existencia de una amenaza de explosión previa a que tenga lugar cualquier explosión. Por lo tanto, no está disponible ningún material que pueda ser fijado a una estructura.

El documento EP-A-0325069 describe un material absorbente de calor preparado disolviendo gelatina en agua caliente con aditivos antibacterianos y antifúngicos. Este es impregnado en una manta para que actúe como una partición resistente al calor.

5 El documento US 4102807 describe un gel acuoso que comprende una elución de agua y aceite moldeable por calor formada a partir de un elastómero copolímero de bloques y un componente de aceite. Este puede ser usado como un aislante.

El documento US 6136216 describe una composición aislante preparada agitando una mezcla acuosa de un aerogel y gelatina.

10 El documento US 4331547 describe una espuma aislante térmica preparada a partir de una proteína de colágeno.

El documento US 5225236 describe cortinas protectoras para escudar o proteger un objeto contra la exposición accidental a una radiación, descarga eléctrica, calor o llamas. Las cortinas están hechas de un gel hidrófilo viscoelástico.

15 El documento WO 02/08139 describe un método para aumentar la capacidad aislante de calor de un material como un componente para edificios añadiendo al producto un compuesto cristalizado soluble en agua y un hidrogel inorgánico. Esta mezcla libera agua para ralentizar el progreso de la elevación de la temperatura.

El documento US 4246146 describe un revestimiento ignífugo preparado disolviendo un prepolímero de poliisocianato en una solución o suspensión de material ignífugo.

20 El documento GB 1361504 describe un gel para la extinción de incendios formado a partir de agua y agentes formadores de geles.

El documento DE 3506132 describe una composición sólida de protección contra incendios preparada usando un vidrio acuoso y un aglutinante orgánico. El vidrio acuoso es una mezcla de óxido de silicio/óxido de sodio.

25 Los presentes inventores han encontrado sorprendentemente que las mezclas de agua y gelatina (en lo sucesivo geles acuosos) son particularmente adecuadas para ser usadas como barreras para prevenir el deterioro provocado por explosiones. Además de ello, considerando la naturaleza acuosa inherente del gel, pueden actuar también para una protección contra incendios. Los inventores han encontrado sorprendentemente que los geles acuosos pueden ser formados como estructuras que pueden resistir sobrepresiones significativas en comparación con los materiales actualmente usados en edificios. Aunque no se desean limitaciones teóricas, está previsto que la elasticidad inherente del gel acuoso lo convierta en un material excelente para absorber la onda de choque de una explosión. Además de ello, la naturaleza acuosa del gel acuoso asegura que este sea capaz también de resistir el calor, el fognazo e inactivar la llama, evitando así el inicio de incendios, una causa de muchas heridas en las repercusiones de una explosión.

35 Los requisitos particulares de resistir una bola de fuego que resulta de una explosión son muy diferentes del carácter ignífugo convencional. El factor crítico con una bola de fuego es evitar el inicio, mientras que el carácter ignífugo convencional se refiere principalmente a evitar la propagación del incendio una vez que se produce el inicio.

40 Cuando se combinan con otros materiales, los geles acuosos de la invención actúan de forma sinérgica para evitar el inicio de incendios y las repercusiones de una explosión. Sorprendentemente, en presencia del gel acuoso, se evita que otros materiales se desintegren en la explosión inicial. Esto significa que los demás materiales permanecen intactos y, por lo tanto, pueden actuar como ignífugos.

#### Sumario de la invención

45 Por tanto, considerada desde un aspecto, la invención proporciona un método para prevenir incendios partiendo de las repercusiones de una explosión, que comprende cubrir, al menos parte, por ejemplo, al menos un 10%, preferentemente la totalidad de una entidad en una barrera que comprende gelatina y agua en que la concentración de gelatina en agua es de al menos 3% p/p.

50 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona una barrera ignífuga de múltiples capas que comprende capas de gelatina y agua que tienen concentraciones variables de gel en que la concentración de gelatina en agua es al menos 3% p/p y en que dicha barrera comprende adicionalmente una capa de metal, una capa de polímero, una tela, una capa de fibra de vidrio, una capa cerámica o una capa dilatante o mezclas de estas capas.

55 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona una barrera ignífuga de múltiples capas que comprende capas de gelatina y agua que tienen concentraciones variables de gelatina, como

se describió anteriormente, en que la concentración de gel aumenta desde fuera de la barrera hacia el interior de la barrera.

#### Descripción detallada de la invención

5 Al proteger una estructura u organismo de los efectos del fuego se quiere indicar, entre otras cosas, evitar el inicio y/o propagación de incendios. Por tanto, los geles acuosos de la invención pueden proteger entidades contra el calor, las llamas y el fuego que resultan de explosiones, por ejemplo, evitando el inicio de incendios.

10 Mediante entidad se quiere indicar cualquier cosa que pueda ser protegida del fuego, por ejemplo, estructuras, organismos y el entorno físico general. Un organismo es una planta o animal vivo, por ejemplo, un ser humano. Mediante estructura se quiere indicar cualquier objeto inanimado que pueda ser protegido del daño explosivo como edificios (provisionales o permanentes), instalaciones industriales, infraestructuras civiles, vehículos, equipamiento militar, ordenadores, etc.

15 Por definición, los geles acuosos de la invención comprenden un componente acuoso. Por esta razón, son capaces de absorber calor y apagar las llamas de forma mucho más eficaz que otros materiales de reducción de la explosión con ausencia de aviso.

