

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 120**

21 Número de solicitud: 201730156

51 Int. Cl.:

**B01D 53/56** (2006.01)

**B01D 53/62** (2006.01)

**B01D 53/81** (2006.01)

**C01B 33/12** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**09.02.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.09.2018**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2018/070089**

71 Solicitantes:

**PRIMLAB GLOBAL, SL (100.0%)  
C/ Teulera, 1, bajo  
03759 Benidoleig (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**SIVERA MARZA, José Antonio y  
LLOBREGAT AGUSTÍ, Juan Carlos**

74 Agente/Representante:

**PAZ ESPUCHE, Alberto**

54 Título: **COMPOSICIÓN PARA MINERALIZAR GASES DE DIÓXIDO DE CARBONO Y ÓXIDO DE NITRÓGENO Y USOS DE LA MISMA**

57 Resumen:

Composición para mineralizar gases de dióxido de carbono y óxido de nitrógeno que comprende una mezcla de magnesio (entre un 1 y un 25%), hierro (entre un 1 y un 23%), monóxido de calcio (entre un 1 y un 25%), dióxido de titanio (entre un 0,1 y un 11%) y dióxido de silicio (entre un 16 y un 75%), con un diámetro de partículas de entre 100 nm y 4000 µm. Produce la mineralización del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de los compuestos químicos gaseosos conocidos como "óxidos de nitrógeno" (NO<sub>x</sub>) en la atmósfera.

Esta composición puede añadirse o mezclarse como aditivo en pinturas, tintes, resinas y polímeros elásticos (caucho y goma) en piezas con desgaste, y para todo tipo de revestimientos.

ES 2 681 120 A1

## DESCRIPCIÓN

### COMPOSICIÓN PARA MINERALIZAR GASES DE DIÓXIDO DE CARBONO Y OXIDO DE NITRÓGENO Y USOS DE LA MISMA

5

#### OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la invención es la mineralización de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y compuestos químicos gaseosos conocidos como "óxidos de nitrógeno" (NO<sub>x</sub>) antropogénicos en la atmósfera, que permite capturar y deshacer dichos gases nocivos para reducir el incremento del efecto invernadero y sus consecuencias en la salud.

Esta composición permite que, tanto a nivel individual como colectivo, se elimine el CO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> atmosféricos, contribuyendo a reducir el impacto derivado de estos gases. Para ello se hace uso de una formulación específica con componentes que mineralizan, absorben/adsorben el CO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> convirtiéndolos en un polvo blanco calcáreo. Estos componentes se pueden añadir o mezclar en pinturas, tintes, resinas y polímeros elásticos (caucho y goma) o para todo tipo de revestimientos.

20

La presente invención va destinada al control de la contaminación y a los sectores industriales de pinturas, tintes, resinas y productos de caucho y goma.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25

El cambio climático es la mayor amenaza ambiental del siglo XXI, con consecuencias económicas, de salud y ambientales de gran magnitud. Todos sin excepción: los ciudadanos, las empresas, las economías y la naturaleza en todo el mundo, están siendo afectadas. Los efectos letales de altas concentraciones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> son bien conocidos, pero los niveles antropogénicos de dichos gases son motivo de preocupación tanto para los supervivientes de la exposición a alto nivel de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> como para los individuos que experimentan una exposición prolongada de bajo nivel.

Al buscar la causa de esta aceleración se ha podido demostrar que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones

35

de gases de efecto invernadero, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), vapor de agua, óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), gases hidrofluorocarbonados (HFC) o perfluorocarbonados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), provocados por las sociedades humanas (antrópico) tanto desarrolladas como en vías de desarrollo (por la industrialización a base de combustibles fósiles y/u otros componentes químicos). El nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> ha aumentado un 31%; el metano (CH<sub>4</sub>) se ha incrementado un 145% y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) un 15%. El CO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> son de gran relevancia en centros urbanos por su grado de contaminación. Se sabe que las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en la actualidad superan las alcanzadas en el último medio millón de años, y probablemente en los últimos 20 millones de años, siendo actualmente superior a las 400 ppm (según Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos –NOAA por sus siglas en inglés) (Pieter Tans, 2016) y la tendencia es que esta aceleración va a ser exponencial si no se toman medidas que lo controlen.

