(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 303 510**

(51) Int. Cl.:
C04B 41/50 (2006.01)
C01G 23/053 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **00945794 .6**
(86) Fecha de presentación : **21.06.2000**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1196359**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **17.04.2002**

(54) Título: **Preparaciones fotocatalíticas de dióxido de titanio coloidal para conservar la apariencia original de productos cementosos, pétreos o marmóreos.**

(30) Prioridad: **25.06.1999 IT MI99A1422**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2008

(73) Titular/es: **ITALCEMENTI S.p.A.**
Via G. Camozzi, 124
24121 Bergamo, IT

(72) Inventor/es: **Amadelli, Rossano;**
Cassar, Luigi y
Pepe, Carmine

(74) Agente: **Álvarez López, Fernando**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Preparaciones fotocatalíticas de dióxido de titanio coloidal para conservar la apariencia original de productos cementosos, pétreos o marmóreos.

Campo de la invención

La presente invención se refiere al uso de preparaciones fotocatalíticas coloidales de dióxido de titanio (TiO_2) para mantener la apariencia original de productos cementosos, pétreos o marmóreos.

Técnica anterior

La conservación de activos arquitectónicos depende en gran medida del entorno en el cual están localizados. El problema de la conservación de estos activos adquiere dimensiones importantes si se considera que la acción de los agentes atmosféricos ha ido aumentando su agresividad con el tiempo.

La conservación de estructuras arquitectónicas, edificios y objetos sometidos a la exposición al aire libre tiene que ver con las fuerzas que actúan de forma importante sobre la superficie de las construcciones o sobre las capas inmediatamente por debajo de la superficie, y que tienen que ver con el depósito de materiales orgánicos e inorgánicos que normalmente se adhieren a los sustratos orgánicos mencionados anteriormente y con la acción de la lluvia ácida.

Por tanto, uno de los problemas principales de los productos cementosos, pétreos o marmóreos para arquitectura está relacionado con el mantenimiento constante a lo largo del tiempo de su apariencia original, lo que se ve obstaculizado por el proceso natural de envejecimiento debido a la influencia de los agentes atmosféricos.

Por tanto, la necesidad es especialmente palpable para los sistemas económicos de intervención que facilitan la conservación de las características estéticas de la superficie de las construcciones realizadas con material cementoso, pétreo o marmóreo.

Con el propósito de proteger estos objetos, se ha recurrido a diversas técnicas, la más común de las cuales consiste en aplicar productos hidrófugos, como soluciones de silicona, que son estables en entornos alcalinos y estables a la luz y a la meteorología. Desafortunadamente, el aumento progresivo de los contaminantes presentes en un entorno urbano típico, quizás también debido a su naturaleza mayoritariamente ácida, ha limitado notablemente la duración de este tipo de protección con la consecuente degradación estética del objeto.

Para superar este nuevo problema se han propuesto diversas soluciones. Por ejemplo, la patente IT 1286492 (propiedad del actual solicitante) ilustra un agente ligante hidráulico para composiciones cementosas que comprende en su masa un fotocatalizador a base de dióxido de titanio que es capaz de oxidar y, por tanto, neutralizar las sustancias contaminantes presentes en el entorno. Este tipo de solución es realmente válido con respecto a la protección de la superficie del objeto de cualquier deterioro posible causado, por ejemplo, por la abrasión del viento, pero supone claramente el uso de cantidades enormes de fotocatalizador en comparación con las que realmente se necesitan. De hecho, el fotocatalizador está presente no sólo en la superficie del objeto o en las capas inmediatamente inferiores, es decir, en las áreas donde se ha comprobado que su presencia es útil, sino en la masa cementosa completa, la mayor parte de la cual nunca entrará en contacto con los agentes externos.

También se han propuesto soluciones alternativas (véase, por ejemplo, la solicitud de patente europea Nº EP 0885857, propiedad del actual solicitante) con respecto a morteros de cemento para enlucido que contienen diversos aditivos poliméricos y fotocatalizadores capaces de oxidar las sustancias contaminantes presentes en el entorno, pero estas formulaciones a base de sustancias cementosas son blancas y no pueden usarse, por ejemplo, con materiales de mármol o piedra sin la consecuente modificación de sus características estéticas.

Se ha conocido el uso durante algún tiempo de la anatasa, que es una de las formas cristalinas tetragonales del dióxido de titanio, como fotocatalizador para la oxidación de contaminantes orgánicos, también en forma de preparaciones coloidales.

La patente EP 784034 (propiedad de Matsushita Electric Works) describe sustratos obtenidos mediante el depósito de dióxido de titanio sobre la superficie de un sustrato mediante el depósito de una solución que contiene fluoruro de amonio y titanio, seguido de calcinación. La patente EP 614682 (propiedad de Fuji Electric) ilustra un fotocatalizador a base de titanio/carbono activado fijado en una fluororresina para obtener láminas o paneles que se aplican de manera externa sobre los edificios para eliminar concentraciones bajas de NO_x.