20 Cuando es expuesto al calor, está previsto que el gel acuoso se pueda fundir de forma parcial o completa, liberando así agua para ayudar a sofocar cualquier incendio y absorber calor. Además de ello, durante una explosión, el gel acuoso puede absorber en primer lugar los efectos de expansión de la ráfaga explosiva y el calor asociado con la misma y posteriormente fundirse para prevenir el daño asociado al incendio.

25 Las barreras de geles acuosos de la invención pueden ayudar también en el caso de un incendio convencional, particularmente en un edificio cuya estructura externa está hecha predominantemente de vidrio. Durante un incendio en este edificio, la estructura metálica del edificio tiende a expandirse y, por lo tanto, las ventanas pueden caer fuera de sus marcos. La presencia de un gel acuoso ralentizará cualquier expansión de la estructura del edificio permitiendo así que los bomberos tengan más tiempo para controlar el incendio.

30 Los geles acuosos de la invención son más eficaces en la reducción de los efectos de un incendio a concentraciones inferiores de gel, es decir, concentraciones más elevada de agua. Sin embargo, los geles acuosos son más eficaces en la reducción de los impulsos de las ráfagas a concentraciones superiores de gel. Por lo tanto, está dentro del alcance de la invención proporcionar una barrera multicapas que comprende capas de geles acuosos que tienen concentraciones variables de gel, para proporcionar barreras adaptadas para atenuar los efectos tanto del fuego como de la expansión. Por lo tanto, los geles acuosos son capaces de resistir una bola de fuego y los efectos expansivos que resultan de una explosión, de forma que el fuego no pueda penetrar en el material. Las partes externas del gel se pueden evaporar en forma de vapor de agua, pero las capas internas retrasan el tiempo de residencia de las llamas hasta la medida en que los materiales detrás del gel estén protegidos.

35 Mediante gel acuoso se quiere indicar una mezcla de agua y gelatina que forma una barrera elastómera sólida. El gel debe ser preferentemente no tóxico y barato de fabricar o aislar. Debe exhibir propiedades elastómeras, tener un elevada módulo elastómero y una elevada ductilidad.

40 La gelatina tiene preferentemente un intervalo de peso molecular de 20.000 a 300.000 D, por ejemplo, 20.000 a 150.000 D y puede ser preparado a partir de la hidrólisis de colágeno.

45 Una ventaja adicional del uso de gelatina consiste en el hecho de que no es tóxica. Muchos materiales ignífugos convencionales se queman para dar productos tóxicos, es decir, venenosos. En un marcado contraste, el gel acuoso de gelatina ocasiona subproductos no tóxicos como el desprendimiento de vapores acuosos. Esto significa que la toxicidad de los incendios en la estructura será mucho menor, permitiendo así que haya tiempos adicionales para que escapen los individuos, porque la calidad del aire durante el crecimiento de un incendio no se deteriorará tan rápidamente como lo hace cuando comienzan a quemarse los subproductos tóxicos de los materiales ignífugos.

50 La toxicidad en los incendios surge a partir de dos mecanismos: a) la descomposición del combustible en moléculas más pequeñas que tienen una toxicidad significativa y b) la falta de oxígeno disponible para el fuego, que da lugar a concentraciones elevadas de monóxido de carbono.

La toxicidad del gel será baja comparada con los materiales ignífugos convencionales, que habitualmente tienen componentes que producen una toxicidad muy elevada cuando eventualmente se queman, por ejemplo, compuestos de flúor, cloro, fósforo y arsénico.

55 Esto hace que un gel acuoso de gelatina sea particularmente adecuado para ser usado en espacios cerrados como autobuses, coches, barcos y aviones y en edificios en los que puedan quedar atrapadas personas. Hay también una ventaja particular en cuanto al impacto medioambiental de esta material

