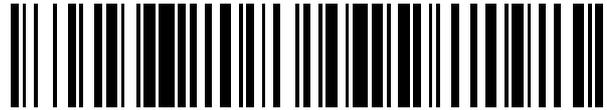


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 190**

21 Número de solicitud: 201431584

51 Int. Cl.:

**E02D 27/38** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**29.10.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**30.05.2016**

71 Solicitantes:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES,S.A.  
(100.0%)**

**Campus Palmas Altas, C/ Energía Solar 1  
41014 Sevilla ES**

72 Inventor/es:

**PÉREZ OSORIO, David;  
PRIETO RÍOS, Cristina y  
LÓPEZ DEL CERRO, Teodoro**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

54 Título: **Capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas**

57 Resumen:

Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, estando dicha capa (1) formada por hormigón, en la que el hormigón empleado se trata de un hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y porque su espesor está comprendido entre 0,2 m y 5 m. También se describen procedimientos de fabricación de dicha capa refractaria (1), e instalaciones de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprenden dicha capa refractaria (1).

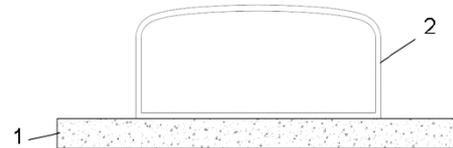


Figura 1

## DESCRIPCIÓN

Capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas

### **Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a una capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas, que se encuadra dentro del campo de sistemas y soluciones de aislamiento para tanques de almacenamiento, y más en concreto de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores de los empleados, por ejemplo, en plantas termosolares. También se refiere a procedimientos de fabricación de dicha capa refractaria, y a instalaciones de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloporta-  
10 dores que comprenden dicha capa refractaria.

### **Antecedentes de la invención**

15 La principal problemática que surge en los tanques de acero para almacenamiento de fluidos y sólidos particulados caloportadores es que las cimentaciones convencionales y habituales en la ingeniería civil no pueden cumplir su función adecuadamente, al estar sometidas a muy altas temperaturas. Por ello se ha recurrido en la técnica anterior a diferentes soluciones que pasan por usar y ejecutar lechos de arcilla expandida como soporte, los cuales presentan importantes inconvenientes, siendo el principal de ellos la inestabilidad que causa debido a su carácter granular no cohesivo. La arcilla expandida se fabrica a partir de arcillas  
20 que son sometidas en hornos rotatorios a un choque térmico de más de 1000 °C, el cual produce la expansión de las partículas arcillosas. Esto conlleva que la arcilla expandida en cualquiera de sus granulometrías sea un material granular expandido, de grano suelto y por tanto sin cohesión. La consecuencia inmediata de ello es la imposibilidad de compactación de una capa o lecho de arcilla expandida, al no tener material fino que cierre la matriz mediante aporte de humedad u otros métodos menos usuales. Por tanto, esta característica se  
25 convierte en una deficiencia a la hora de utilizar este material como soporte, apoyo o cimentación, ya que al posar el elemento estructural se producen inevitablemente asientos diferenciales, pues los granos de arcilla expandida se redistribuyen por la presión que ejercen sobre ella los puntos de apoyo. Estos asientos se acaban transmitiendo a los tanques que soportan, derivándoles esas inestabilidades estructurales y pudiendo provocar graves daños  
30 en la integridad de dichos depósitos de acero.

Dentro de los múltiples y diferentes sistemas para aislar térmicamente aparatos o equipos de almacenamiento, se encuentran pocos ejemplos de capas aislantes para apoyo de dichos elementos. Es mucho más común localizar productos o materiales refractarios y/o ais-

lantes con aplicaciones en aislamientos de diferentes equipos, bien sean de almacenamiento (como tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas), o bien otro tipo de dispositivos que necesiten de dicha propiedad aislante.