El CO<sub>2</sub> es un contaminante primario. Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no se debería considerar una sustancia que contamina, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad: es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero, y su concentración está aumentando en los últimos años por la quema de combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques.

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). El término NO<sub>x</sub> se refiere a la combinación de ambas sustancias.

El dióxido de nitrógeno es el principal contaminante dentro de los óxidos de nitrógeno, y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. Se trata de una sustancia de color amarillento, que se forma en los procesos de combustión en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato, que conllevan la producción de ácidos y elevados niveles de partículas en suspensión (PM) de 2.5 micras en el ambiente. Presenta buena solubilidad en agua, reaccionando y formando ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) según la siguiente reacción: NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O -> HNO<sub>3</sub> + NO. Esta sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles

y reductores, pudiendo atacar materiales metálicos en presencia de agua.

Los efectos del CO<sub>2</sub> en un individuo específico dependen de la concentración y duración de la exposición, así como de factores individuales, tales como edad, salud, composición fisiológica, actividad física, ocupación y estilo de vida. La exposición constante (alta o baja) al CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> puede producir efectos adversos significativos de salud persistentes, como dolores de cabeza, ataques de vértigo, falta de memoria y de capacidad de concentración, dificultad para dormir, acúfenos, visión doble, fotofobia, pérdida del movimiento de los ojos, defectos del campo visual, la ampliación de los puntos ciegos, deficiente adaptación a la oscuridad, problemas respiratorios o cancerosos y los cambios de personalidad, entre otros problemas de salud.

Así mismo, también se produce el fenómeno llamado lluvia ácida. Los NO<sub>x</sub>, por la humedad ambiental y las radiaciones ultravioletas solares, reaccionan con radicales hidroxilos para formar ácido nítrico que conjuntamente con los ácidos sulfuroso y sulfúrico que se forman desde el SO<sub>2</sub> modifican el pH del agua y forman las llamadas precipitaciones ácidas.

Existen diferentes métodos, muy caros y económicamente poco viables, de reducción del nivel de CO<sub>2</sub>, como por ejemplo el secuestro del CO<sub>2</sub> al ser inyectado directamente en las profundidades de los océanos.

Los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente del NO<sub>2</sub> son bien conocidos. Es una sustancia corrosiva para la piel y el tracto respiratorio, provocando enrojecimiento y quemaduras cutáneas graves. La inhalación en elevadas concentraciones y durante un corto periodo de tiempo, puede originar un edema pulmonar cuyos efectos no se observan hasta pasadas unas horas, agravándose con el esfuerzo físico. Una exposición prolongada puede afectar al sistema inmune y al pulmón, dando lugar a una menor resistencia frente a infecciones y causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar.

La utilización a gran escala de recubrimientos con dióxido de titanio resulta de especial interés, debido a que su efecto fotocatalítico provoca la desintegración de las sustancias nocivas en el aire. Esta desintegración es conocida desde hace mucho tiempo como un método eficiente para la transmutación de sustancias nocivas en

productos inocuos, mediante la energía solar, la cual se basa en la capacidad de capturar los radicales libres generados por la absorción de la luz en la superficie semiconductor y usarlos para las reacciones de transferencia de electrones.

5 En la actualidad hay productos en el mercado, como pinturas fotocatalíticas, que llevan dióxido de titanio para neutralizar los  $\text{NO}_x$ , como se demuestra en la patente PCT/US2008/074876 (cuya descripción se incorpora por referencia), otros productos que absorben  $\text{CO}_2$  (como cementos y pinturas) y diversas técnicas para secuestrar dichos gases nocivos. Los principales problemas que tienen estos productos son que  
10 las pinturas fotocatalíticas con dióxido de titanio transforman los  $\text{NO}_x$  generando como subproducto  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y aumentan los niveles de  $\text{CO}_2$ . Las pinturas cuya composición tiene como base el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , hidróxido de calcio, para absorber el  $\text{CO}_2$  tienen el inconveniente de que simplemente están absorbiendo el  $\text{CO}_2$  y aumentando el peso de la superficie donde están aplicadas.