- bajo condiciones de fuego y esto añadirá una excesiva carga tóxica elevada al medio ambiente cuando se queme sobre amplias zonas de superficies externamente e internamente protegidas por el material, por ejemplo, depósitos en instalaciones petroquímicas que pueden ser atrapadas por incendios o barcos en un puerto que, cuando se incendian, no provoquen una carga tóxica adicional sobre el medio ambiente para los servicios de emergencia y las personas atrapadas o que escapen de estas estructuras.
- 5
- La mezcla de agua y gel debe comprender al menos 3% en peso del gel, por ejemplo, entre 3% en peso y 40% en peso del gel, preferentemente al menos 4% en peso del gel, especialmente al menos 5% en peso de gel, por ejemplo, en el intervalo de 7% en peso a 25% en peso de gel, por ejemplo, 8 a 15% p.
- 10
- Como se mencionó anteriormente, está dentro del alcance de la invención emplear un gel acuoso multicapas en que el gel se haga más concentrado desde la parte exterior. Por tanto, una capa exterior puede comprender 5% p de gel. Una capa interior, por lo tanto, puede comprender 10% p del gel. La capa más acuosa es capaz de resistir el calor, mientras que la capa menos acuosa absorbe la onda de choque de la ráfaga.
- 15
- Otra propiedad del gel acuoso es su relajación por tensiones, siendo preferidos índices en el intervalo de 0,05 a 0,3 kPa. Los índices de relajación de tensiones más elevados indican una capacidad aumentada para resistir la expansión de los impulsos.
- 20
- Los geles acuosos de la invención deben tener preferentemente un módulo de elasticidad en el intervalo de 100 a 1.000 kPa, preferentemente 120 a 900 kPa, más preferentemente 300 a 800 kPa, por ejemplo, 700 a 800 kPa.
- 25
- La mezcla de agua y gel se puede conseguir por cualquier medio conveniente, preferentemente con agitación o ultrasonidos, para asegurar una mezclado completa. Por tanto, el gel caliente puede ser mezclado con agua en un molde y dejar que se enfríe para formar la barrera elastómera de gel acuoso de invención. El agua usada puede ser desionizada o destilada si se desea, pero esto no es esencial. Se pueden emplear otras fuentes de agua como agua del grifo. La mezcla resultante es adecuada para ser usada como una barrera protectora.
- Los geles acuosos son inherentemente no inflamables, baratos y no tóxicos, lo que hace que sean materiales de construcción muy atractivos.
- 30
- La mezcla de gel acuoso se puede conformar como láminas para proporcionar barreras protectoras que atenúen los efectos de incendios y explosiones. El grosor de una barrera o lámina protectora puede variar dependiendo de la naturaleza de la barrera, por ejemplo, si está siendo usada para proteger ventajitas, personal, edificios, etc. Sin embargo, los grosores adecuados están en el intervalo de 0,1 cm a 1 m, por ejemplo, 1,5 cm a 20 cm, preferentemente 2 cm a 10 cm.
- 35
- Los grosores adecuados para las láminas que van a ser usadas en recubrimientos de edificios están en el intervalo de 10 a 100 mm, preferentemente 10 a 20 mm. Cuando el material es usado para cubrir ventanas, los grosores adecuados están en el intervalo de 10 a 50 mm. Cuando el material es usado en ropas, el grosor adecuado está en el intervalo de 10 a 15 mm.
- 40
- Con el fin de proteger el material de barrera contra la degradación, por ejemplo, por bacterias o la luz, puede ser esencial mezclar los geles acuosos con materiales antibacterianos (por ejemplo azida de sodio) o inhibidores de proteinasas como EDTA (por ejemplo a una concentración de 5 mM), detergentes y/o antioxidantes como aditivos en las formulaciones de geles acuosos. Se pueden emplear otros aditivos incluyen agentes colorantes para producir un producto teñido, emulsionantes, modificadores de la viscosidad, aditivos orgánicos (como goma de xantano o almidón), aditivos inorgánicos (como sulfato de sodio, sales de calcio, sales de magnesio o sales de amonio).
- 45
- Por tanto, la capa de gel acuoso en la barrera de la invención debe comprender preferentemente al menos 50% en peso de gel de agua, más preferentemente al menos 80% en peso, especialmente al menos 95% en peso de gel acuoso, por ejemplo 98% p. Idealmente, la capa de gel acuoso debe consistir esencialmente en agua y gel (es decir, que incorpore solamente cantidades menores de impurezas o aditivos estándar) o consistir en agua y gel.
- 50
- En general, la barrera de gel acuoso de la invención es un aislante, aunque puede comprender materiales conductores si es necesario. En las repercusiones de una explosión, el hecho de que el material sea un aislante puede prevenir el comienzo de incendios eléctricos y puede prevenir la electrocución de individuos y la destrucción de instalaciones.
- 55
- La barrera de la invención es preferentemente multicapas y comprende al menos una capa de gel acuoso. Las capas de gel acuoso podrían ser mezcladas con capas de otros materiales atenuadores de la expansión o capas de material ignífugo para formar materiales compuestos. Se ha encontrado sorprendentemente que la combinación del gel acuoso con otros ciertos materiales produce un material mul-

ticapas que proporciona una reducción sinérgica de incendios y expansión, es decir, la capacidad del material multicapas para resistir el incendio es mayor que la conseguida usando cualquier material solo.

5 Por tanto, una capa o capas de gel acuoso puede(n) ser combinada(s) con una capa de metal (por ejemplo, aluminio o acero), una capa cerámica, una capa de polímero (por ejemplo, una capa de polietileno, polipropileno o policarbonato), una capa de tela (por ejemplo, una capa de algodón), una capa de fibra de vidrio o una capa dilatante (por ejemplo, una capa de poli(óxido de etileno) o una capa de silicona) o mezclas de estas capas.

10 Un dilatante es un material que se espesa bajo condiciones de cizallamiento aplicado, por ejemplo, se puede volver sólido tras una tensión de cizallamiento aplicado y ejemplos del mismo son poli(óxidos de etileno) y siliconas. Cuando se emplea una capa de poli(óxido de etileno), esta puede estar en la forma de una mezcla acuosa de al menos 0,5% p, por ejemplo una mezcla acuosa de al menos 1% p.

15 Esto forma un aspecto adicional de la invención que, por lo tanto, proporciona una barrera ignífuga que comprende una capa de gel acuoso y una capa de metal, por ejemplo, aluminio o acero, capas cerámicas, una capa de polímero (por ejemplo una capa de polietileno, polipropileno o policarbonato) una capa de tela (por ejemplo, una capa de algodón), una capa de fibra de vidrio, una capa dilatante (por ejemplo, una capa de poli(óxido de etileno) o una capa de silicona) o mezclas de estas capas.

Preferentemente, la barrera multicapas puede comprender una pluralidad de capas de gel y otras capas de materiales, por ejemplo, como se describe en los ejemplos.

20 El grosor de las capas adicionales naturalmente puede variar. Sin embargo, normalmente las capas adicionales pueden ser de aproximadamente 1 mm a 10 cm de grosor, por ejemplo, 1 mm a 10 mm.