5 Existen en la técnica anterior documentos de patentes relacionados con estratos o películas milimétricas, casi siempre enfocados a sus métodos de fabricación, aplicación e, incluso, a la medida de dichos estratos o películas.

10 También existen en la técnica anterior varios ejemplos de recubrimientos aislantes/refractarios para vasijas o elementos de almacenamiento. La mayoría del estado del arte localizado alrededor de este concepto gira en torno a composiciones de diferentes materiales en diferentes capas o estratos, incluyendo de manera general una o varias capas aislantes más elementos estructurales. Entre los materiales más usuales localizados en estas patentes se encuentran principalmente los siguientes: ladrillos, áridos, cavidades de aire, polímeros y metales. Los documentos de patente CA2611360 (“Insulating refractory lining”) y CA1198571 (“Monolithic refractory layer for metallurgical vessels and method of application”) son ejemplos de este concepto.

15 Centrando más la técnica anterior en la idea de una capa refractaria para apoyo de estructuras, más concretamente tanques de almacenamiento, y, por tanto, en invenciones con una carga estructural y aislante simultánea, se localizan principalmente documentos de patente de muros, bloques o estructuras generales que combinan dichos elementos. Casi todos ellos se centran en describir y proteger los métodos de fabricación y/o montaje de dichos productos. El documento de patente US8590242 (“Insulated concrete wall”) es un buen ejemplo de ello.

20 Por otro lado, el documento de patente CN202689037 (“Foundation slab layer structure”) describe un sistema multicapa para conformar losas de cimentación con características impermeables, al contar con una estructura de capa formada por hormigón de amortiguación, membrana impermeable y hormigón estructural.

30 El documento de patente US4365478 (“Support for a spherical tank”) describe un sistema de apoyo para tanques esféricos que comprende una losa de cimentación, una capa intermedia de hormigón aislante con cavidades interiores para aumentar el carácter aislante y, finalmente al contacto con el tanque, una capa de arena de forma esférica.

Se hace, pues, necesario obtener una sustentación para tanques de fluidos y sólidos caloportadores que ofrezca simultáneamente estabilidad estructural y resistencia térmica para aplicaciones de altas temperaturas.

### **Sumario de la invención**

5 Por tanto, el objeto de la invención es proporcionar una capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas que supere los inconvenientes indicados, ofreciendo una estabilidad estructural y una resistencia térmica satisfactorias.

10 La capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas de la invención se trata de una capa formada por hormigón, siendo el hormigón empleado un hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y con un espesor comprendido entre 0,2 m y 5 m.

15 Esta capa refractaria de apoyo trabaja como un sustento rígido y estable estructuralmente para la sustentación de los tanques de acero, transmitiendo las cargas de éstos directamente al terreno o al elemento de cimentación estructural distribuyendo los esfuerzos; adicionalmente cumpliría una función de aislamiento (por sus condiciones refractarias) de tal manera que el terreno o cimentación no sufra las tensiones que le puedan producir los gradientes térmicos derivados de los diferenciales de temperatura tan altos.

20 Mediante la presente invención se asegura la estabilidad estructural y la resistencia térmica, ya que se define por una capa de hormigón (aportando la rigidez, resistencia mecánica y estabilidad estructural necesaria para soportar los esfuerzos provocados por los tanques y su contenido y que éstos no sufran asentamientos diferenciales en sus apoyos), en la que el hormigón debe tener características refractarias o aislantes aportando la resistencia a altas temperaturas necesaria para mantener sus prestaciones durante la vida útil del sistema de almacenamiento.

25 Una ventaja adicional de la invención es que ningún elemento ambiental o atmosférico afectará en caso alguno a la cimentación o soporte de los tanques, como podría ocurrir con la técnica actual. Los actuales lechos de arcilla expandida, al ser capas de material granular suelto, pueden alojar agua de lluvia que, acumulada, puede favorecer su absorción por los granos, y variar por tanto el comportamiento estructural y resistente de todo el sistema de  
30 apoyo, provocando nuevas inestabilidades en los tanques de acero. Este punto se puede ver agravado por el hecho de que en las zonas cercanas a los tanques las temperaturas son altas, existiendo, por consiguiente, diferenciales térmicos en el mismo lecho de arcilla expandida, lo que ocasiona zonas secas y húmedas que pueden provocar inestabilidades.