15

### **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención tiene la finalidad directa de mineralizar el dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  y los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  con una única composición mineral para reducir su  
20 impacto medioambiental y reducir los riesgos para la salud humana. Los principales materiales inorgánicos de nuestra composición son preferiblemente procedentes de rocas ígneas, rocas sedimentarias y metamórficas (magnesio, hierro, monóxido de calcio, dióxido de silicio, óxido de titanio (IV)), este último utilizado como fotocatalizador. Son mezclados en la fabricación de pinturas, tintes y materiales de  
25 caucho/goma entre un porcentaje de un 0,5% a un 15% en peso y con un diámetro de partículas entre un 100 nm y 4000  $\mu\text{m}$ , por ejemplo medido mediante filtrado con tamices de laboratorio. Las pinturas y/o tintes se aplican directamente a las superficies de distintas formas, como en paredes, suelos, todo tipo de señales viales, vehículos, textiles, compuestos plásticos etc.

30

La adsorción es un proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de un material, haciendo de tamiz molecular. La absorción es un proceso físico de una sustancia sólida o de un líquido que atrae o retiene respectivamente, un líquido, un gas o vapor.

35

El modo de acción de la pintura, caucho/goma con nuestra formulación es por el proceso de carbonatación y de nitrificación a temperatura ambiente. Cuando entran en contacto con el CO<sub>2</sub> o el NO<sub>x</sub> ambiental tienen un poder de absorción/adsorción, a través de los procesos mencionados, químicamente atrapan las partículas de dichos gases convirtiéndolos en biproductos (en polvo blanco calcáreo). El CO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub> se convierten en estos biproductos y quedan atrapados en la superficie, de esta forma se dispersan hacia el suelo a través de las lluvias o elementos medioambientales (viento, lluvia, nevadas, etc.), estos biproductos son beneficiosos para el medio ambiente y no son nocivos para la salud.

10

Nuestra composición, una vez aplicada en los diversos materiales antes mencionados, cuando entra en contacto con los óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno empieza un proceso de carbonatación y nitrificación por el cual absorbe/adsorbe y transforma el CO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub>. La reacción de estos minerales en la presente invención (MgFeCaOTiO<sub>2</sub>) + SiO<sub>2</sub> + 3CO<sub>2</sub> = MgCO<sub>3</sub> + FeCO<sub>3</sub> + CaCO<sub>3</sub> + TiO + SiO. La composición es rica en Mg (entre un 1 y un 25% en peso), Fe (entre un 1 y un 23%), CaO (entre un 1 y un 25%), TiO<sub>2</sub> (entre un 0,1 y un 11%) y SiO<sub>2</sub> (entre un 16 y un 75%) hacen el proceso natural de absorción/adsorción y transformación del CO<sub>2</sub>. El (TiO<sub>2</sub>) óxido de titanio (IV) es un fotocatalizador que usa la luz solar o artificial para absorber óxidos de nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>) y transformarlos en nitratos inocuos (NO + O<sub>2</sub><sup>-</sup> → NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub> + OH → H<sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

20

La reacción entre nuestra composición y el CO<sub>2</sub> se puede simplificar como dos procesos que tienen lugar al mismo tiempo: Mg/Fe/CaO/TiO<sub>2</sub> + 4CO<sub>2</sub> → MgCO<sub>3</sub>, FeCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> (conversión en polvo de magnetita, siderita, caliza y dióxido de titanio (IV)) el cual actúa como catalizador por la luz para la nitrificación de los NO<sub>x</sub> y el Si (O<sub>2</sub>) → SiO<sub>2</sub> (conversión de cristobalita equivalente en cuarzo). La primera es la producción de minerales de carbonato, que secuestra CO<sub>2</sub>. El segundo es la conversión de la cristobalita a cuarzo.