25 La resistencia al fuego, por ejemplo, de una capa de tela como algodón puede por lo tanto ser considerablemente mejorada si hay una capa de gel por detrás y por delante de la tela. Para materiales ignífugos normales, el calor inicial y el tiempo de residencia de la bola de fuego harían que estos materiales fueran inútiles para evitar el incendio en las repercusiones de una explosión. Por ejemplo, una bola de fuego de propano de 30 toneladas durará 12 segundos y tendrá aproximadamente 90 m de diámetro. La mayoría de los materiales dentro de los 115 m de la explosión se incendiarán en este momento y la combustión será sostenida hasta una distancia de 230 m. Los geles acuosos de la invención pueden resistir esta bola de fuego durante 100-200 segundos, es decir, suficiente para evitar el comienzo del incendio.

30 Una ventaja adicional del gel acuoso es que evita que otros materiales presentes se desintegren. Normalmente, los materiales que son expuestos a los efectos de una ráfaga de expansión elevada se desintegran. Las ropas de individuos cogidas dentro de ráfagas explosivas muy a menudo se observa que se desintegran. Esto evidentemente expone directamente la piel al calor de la explosión y da lugar a quemaduras graves. El gel acuoso de la invención protege contra las ondas de choque de expansión y, por lo tanto, evita la desintegración. A una persona con ropas que comprendan los geles acuosos de la invención, por lo tanto, no se le desintegrarán las ropas y, por lo tanto, no tendrá quemaduras graves en la piel desprotegida bajo las ropas desintegradas.

35 A este respecto, es particularmente preferido que la capa de gel acuoso esté mojada (es decir, en contacto) con una capa que está expuesta a los efectos de una explosión. Por tanto, si una capa de tela está en la parte más externa, entonces directamente debajo de esa capa debe haber una capa de gel acuoso.

40 Esta composición multicapas podría tener aplicaciones importantes en el sector militar y para el público en general cercano a lugares industriales, como instalaciones de almacenamiento de productos químicos, reactores nucleares o laboratorios o zonas de investigación en las que se produzca el transporte de materiales peligrosos. Estas composiciones podrían ser usadas en ropas para proteger contra incendios y explosiones.

45 La invención puede tener también aplicaciones en el espacio. Los vehículos que retornan a la atmósfera terrestre se ponen muy calientes. Aunque las baldosas cerámicas que revisten estos vehículos normalmente resisten este calor, si se produce un deterioro en las baldosas, una capa de gel acuoso por debajo de las baldosas ayudaría a absorber el calor y evitar el incendio. Además de ello, la presencia de un gel acuoso por debajo de las baldosas cerámicas puede hacer que estas sean más propensas a resistir el contacto con la basura espacial. El impacto de basura espacial sobre las baldosas podría ser absorbido por la capa de gel acuoso, evitando un potencial desastre. La reciente explosión de una lanzadera fue provocada por el deterioro de las baldosas cerámicas, provocada por un desprendimiento parcial durante el despegue. Estas baldosas fallaron en la re-entrada.

50 El gel acuoso puede ser conformado en cualquier forma adecuada o puede ser conformado dependiendo de la naturaleza de la barrera deseada. Los geles acuosos de la invención pueden ser formulados en forma de láminas usando técnicas conocidas como moldeo por inyección o enfriamiento térmico

del material. La anchura del material dependerá de naturaleza del uso. Por tanto, se podrían usar láminas de gel acuoso como recubrimientos de construcción o a ser conformadas en láminas finas para cubrir una instalación como ordenadores.

5 Cuando se usa como una capa protectora sobre un recubrimiento de edificios, lo más importante es que la parte inferior del edificio esté protegida de los efectos de una ráfaga y el incendio posterior. Por tanto, la barrera de gel acuoso protector puede estar adherida solamente a la parte inferior de un edificio, por ejemplo, las tres plantas inferiores, ya que esta es la zona que sufre el mayor impacto de ráfagas de una explosión procedente de la base. La barrera de gel acuoso protector puede ser continuada en el interior del edificio en particiones o paredes interiores para reforzar la resistencia estructural a la ráfaga y evitar la propagación del incendio. El material puede ser usado también como una superficie protectora a través de toda la fachada de un edificio, para protegerlo contra las expansiones explosivas de explosiones muy grandes o de contaminantes portados en el aire por una explosión.

10 Los geles acuosos pueden ser formulados también como mantas o ropas protectoras para personas. Alternativamente, podrían ser producidas láminas muy grandes de gel acuoso para cubrir zonas medioambientales críticas, por ejemplo, depósitos o dianas estratégicas. Las estructuras provisionales, en particular las estructuras militares provisionales, pueden ser cubiertas con este material para atenuar el impacto de las explosiones y el incendio en la instalación y el personal de los edificios.

15 Por motivos de conveniencia, el material para una fijación permanente o provisional a través de puertas, ventanas, superficies horizontales o verticales, etc. puede estar en rollos que pueden ser cortados para crear barreras. Este material puede ser también extruible.

20 La formación de los geles acuosos en las formas deseadas se puede conseguir fácilmente usando instalaciones conocidas, por ejemplo, las usadas en la industria alimentaria para preparar gelatina o las usadas en la industria farmacéutica para preparar cápsulas.

25 El material de la invención puede proporcionar también una barrera para la contaminación química o biológica, por ejemplo, como consecuencia de un ataque criminal o una fuga química. Las explosiones en una factoría química o relacionadas con el terrorismo pueden implicar la fuga de contaminantes químicos o biológicos y los materiales de geles acuosos de la invención pueden servir para proporcionar una barrera para estas fugas. La superficie del material de gel acuoso es inherentemente pegajosa y, por tanto, los compuestos químicos y biológicos se pueden unir a la superficie del material, evitando así que tenga lugar una contaminación adicional. Adicionalmente, el material de gel acuoso actúa como una barrera que, al contrario que la mayoría de los materiales tejidos abiertos, evita que los materiales biológicos con un tamaño de menos de 5 micrómetros pasen a través de la superficie de un material por debajo.