La incorporación de iones metálicos (agentes dopantes) en estas preparaciones altera la actividad fotocatalítica del dióxido de titanio de forma importante. Los parámetros más importantes son el tipo de ión, la concentración de impurezas y el tratamiento térmico usado para la formación del fotocatalizador.

Brezovà V. y col., J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 109, (1997), 177-183, analizan la influencia de diversos iones metálicos y sus concentraciones en una aplicación particular de dióxido de titanio como fotocatalizador, particularmente, en la oxidación del fenol. En especial, se describen preparaciones de dióxido de titanio coloidal, en las que el

dióxido de titanio se dopa con diversos metales a una concentración del 5% átomo/átomo, seguido de un procedimiento en el cual se prepara primero el dióxido de titanio coloidal y, a continuación, la sal del metal de dopaje se mezcla calentando. Entre los diversos iones metálicos probados, se recoge que el cerio reduce la actividad fotocatalítica del dióxido de titanio coloidal. En la publicación, al igual que en otras publicaciones previas sobre este tema, no se ha mencionado el uso de dichos productos fotocatalíticos sobre los materiales cementosos.

La patente EP 633964 (propiedad de Fujisawa, Hashimoto e Ishihara Sangyo Kaiha) describe un fotocatalizador a base de TiO_2 preferiblemente dopado con V, Fe, Cu, Co, Ni, Zn, Ru, Rh, Pd, Ag, Pt o Au, y fijado a un polímero fluorado para su adhesión al sustrato. Este fotocatalizador es útil para purificar el aire, y también el agua, de varias sustancias no deseadas.

Resumen de la invención

Se ha encontrado ahora sorprendentemente que las preparaciones coloidales incoloras de dióxido de titanio, mayoritariamente en forma de anatasa o de uno de sus precursores, dopadas con un ión metálico elegido entre magnesio, cerio, lantano o mezclas de los mismos, cuando se preparan según el procedimiento de la reivindicación 1 y se aplican a la superficie de productos cementosos, pétreos o marmóreos, son capaces de conservar la apariencia original de la superficie sin alterar las características del material cementoso, pétreo o marmóreo.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a preparaciones coloidales incoloras de dióxido de titanio o de uno de sus precursores, para la conservación de la apariencia original de productos cementosos, pétreos o marmóreos, mediante la aplicación de dichas preparaciones sobre la superficie determinada.

Las preparaciones coloidales de dióxido de titanio o de uno de sus precursores útiles para los fines de la presente invención contienen un ión metálico elegido entre magnesio, lantano, cerio y mezclas de los mismos.

La cantidad de agente dopante, es decir, del ión metálico presente en las preparaciones, útil para los fines de la presente invención, oscila del 0,1 al 5% (porcentaje expresado como átomos de ión metálico con respecto a los átomos de titanio), preferiblemente del 0,1 al 1%.

El dióxido de titanio presente en las preparaciones según la presente invención está mayoritariamente en forma de anatasa; es decir, las partículas del fotocatalizador tienen una estructura de anatasa en al menos el 75%.

Por precursor de dióxido de titanio útil a los fines de la presente invención se entiende cualquier producto que sea capaz de producir dióxido de titanio principalmente en forma de anatasa, posiblemente con los tipos apropiados de tratamiento térmico. Por ejemplo pueden utilizarse de manera eficaz como precursores a los fines de la presente invención $TiCl_4$, $TiOSO_4$ o alcóxido de titanio (por ejemplo, isopropóxido de titanio).

Por sustancias contaminantes que se oxidan mediante los fotocatalizadores de la presente invención se entienden las sustancias orgánicas que puede estar presentes en el entorno como resultado de los gases de escape de los vehículos o las emisiones industriales, como benceno, compuestos aromáticos volátiles, pesticidas, fenoles y benzofluoruros, sin excluir compuestos inorgánicos, como óxidos de nitrógeno (NO_x) que pueden oxidarse produciendo nitratos.

Por objetos cementosos se entiende cualquier producto en estado endurecido que deriva de una composición cementosa o mezcla cementosa, entendiéndose por composición cementosa o mezcla cementosa cualquier composición en la que el agente ligante se mezcla con agua y, posiblemente, con agregados de tamaño de grano diverso. Las composiciones cementosas incluyen, por tanto, ambas pastas cementosas, es decir, pastas compuestas de agente ligante y agua (desprovistas de agregados) y conglomerados, es decir, mezclas de agua, cemento y agregados.

Los agregados o sustancias inertes pueden ser agregados gruesos, como piedras o gravas trituradas, o agregados finos, como arena y se clasifican según los patrones UNI 8520. Ejemplos de conglomerados son las argamasas (mezclas de agente ligante, agua y agregado fino) y los hormigones (mezclas de agua, agente ligante, agregado fino y grueso). Entre los productos cementosos preferidos según la presente invención se citan los denominados “hormigones ornamentales”, es decir, vaciados *in situ* con superficies sin tratar (planas o perfiladas) o superficies tratadas (por ejemplo, mediante chorro de arena).