30

La durabilidad de nuestra composición depende de la zona en la que el producto esté expuesto, es decir, siempre y cuando queden minerales en el producto aplicado habrá carbonatación y nitrificación. Hay partes en el planeta que superan las 400 ppm de CO<sub>2</sub> en el aire, mientras que otras tienen niveles más bajos, al igual que ocurre con las concentraciones de los NO<sub>x</sub>. Las pinturas se mantienen activas entre 7 y 10 años

35

aproximadamente, dependiendo de las condiciones atmosféricas, esta es la durabilidad de la composición y en los productos de goma o caucho, dependiendo de su uso, como por ejemplo, una rueda de un vehículo, es por desgaste del neumático. En los elementos de caucho o goma, dado que el caucho y la goma no son porosos, sólo es eficaz la parte exterior. Sin embargo, en el caso de neumáticos se va renovando la parte de composición que está en contacto con el aire a medida que el vehículo va desgastando las ruedas. Por eso, en la invención se prefiere al uso de la composición en elementos de desgaste de caucho o goma, puesto que en caso contrario la eficacia es más reducida.

5

Nuestra composición se realiza con rocas ígneas, aunque también se puede fabricar de forma química, pero este proceso es más costoso e incrementaría la huella de carbono por su producción. Con esta composición, además de eliminar los  $\text{NO}_x$  y el  $\text{CO}_2$ , también se elimina el  $\text{CO}_2$  que forma la fotocatalisis del catalizador presente en la pintura, caucho/goma " $\text{TiO}_2$ " que, en la reacción con los  $\text{NO}_x$ , las sustancias producidas son los iones  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$ .

10

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una composición formada por unos compuestos preferiblemente minerales extraídos y seleccionados de rocas ígneas con la siguiente composición mineral  $(\text{Mg}/\text{Fe}/\text{CaO}/\text{TiO}_2) + \text{SiO}_2$ , que se usan para la mineralización del  $\text{CO}_2$  y  $\text{NO}_x$  de la atmósfera, que permite capturar y deshacer dichos gases nocivos para reducir el incremento del efecto invernadero y sus consecuencias en la salud, convirtiendo dichos gases en un polvo blanco calcáreo. Dichos compuestos son utilizados y mezclados en la fabricación de pinturas, tintes (para su utilización en fachadas, aviones, interiores de viviendas, etc.) y materiales de caucho/goma (para la fabricación en ruedas de vehículos también llamadas llantas o cubiertas y diversos productos de caucho o goma) mezclados todos ellos en un porcentaje en peso de entre un 0,5% y un 15% aproximadamente y con un diámetro de partículas específico de los componentes minerales de entre 100 nm a 4000  $\mu\text{m}$ .

20

Un objetivo preferente de la invención es una mezcla mineral para su utilización en pinturas, ya sea en su fabricación o como un componente separado que se puede añadir/mezclar en la misma pintura justo antes de su aplicación. Esta composición es

25

adecuada para la mineralización de dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno que comprende la mezcla de compuestos ya mencionada. Su utilización preferente será como aditivo en pinturas, lacas y/o barnices.

5 Otra utilización preferente de la composición de la invención es la fabricación de neumáticos u otros elementos de caucho y/o goma, preferiblemente de desgaste. Los neumáticos son principalmente de goma, prácticamente no tienen porosidad, y a medida que se van desgastando el producto se renueva y siempre actúa con los gases tóxicos. En la mayoría de los países el dibujo del neumático debe tener una  
10 profundidad superior a 1,6 mm (Unión Europea) o 2/32 pulgadas (Estados Unidos), conforme disminuye el grosor del neumático el producto o compuesto mineral de nuestra invención hace el proceso de carbonatación y nitrificación, minimizando los problemas medio ambientales sin deteriorar la calidad del neumático y prácticamente sin aumentar los costes de los neumáticos.