30 El material de gel acuoso puede actuar también como una barrera para partículas alfa y beta de radiación que pueden estar presentes en las fuentes usadas en la industria y en el armamento usado por las tropas de defensa. Además de ello, si una capa de gel acuoso se combinara, por ejemplo, con una capa de oro, se podría prevenir una gama más amplia de efectos radiológicos. Por tanto, la radiación gamma o neutrones podrían ser absorbidos por una barrera de gel acuoso que comprenda una capa de boro.

35 Las láminas de geles acuosos proporcionan también la ventaja añadida de que la limpieza de la contaminación posterior se hace mucho más sencilla. Como el agente químico o biológico se puede adherir o disolver con el gel acuoso, se puede efectuar la limpieza retirando simplemente la lámina de gel acuoso de la estructura en cuestión.

40 En algunas aplicaciones puede haber varias capas para proporcionar diversas protecciones respecto al calor y las ráfagas, en que una capa superior opcional es una capa de contaminable desechable.

45 Es una ventaja particular del material de la invención que puede ser transparente y, por tanto, no afecta a la cantidad de luz que entra en el edificio cuando es usado como un protector de ventanas ni afecta a la apariencia externa del edificio cuando es usado como un recubrimiento. La transparencia es mejorada cuando el pH del material es de menos de 8. La fijación del material a una estructura se puede conseguir usando técnicas convencionales. Por ejemplo, para una protección de ventanas, el material puede ser adherido a la superficie de la ventana (interior y/o exterior) usando adhesivos conocidos como enlaces cerámicos u otros materiales de enlace que se adhieran a superficies de madera, hormigón o vidrio. Estos materiales están fácilmente disponibles a través de proveedores de dentistas para la unión de empastes cerámicos a dientes y en la industria de la construcción para unir conjuntamente materiales.

50 Es particularmente ventajoso que la unión entre las láminas de geles acuosos y la ventana sea más fuerte que el mantenimiento de la fijación del marco de la ventana a la pared.

55 Con ropas o cuando las láminas van a ser conjuntamente unidas para crear áreas superficiales grandes para una protección, el uso de estos agentes de unión industriales puede crear juntas que

deben ser más resistentes que el material de gel acuoso y proteger áreas superficiales grandes de la expansión que pueda romper las juntas.

5 El material podría ser colocado en cavidades de la pared, cavidades de barnizado doble o espacio en los techos o afianzando a la parte exterior de edificio mediante adhesivos o en un marco. El experto en la técnica podrá concebir métodos de fijación alternativos.

Otras formas de encapsulación de capas del material de gel acuoso pueden incluir un sellado a vacío y el uso de películas hidrostáticas, como es conocido en la técnica. Los geles pueden ser ácidos o básicos, dando lugar a opciones adicionales para la fijación, así como opciones adicionales para la absorción química o biológica y como un absorbedor general de contaminantes.

10 Los geles acuosos de la invención pueden tener también una utilidad particular en la prevención de incendios súbitos. En un incendio súbito la llama se caracteriza por una rápida combustión. La temperatura de la llama es normal, pero la capacidad de emisión de la llama es mucho mayor que un incendio normal, conduciendo a mayores flujos de calor radiante sobre las superficies del material. El gel acuoso de la invención resistiría el calor mejor que los materiales ignífugos convencionales y, por tanto, es más eficaz para prevenir la ignición. El gel acuoso funcionaría también en atmósferas oxigenadas en las que haya un incendio (algunos barcos). En estos entornos, existen llamas mucho más calientes y nuevamente hay un aumento del flujo de calor hacia las superficies.

15 Los geles acuosos de la invención, por lo tanto, son capaces de resistir incendios súbitos ya que son excepcionales para absorber calor. Por tanto, los geles acuosos deben ser empleados en lugares en que son posibles incendios súbitos, por ejemplo, en túneles.

20 Los geles acuosos son también particularmente adecuados para prevenir incendios premeditados en los que el flujo de calor es anormalmente elevado. Los materiales tratados con geles acuosos, por lo tanto, son más capaces de prevenir la ignición en intentos de incendios provocados. Las láminas del material acuoso, por lo tanto, podría ser usadas para cubrir depósitos o sumideros que contengan material inflamable. Por tanto, el gel proporciona una barrera para fuentes convencionales de ignición como cigarrillos, chispas por fricción, combustibles más ligeros y chispas eléctricas.

25 Los geles acuosos de la invención pueden servir para proteger organismos contra quemaduras por llamas a partir de un contacto secundario con objetos calientes.

30 Una ventaja adicional de la invención es que el propio material puede ser transportado en forma sólida, por ejemplo, en forma de polvos y ser constituido como gel acuoso cuando sea necesario. Una dificultad potencial con los geles acuosos puede ser su peso, pero es una ventaja importante el hecho de que el material pueda ser transportado en forma de un polvo y constituido en forma de gel acuoso solamente cuando sea necesario.

35 La invención se describirá seguidamente de forma adicional con referencia a los siguientes ejemplos no limitativos y las figura 1 a 3.

Breve descripción de las figuras.

La Figura 1 muestra los efectos del grosor de la muestra sobre la combustión sin llama y los tiempos de ignición de barreras de geles acuosos de la invención. Las Figuras 2 y 3 muestran mediciones de la temperatura para las muestras de geles acuosos.