Además, el objeto de la presente invención permite no encarecer los costes de las tecnologías actuales, de tal manera que se realiza similar o menor inversión en esta capa de apoyo refractaria que la que actualmente se realiza en los lechos de arcilla expandida.

5 La invención también proporciona un procedimiento de fabricación de una capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas que consiste en la ejecución in situ de la capa mediante vertido directo o bombeo del hormigón.

La invención también proporciona un procedimiento de fabricación de una capa refractaria de apoyo para tanques de almacenamiento térmico a altas temperaturas dividida en varias subcapas, en el que el hormigón se vierte en diferentes tongadas, y se aplican tratamientos de pulido o fratasado (acabados superficiales) sobre las superficies de contacto entre las subcapas.

La invención también proporciona una instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprende:

15 - una capa refractaria de hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y con un espesor comprendido entre 0,2 m y 5 m, o de hormigón armado, o de hormigón en masa o dividida en varias subcapas,

- un tanque de almacenamiento térmico a altas temperaturas,

de modo que el tanque de almacenamiento está apoyado directamente sobre la capa refractaria.

La invención también proporciona una instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprende:

25 - una capa refractaria de hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y con un espesor comprendido entre 0,2 m y 5 m, o de hormigón en masa, o de hormigón armado o dividida en varias subcapas,

- un recinto de hormigón armado cimentado y con muros de contención, y

- un tanque de almacenamiento térmico a altas temperaturas,

de modo que la capa refractaria se encuentra dentro del recinto de hormigón armado, y el tanque de almacenamiento está apoyado directamente sobre la capa refractaria.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la siguiente descripción detallada del objeto de la misma en relación con las figuras que se acompañan.

### **Breve descripción de las figuras**

Figura 1: Vista en alzado de la capa refractaria de apoyo bajo tanque.

5 Figura 2: Vista en alzado de la capa refractaria de apoyo en recinto de hormigón estructural.

Figura 3: Vista en alzado de la capa refractaria de apoyo ejecutada en subcapas o tongadas.

### **Descripción detallada de la invención**

10 A los efectos del presente documento, se entenderá que las altas temperaturas de los fluidos y sólidos caloportadores de los tanques de almacenamiento 2 son las comprendidas entre 200°C y 1000°C.

15 La invención consiste en una capa 1 de apoyo y soportación refractaria para tanques 2 de acero de almacenamiento de fluidos y sólidos particulados caloportadores, entendiéndola como una placa de hormigón que se apoya sobre el terreno o sobre un elemento de cimentación y sobre la cual se soportarán los tanques de almacenamiento 2 térmico a altas temperaturas, de manera directa simplemente apoyados en dicha capa 1, ejecutada con hormigón refractario o aislante por las altas temperaturas de trabajo de todo el sistema de almacenamiento (temperaturas mayores de 200°C).

20 La solución global donde se enmarca esta invención se basa en los sistemas actuales de almacenamiento de tal manera que se adaptaría perfectamente como un elemento más de la solución global de tanques de almacenamiento 2, debido a que puede componerse de un recinto 3 de hormigón armado con muros de contención cimentado con una losa, dentro del cual se ubican los tanques 2 de acero apoyados directamente sobre la capa 1 de apoyo refractaria objeto de la invención.