15

**Ejemplo 1:**

Se realizó un estudio con diferentes tipos de pinturas para observar la absorción/adsorción de nuestra composición:

20

Se utilizaron varios tipos de materiales para este experimento, madera, plástico, chapa de hierro y cemento premezclado para ver la absorción del CO<sub>2</sub> emitido por el hielo seco o nieve carbónica. El cemento se preparó con cemento premezclado de Holcim. Se prepararon diversos tipos de pintura, acrílica y plástica, ambas con el 5% y el 10%  
25 de la composición mineral de roca ígnea (Mg al 10%, Fe al 6%, CaO al 10%, TiO<sub>2</sub> al 2% y SiO<sub>2</sub> al 72%) con un grosor de partícula de 800 µm.

Se cortaron rectángulos aproximados de todos los materiales utilizados de entre 18 a 21 cm<sup>2</sup>. Todas las superficies se limpiaron y se dejaron libres de polvo. Se pintaron  
30 todas las muestras dos días antes del experimento para tener secas las muestras y así poderlas pesar a tiempo 0 (T=0). Se anotaron los pesos en el cuaderno de toma de datos. Se introdujeron todas las muestras en varias cajas de cristal (una pecera de 4 L de capacidad) donde se introdujo la nieve carbónica (también pesada – las medidas variaban entre 29,4 g y 30,5 g) y se sellaron. Las muestras se dejaron fuera del  
35 alcance de la luz solar durante 92 h (T=92) y se volvieron a pesar transcurrido dicho



tiempo.

De cada material, se introdujo en la caja correspondiente una muestra sin pintar, una muestra pintada sin composición, una muestra pintada con composición al 5% y otra con pintura con composición al 10%. Con las muestras de cemento se introdujeron 29,5 g de hielo seco, con las de madera 30,5 g, con el plástico 29,4 g y con la chapa 30,1 g, quedando todo evaporado al final de las pruebas.

Tabla 1: Diferencias en peso de materiales expuestos a CO<sub>2</sub>.

10

Material	Peso del bloque (g)		
	0 h	92 h	Diferencia
Cemento sólo	55,0	55,4	0,4
Cemento pintado (A)	44,2	44,87	0,67
Cemento pintado (A) 5%	54,7	56,2	1,5
Cemento pintado (A) 10%	52,3	53,93	1,65
Madera sólo	23,5	23,5	0,0
Madera pintada (A)	23,4	23,5	0,1
Madera pintada (A) 5%	23,4	24,4	1,0
Madera pintada (A) 10%	23,4	24,7	1,3
Plástico sólo	2,5	2,5	0,0
Plástico pintado (B)	2,4	2,4	0
Plástico pintado (B) 5%	2,4	3,3	0,9
Plástico pintado (B) 10%	2,4	3,6	1,2
Chapa sólo	9,1	9,1	0
Chapa pintada (B)	9,4	9,5	0,1
Chapa pintada (B) 5%	9,4	10,4	1,0
Chapa pintada (B) 10%	9,6	10,7	1,1

15

Los materiales en la tabla 1 se pintaron de la siguiente manera: Los cementos y las maderas con pintura acrílicas (A), el plástico y la chapa con pintura plástica (B). Se introdujeron en las cajas los materiales sin pintar para observar si por sí solos tenían absorción/adsorción del CO<sub>2</sub>.

Se ha podido observar una absorción/adsorción de CO<sub>2</sub> con los diferentes materiales utilizados, de entre 0,9 g a 1,65 g. La que más ha absorbido ha sido el cemento,

seguido de la madera y del plástico y por último la chapa. Tanto las pinturas acrílicas como las plásticas han absorbido/adsorbido  $\text{CO}_2$  y se observó que en las superficies donde se había aplicado las pinturas con la formulación había un polvo blanco calcáreo.

5

**Ejemplo 2:**

En otro experimento realizado con pintura a base de agua (la utilizada en los vehículos) con un 5% de la composición mineral de roca ígnea con (Mg al 10%, Fe al 6%, CaO al 10%,  $\text{TiO}_2$  al 2% y  $\text{SiO}_2$  al 72%) con un grosor de 800  $\mu\text{m}$  fue usada en superficie de chapa metálica, sin laca o barniz como acabado final y se observó que había absorción/adsorción de  $\text{CO}_2$  por carbonatación similares a las pinturas acrílicas y plásticas.