#### 40 **Ejemplo 1**

Un cierto número de muestra de geles con fibra de algodón y hojas de aluminio incluidas en las mismas fueron ensayadas en un calorímetro de conos para establecer su eficacia en evitar la ignición de la fibra de algodón protegida por capas de gel. Los resultados muestran que el gel retrasa la transferencia de calor a cualquier superficie protegida, retrasando así la ignición. El retraso es proporcional al contenido de agua del gel para un flujo de calor incidente dado.

#### 45 **Parte experimental**

Se preparó un cierto número de muestras de gel de 100 mm x 100 mm en las que se incluyó un 10% de gel acuoso de gelatina de 3 mm de grosor entre capas de algodón (1 mm) o algodón y hoja de aluminio (50 micrómetros). Se proporciona una descripción de las muestras en la Tabla 1. El gel acuoso se formó simplemente mezclando agua y gelatina en las cantidades requeridas para formar un gel acuoso de gelatina al 10% p.

55 Estas muestras fueron ensayadas en un calorímetro de conos a un flujo de calor constante de 20 kW/m<sup>2</sup> y 50 kW/m<sup>2</sup>, respectivamente, para determinar el efecto del gel sobre los tiempos de ignición. El calorímetro de conos somete una pieza de ensayo de muestra a un flujo de calor radiante constante durante el período de duración del ensayo. El flujo de calor se puede variar en ensayos sucesivos y cada

uno de los ensayos proporciona información sobre la ignición y las características de absorción de calor del material.

5 Además, se colocó un termopar entre la superficie superior de la ropa y la superficie inferior del gel en las muestras para medir el efecto de la transferencia de calor a través del gel hasta la superficie protegida subyacente.

Tabla 1. Muestras usadas en ensayos en calorímetros de conos

Muestra nº	Muestra	Peso	Grosor aprox.
1	Capa de ropa doble	4	2 mm
2	Capa de ropa-gel-capas de ropa	44	5 mm
3	Capa de ropa-gel-capas de aluminio	26	5 mm
4	Capa de ropa-capas de aluminio-gel-capas de ropa	36	5 mm

Resultados:

10 El tiempo para la desintegración o la ignición como una función del peso de la muestra se representa gráficamente en la Figura 1. Como el área superficial de las muestras diferentes es constante en diferentes ensayos, esto es equivalente a una variación como una función del grosor de las muestras. La desintegración estaba indicada por un bronceado de la capa superior del material, partiendo habitualmente del borde de la muestra que no estaba bien protegido por la capa de gel. La desintegración solamente se observó después de la ebullición de la capa de gel que protege la tela. La ignición estaba indicada por una llama establecida en la superficie de la muestra y se observó que se producía solamente después de que el material del gel había entrado en ebullición en tres ensayos para el flujo de calor irradiante superior.

20 Se ajustó una regresión lineal para los puntos de datos de la figura 1. La tendencia lineal parece que es una representación razonable de los datos. Esta tendencia difiere de la curva esperada con la mayoría de materiales sometidos a un flujo de calor constante. La curva que se observaría normalmente aumenta inicialmente de forma lineal con el tiempo a medida que aumenta el grosor (y, por tanto, el peso) desde un material térmicamente fino hasta uno térmicamente espeso. Una vez que se alcanza el límite de grosor, el aumento tiende a un valor asintótico a espesores grandes. Este límite habitualmente no es de más de un par de centímetros para la mayoría de los materiales. Esta respuesta típica se muestra también en la Figura 1 como una comparación para los resultados del ensayo.

30 El comportamiento lineal de las muestras de gel es indicativo del desprendimiento por ebullición del agua a partir del gel a 100°C. Esto se confirma mediante los registros del termopar en los que la temperatura en la base de la capa de gel principal permaneció aproximadamente a 100°C hasta después de que el agua se había separado por ebullición de la zona del termopar. Esto se muestra en las Figuras 2 y 3 para unos flujos de calor irradiante de 200 kW/m<sup>2</sup> y 50 kW/m<sup>2</sup>, respectivamente. La desintegración y la ignición se produjeron después de que la temperatura se elevó con la ignición, siendo congruente con una temperatura de más de 400°C. En la Figura 2, la lectura del termopar es demasiado elevada, ya que la presión del termopar entre las dos capas, debido al método de montaje, provocó que la superficie superior se elevara. Este problema se superó para los otros ensayos.

35 La Tabla 2 muestra el tiempo y la velocidad pico de liberación de calor por área unitaria de los materiales. Las únicas muestras en las que la velocidad de liberación de calor es significativa son las tres muestras que sufrieron ignición. El comienzo del desprendimiento se produce después de que el agua se ha separado por ebullición en las muestras que tienen una capa de gel.

Configuración de la muestra	Irradiación kW/m <sup>2</sup>	Tiempo de comienzo pico s	Tiempo de máximo pico s	velocidad de liberación de calor pico kW/m <sup>2</sup>
Tela de algodón doble	20	-	-	<2
Tela de algodón doble	20	150	320	8
Ropa de algodón-gel-ropa de algodón	20	0	15	2,7
Ropa de algodón-gel-ropa de aluminio	20	480	540	18
Ropa de algodón-gel-ropa de aluminio-gel-ropa de algodón	20	240	245	0,07
Tela de algodón doble	50	25		112
Ropa de algodón-aluminio-gel-ropa de algodón	50	165	185	72
Ropa de algodón-gel-ropa de algodón	50	220	285	15
Ropa de algodón-gel-ropa de aluminio	50	150	165	64

Tabla 2. Liberación de calor pico.