25 El elemento más innovador de este sistema refractario reside en la naturaleza del hormigón necesario para su ejecución. Este hormigón debe tener propiedades refractarias o aislantes, entendiéndolas como que su conductividad térmica debe ser menor de 1,05 W/mK, a la par que tenga características estructurales, es decir, que posea suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados del apoyo de los tanques 2. En el caso de disponerse una capa 1 de apoyo refractaria en la que el hormigón fuese diseñado en masa la resistencia a  
30 compresión del hormigón debe ser, al menos, de 15 MPa. Por el contrario, si esta capa 1 de apoyo se diseña con hormigón estructural armado, éste deberá alcanzar una resistencia a compresión mínima de 25 MPa.

La capa 1 de apoyo refractaria, objeto de la presente invención, se dimensiona en función de varios parámetros, entre los cuales destaca la temperatura del tanque 2 que apoye sobre ella. Este valor determinará el espesor de la capa 1 de apoyo, estando éste en un rango de 0,2-5 metros.

5 Esta capa 1 de apoyo refractaria puede disponerse en masa o armada con elementos de barras de acero preferentemente convencionales tipo B500SD, B500S, B400S o similares calidades, así como con mallas electrosoldadas o incluso con elementos de armadura activa para un posible pretensado si las tensiones de cálculo así lo requiriesen. En cualquier caso o combinación estructural, esta capa 1 se caracteriza por ser ejecutada in situ mediante ver-  
10 tido directo o bombeo del hormigón refractario especificado.

Existen otras posibilidades estructurales que el diseño permite manteniendo la función re-  
fractaria y estructural de esta capa 1 de apoyo. Una variación para reducir las tensiones, y  
por tanto el posible armado de la capa 1, en el nivel de temperaturas más alto (temperaturas  
mayores de 600°C) consistiría en la desconexión de subcapas 4 o tongadas a lo largo de  
15 todo el espesor; mediante hormigonados en tongadas independientes y con tratamientos de  
pulido, fratasado o similares operaciones de acabado superficial sobre los planos de contac-  
to se conseguiría aportar grados de libertad a los sucesivos elementos de la capa 1 de apo-  
yo, posibilitando una reducción de esfuerzos y tensiones que deriven en un ahorro de coste  
por armadura.

20 Otra variante consistiría en conformar la capa 1 de apoyo refractaria con bloques prefabrica-  
dos del hormigón refractario así como también ejecutarla por elementos discretizados y se-  
parados. Estas separaciones son tratadas mediante juntas de ejecución que aíslen los blo-  
ques entre sí para evitar que las dilataciones de los bloques provoquen desestabilizaciones  
del conjunto así como también que impermeabilicen toda la capa 1 evitando entrada de  
25 agua en las discontinuidades que podría causar a su vez desequilibrios en el sistema com-  
pleto de bloques afectando a la estabilidad de los tanques 2 apoyados.

Cuando el tanque 2 va directamente apoyado sobre el terreno, el hormigón de la capa re-  
fractaria 1 será preferentemente armado. No obstante, también es posible emplear hormigón  
en masa o bien una capa refractaria 1 dividida en varias subcapas 4.

30 Cuando la capa refractaria 1 se encuentra dentro del recinto 3, el hormigón de la capa re-  
fractaria 1 será preferentemente en masa, pues ya cuenta con una capa de hormigón arma-  
do de base. No obstante, también es posible emplear hormigón armado o bien una capa  
refractaria 1 dividida en varias subcapas 4.

La figura 1 representa una instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprende:

5 una capa refractaria 1 de hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y con un espesor comprendido entre 0,2 m y 5 m, (o de hormigón armado o de hormigón en masa o dividida en varias subcapas 4), y

un tanque de almacenamiento 2 térmico a altas temperaturas,

de modo que el tanque de almacenamiento 2 está apoyado directamente sobre la capa refractaria 1.

10 La figura 2 representa una instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprende:

una capa refractaria 1 de hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y con un espesor comprendido entre 0,2 m y 5 m, (o de hormigón en masa o de hormigón armado o dividida en varias subcapas 4),

un recinto 3 de hormigón armado con muros de contención cimentado con una losa, y

15 un tanque de almacenamiento 2 térmico a altas temperaturas,

de modo que la capa refractaria 1 se encuentra dentro del recinto 3 de hormigón armado, y el tanque de almacenamiento 2 está apoyado directamente sobre la capa refractaria 1.