15 Se realizó el mismo experimento para ver la eficacia de la laca/barniz sin añadir nuestro compuesto, utilizando pintura a base de agua con un 5% de nuestro compuesto sobre la chapa y aplicándole la laca/barniz. Se observó que no hubo absorción/adsorción de  $\text{CO}_2$ , puesto que el barniz lo sella protegiéndolo de los elementos ambientales.

20

Así mismo, realizamos otra prueba con pintura a base de agua (con un 5% de nuestro compuesto), en una superficie de chapa metálica y con laca/barniz con un 5% de nuestro compuesto y se observó que si había absorción/adsorción de  $\text{CO}_2$  por carbonatación similares a las pinturas acrílicas y plásticas.

25

Al realizar estos tipos de experimento se ha podido demostrar que utilizando pinturas o barnices prácticamente sin porosidad, mientras el compuesto mineral con nuestra formulación esté presente, el producto seguirá absorbiendo  $\text{CO}_2$ .

30 **Ejemplo 3:**

Otro experimento realizado para observar la absorción/adsorción de los óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) se realizó de la siguiente forma. Se usó plástico, chapa de hierro y cemento premezclado para ver la absorción/adsorción del  $\text{NO}_2$  sometido. Las muestras se pintaron con pintura plástica al 5% de la composición mineral de roca

35

ígneas con (Mg al 10%, Fe al 6%, CaO al 10%, TiO<sub>2</sub> al 2% y SiO<sub>2</sub> al 72%) con un grosor de partículas de 800 µm y se dejaron secar.

5 Las muestras se introdujeron, secas, en unas peceras de 4 litros de capacidad y con 20 g del gas NO<sub>2</sub> (Sigma-Aldrich) en la pecera, se sellaron las peceras y estuvieron expuestas a la luz solar durante el día y a la luz artificial durante la noche por 6 días consecutivos.

10 Transcurridos los 6 días, se analizó el contenido de la pecera y se pudo observar que no había NO<sub>2</sub>, según la medición de un analizador de Gas NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Serinus 40. En este experimento hubo dos procesos químicos, el primero: la transformación de los NO<sub>x</sub> por la acción del TiO<sub>2</sub> con la luz en (iones) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> (fotocatálisis) y, por otra parte, la composición de nuestra formulación mineralizó el CO<sub>2</sub> producido por la reacción del TiO<sub>2</sub> con los NO<sub>x</sub> en una capa fina de polvo blanco de apariencia calcárea.

15 También se observó que había un poco de humedad debido a la producción de H<sub>2</sub>O por el TiO<sub>2</sub>.

20 De esta forma se verificó que la formula eliminó completamente el NO<sub>2</sub> y a su vez mineralizó, por el proceso de carbonatación, el CO<sub>2</sub> producido por el TiO<sub>2</sub>.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1- Composición para mineralizar gases de dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno que comprende una mezcla de magnesio (entre un 1 y un 25% en peso), hierro (entre un 1 y un 23%), monóxido de calcio (entre un 1 y un 25%), dióxido de titanio (entre un 0,1 y un 11%) y dióxido de silicio (entre un 16 y un 75%), con un diámetro de partículas de entre 100 nm y 4000 µm.
- 10 2- Uso de la composición de la reivindicación 1 como aditivo en pinturas, lacas y/o barnices.
- 3- Uso, según la reivindicación 2, de la composición en un porcentaje en peso de entre
- 15 el 0,5 y el 15%.
- 4- Uso de la composición de la reivindicación 1 como aditivo en la fabricación de elementos de caucho y/o goma con un porcentaje en peso de entre el 0,5 y el 15%.
- 20 5- Uso de la composición, según la reivindicación 4, donde los elementos de caucho y/o goma son de desgaste.