5 Los resultados indican que el gel actuaría como una capa protectora para las superficies de debajo, ya que el requisito de separar por ebullición el agua antes de que la superficie subyacente pudiera calentarse hasta la temperatura de ignición retrasaría la ignición de forma proporcional a la cantidad de agua en el gel y el grosor de la capa de gel. Por ejemplo, una capa protectora de 3 mm de grosor de gel al 10% en agua retrasaría la ignición en aproximadamente 130 s a un flujo de calor de 50 kW/m<sup>2</sup> basado en los datos anteriores. Esto es un retraso significativo, ya que este nivel de flujo de calor representa un incendio completamente declarado. A esta intensidad del incendio, la mayor parte de las superficies de incendio no retardado sufrirían una ignición en menos de 10 s, e incluso las superficies químicamente incendiadas sufrirían una ignición en menos de 50 s.

15 La ignición incluye habitualmente flujos de calor o energía inferiores para superficies con respecto a un incendio completamente declarado. Los ensayos emprendidos a 200 kW/m<sup>2</sup> muestran que, a este nivel, no se produce la ignición y solamente los materiales por encima de la capa de gel se desintegran. La capa de fibra más baja está protegida hasta que todo el material de gel se ha separado por ebullición. La desintegración no se produce durante más de 400 s para una capa protectora de gel de 3 mm. Por lo tanto, el gel evita en primer lugar la ignición, ya que tiene que ser empleada una cantidad considerable de energía para separar por ebullición el agua antes de que se produzca la ignición de la superficie subyacente. La mayor parte de las fuentes de ignición comunes no tienen esta cantidad de energía. El tipo de fuentes de ignición relacionadas con los incendios premeditados no tienen este tipo de energía, sino son poco propensas a la combustión durante más de 200 s si no hay otros materiales que sufran la ignición de un intento de incendio premeditado. Esto es solamente la mitad del tiempo necesario para separar por ebullición un nivel de gel de 3 mm.

25 Los geles de gelatina se ha mostrado que proporcionan unas características de protección contra los incendios retrasando la transferencia de calor a las superficies subyacentes, retrasando la ignición de las superficies subyacentes y protegiendo las superficies subyacentes de los efectos de un incendio completamente declarado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para prevenir incendios que comienzan en las repercusiones de una explosión, que comprende cubrir al menos una parte de una entidad con una barrera que comprende gelatina y agua en la que la concentración de gelatina en agua es de al menos 3% p/p.
- 5            2. Un método según la reivindicación 1, en el que la concentración de gel en agua está en el intervalo de 5 a 40% en peso.
3. Un método según la reivindicación 2, en el que la concentración de gel en agua está en el intervalo de 5 a 15% en peso.
- 10           4. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha barrera comprende múltiples capas de gel acuoso.
5. Un método según la reivindicación 4, en el que la concentración de gel aumenta desde la capa de gel acuoso externa hasta la capa de gel acuoso interna.
- 15           6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha barrera comprende adicionalmente una capa de metal, una capa de polímero, una capa de tela, una capa de fibra de vidrio, una capa cerámica o capa dilatante o mezclas de estas capas.
7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha entidad es una estructura, organismo o el entorno físico.
8. Un método según la reivindicación 7, en el que dicha estructura u organismo es un edificio, un vehículo o un ser humano.
- 20           9. Una barrera ignífuga de capas múltiples, que comprende capas de gelatina y agua que tienen concentraciones variables de gel, en que la concentración de gelatina en agua es de al menos 3% p/p y en que dicha barrera comprende adicionalmente una capa de metal, una capa de polímero, una tela, una capa de fibra de vidrio, una capa cerámica o capa dilatante o mezclas de estas capas.
- 25           10. Una barrera ignífuga de capas múltiples según la reivindicación 9, que comprende capas de gelatina y agua que tienen concentraciones variables de gel, en que la concentración de gel aumenta desde el exterior de la barrera hasta el interior de la barrera, siendo la concentración de gelatina en agua de al menos 3% p/p.
11. Un material ignífugo según la reivindicación 9, que comprende adicionalmente una capa de algodón.
- 30           12. Un material ignífugo según la reivindicación 11, que comprende adicionalmente una capa de metal.
13. Uso de una barrera que comprende gelatina y agua para prevenir incendios que comienzan en las repercusiones una explosión, en que la concentración de gelatina en agua es de al menos 3% p/p.