La figura 3 representa una instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores que comprende:

20 una capa refractaria 1 de hormigón dividida en varias subcapas 4, y

un tanque de almacenamiento 2 térmico a altas temperaturas,

de modo que el tanque de almacenamiento 2 está apoyado directamente sobre la capa refractaria 1.

25 Toda esta variedad de configuraciones estructurales hacen a esta solución de aislamiento y soporte para tanques 2 de acero de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores mediante capa 1 de apoyo de hormigón refractario diferenciarse del actual estado de la técnica, permitiendo:

- temperaturas de trabajo en los tanques 2 a altas temperaturas (200-1000°C), mayores de las actuales temperaturas de trabajo,

- uso de hormigones refractarios para construir una capa 1 de soporte y apoyo a esos tanques 2 mejorando el comportamiento estructural y resistente del sistema actual a la par que no penaliza los costes asociados a la construcción, y,
- solucionar de manera efectiva y barata los principales problemas de diseño y comportamiento de las actuales configuraciones, tales como asientos diferenciales indeseables por las cimentaciones de lecho de arcilla expandida.

Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, estando dicha capa (1) formada por hormigón, caracterizada porque el hormigón empleado se trata de un hormigón con una conductividad térmica inferior a 1,05 W/mK y una resistencia a compresión superior a 15 MPa, y porque su espesor está comprendido entre 0,2 m y 5 m.
- 10 2.- Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, según la reivindicación 1, en la que el hormigón empleado se trata de hormigón en masa.
- 3.- Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, según la reivindicación 1, en la que el hormigón empleado se trata de hormigón armado con una resistencia a compresión superior a 25 MPa.
- 15 4.- Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se encuentra dividida en varias subcapas (4).
- 20 5.- Capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque está conformada por bloques prefabricados de hormigón entre los que se disponen juntas de ejecución que aíslan dichos bloques entre sí.
- 25 6.- Procedimiento de fabricación de una capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque consiste en la ejecución in situ de la capa mediante vertido directo o bombeo del hormigón.
- 7.- Procedimiento de fabricación de una capa refractaria (1) de apoyo para tanques de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas de la reivindicación 4, caracterizado porque el hormigón se vierte en diferentes tongadas, y se aplican tratamientos de pulido o fratasado de acabado superficial sobre los planos de contacto entre las subcapas (4).

8.- Instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores, caracterizada porque comprende:

- una capa refractaria (1) de la reivindicación 1, 2, 3 o 4, y
- un tanque de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas,

5 de modo que el tanque de almacenamiento (2) está apoyado directamente sobre la capa refractaria (1).

9.- Instalación de almacenamiento de fluidos o sólidos particulados caloportadores, caracterizada porque comprende:

- una capa refractaria (1) de la reivindicación 1, 2, 3 o 4,
- 10 - un recinto (3) de hormigón armado cimentado y con muros de contención, y
- un tanque de almacenamiento (2) térmico a altas temperaturas,

de modo que la capa refractaria (1) se encuentra dentro del recinto (3) de hormigón armado, y el tanque de almacenamiento (2) está apoyado directamente sobre la capa refractaria (1).