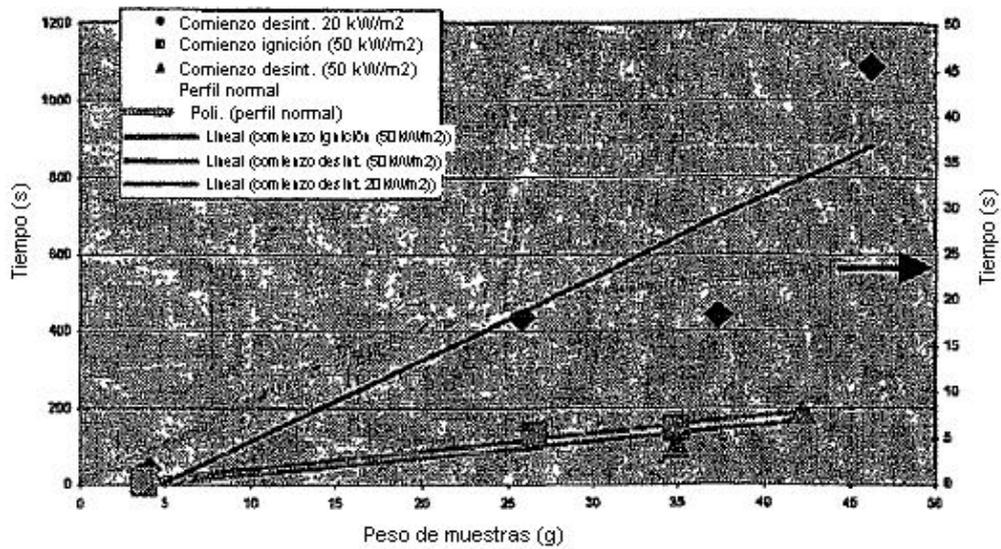


Figura 1. Efecto de grosor de las muestras sobre tiempos de desintegración e ignición

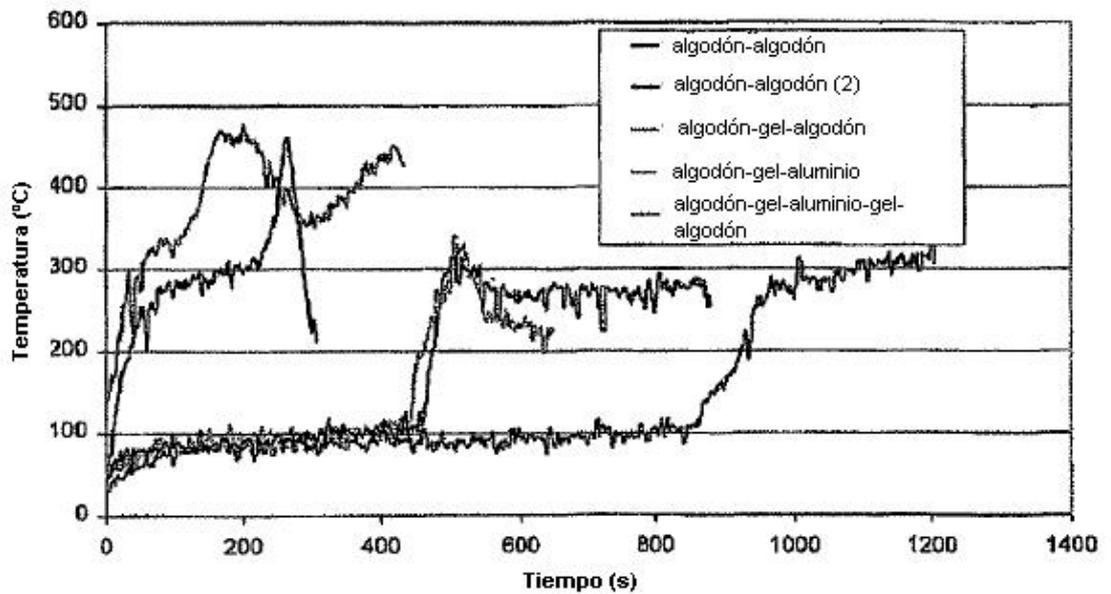


Figura 2. Mediciones de temperaturas a irradiación de 20 kW/m<sup>2</sup> - el termopar estaba entre las dos capas inferiores

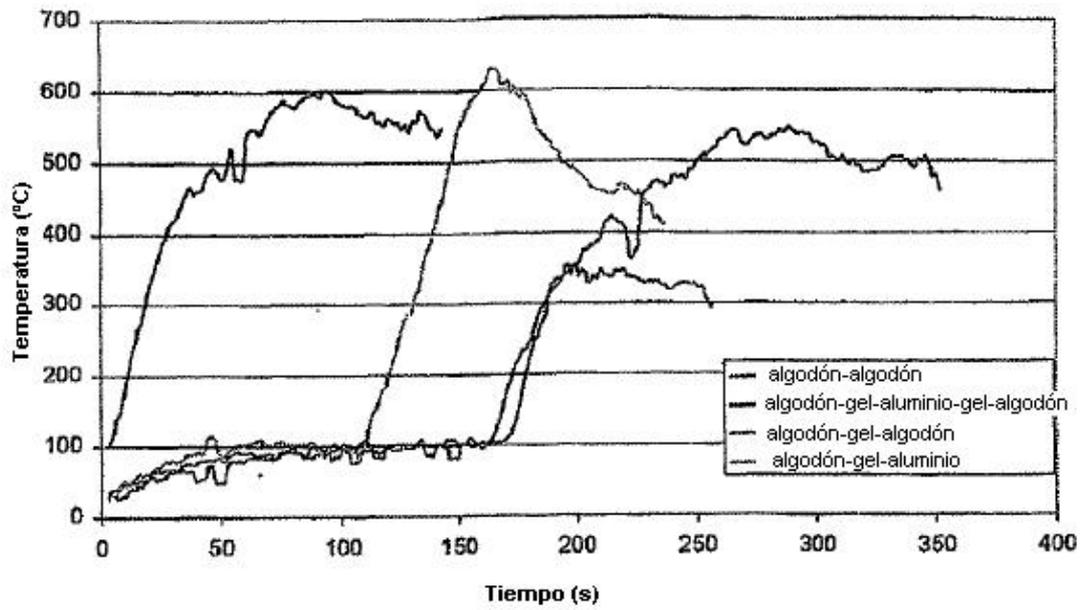


Figura 3. Mediciones de temperaturas a irradiación de 50 kW/m<sup>2</sup> - el termopar estaba entre las dos capas inferiores