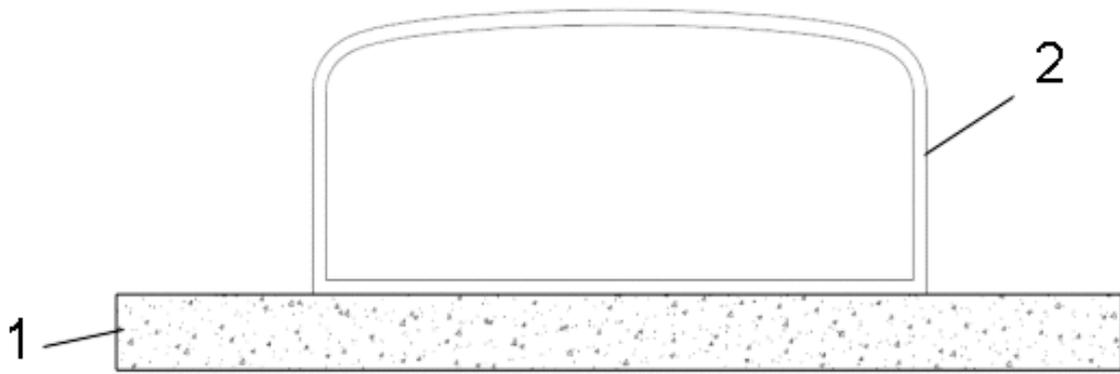


Figura 1

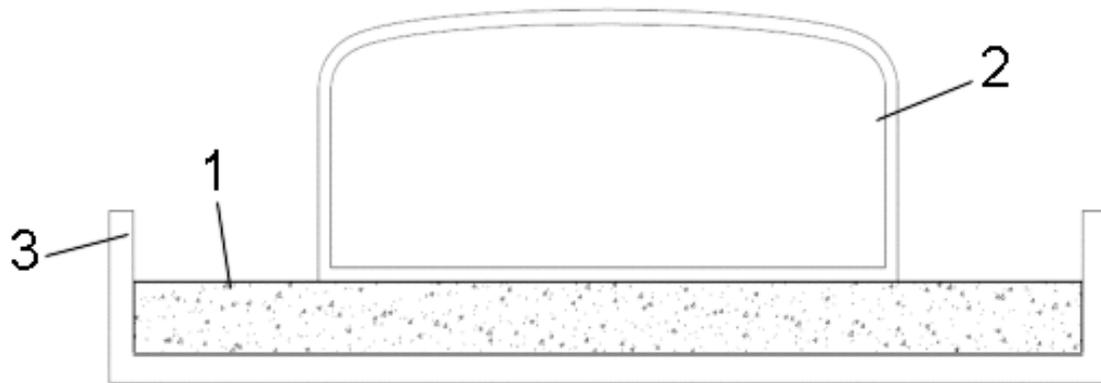


Figura 2

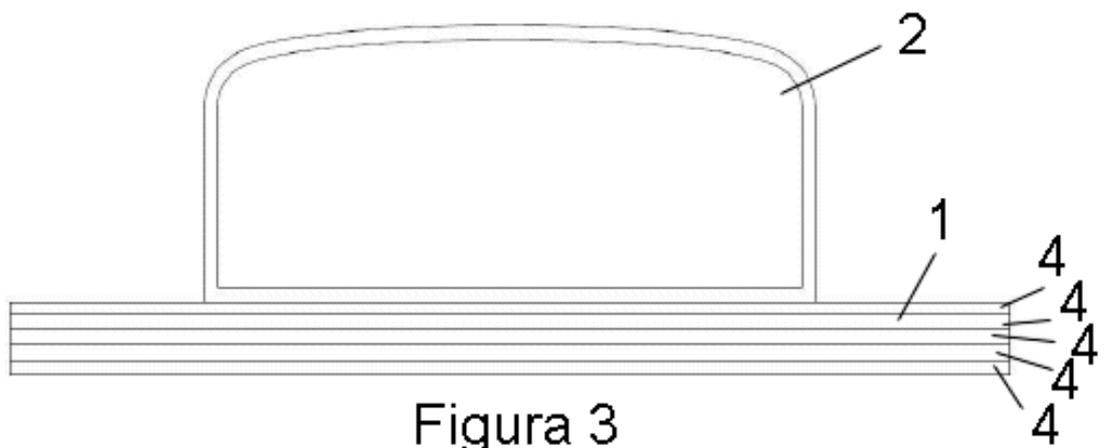


Figura 3