Por productos de mármol o piedra se entienden los mármoles propiamente dichos, es decir, calizas metamórficas cristalizadas, “calcetiri”, cipolinos, calizas, dolomitas, calizas compuestas de fragmentos angulares pulimentables, ónices, serpentinas y oficalcitas; granitos propiamente dichos, es decir, rocas magmáticas intrusivas compuestas por cuarzo, feldespatos de sodio y potasio, y micas, otras rocas magmáticas intrusivas (dioritas, gabros, etc.) y las correspondientes rocas magmáticas extrusivas con estructura porfirítica, rocas metamórficas como “gnelsa” y “serizzi”; travertina y las denominadas piedras comerciales, como areniscas, toba volcánica, cuarcitas, micaesquistos, pizarras, basaltos, etc.

El dióxido de titanio en forma coloidal se prepara utilizando técnicas de sol-gel ya que deben tener partículas de un tamaño entre 10 y 200 Å, preferiblemente entre 50 y 100 Å.

Al contrario de lo que se ha descrito en la técnica anterior, la hidrólisis de los precursores de dióxido de titanio se realiza directamente en presencia de la sal del elemento dopante mediante coprecipitación o mezcla. De hecho, en la técnica anterior se ha descrito la preparación de dos suspensiones coloidales diferentes, una que contiene el dióxido de titanio y la otra con la sal del metal dopante, que posteriormente se mezclan.

A continuación, la suspensión coloidal se trata para obtener de este modo una película coloidal sobre el material que se quiere conservar, una etapa necesaria para evaluar la acción fotocatalítica del dióxido de titanio en presencia de diversos tipos de contaminantes.

En especial, el coloide en suspensión acuosa puede rociarse o aplicarse usando una brocha directamente sobre el producto en pequeñas cantidades sucesivas hasta conseguir el espesor deseado.

Las mediciones de luz UV y visible usando un espectroscopio de reflectancia difusa muestran la cantidad mínima adecuada para garantizar la máxima absorción de la luz por el TiO_2.

Como alternativa, la suspensión coloidal puede secarse al vacío para obtener un polvo de dióxido de titanio que puede conservarse durante un tiempo ilimitado y resuspenderse en agua, manteniendo sus propiedades coloidales.

Cuando las preparaciones coloidales según la presente invención se aplican sobre la superficie de productos cementosos, pétreos o marmóreos, protegen de forma eficaz al producto de alteraciones debidas a contaminantes orgánicos y, en general, de agentes atmosféricos, provocando su fotooxidación.

Generalmente, cuando los contaminantes inorgánicos no encuentran un sustrato orgánico al que adherirse, tienen mayor dificultad para depositarse sobre la superficie del producto.

En comparación con los procedimientos de la técnica anterior, la aplicación de las preparaciones en cuestión garantiza una forma de protección de los productos mencionados anteriormente que es de acción prolongada usando cantidades de material, concretamente dióxido de titanio o uno de sus precursores, que son considerablemente menores que las necesarias en los procedimientos descritos anteriormente.

En especial, la eficacia del dióxido de titanio dopado según la presente invención, en comparación con el uso de otras formulaciones de dióxido de titanio, acelera considerablemente la fotooxidación de agentes contaminantes, como se ilustra en los ensayos descritos a continuación (Ejemplos 9, 10 y 11).

Resulta especialmente sorprendente el hecho de que el dióxido de titanio coloidal preparado según la presente invención muestre una excelente adherencia a los materiales cementosos, de mármol o piedra que se van a proteger.

Esto se verificó sometiendo muestras de materiales cementosas y de mármol tratados con la suspensión de dióxido de titanio coloidal a lixiviado en agua con agitación (Ejemplos 7 y 8).

Debe destacarse que el coloide según la presente invención encuentra en los materiales cementosos, de mármol o piedra un sustrato óptimo para la acción fotocatalítica prevista, mientras que en el caso de otros materiales, como el vidrio, la adhesión del coloide sólo es posible a través de un tratamiento tipo o térmico que es especialmente laborioso, a aproximadamente 500ºC, en presencia de un agente orgánico de entrecruzamiento.

Además, se ha demostrado que la actividad de la preparación coloidal sigue siendo eficaz después de varios ciclos de bioincrustaciones con sustratos orgánicos coloreados y la posterior limpieza de las muestras tratadas, demostrando así el efecto del fotocatalizador con el tiempo.

A continuación se describirán ejemplos de la aplicación de la presente invención. En estos ejemplos debe entenderse que el porcentaje de dopantes se calcula como átomos del ión metálico en relación con los átomos de titanio.

Ejemplo 1

(Fuera de la invención)

Preparación de dióxido de titanio coloidal

La preparación en cuestión se basa en la hidrólisis controlada del precursor de dióxido de titanio. La preparación típica supone la adición de isopropóxido de titanio a una solución de HNO_3 0,1 M para obtener 0,565 moles de dióxido de titanio por litro.

En especial, en un vaso de precipitados de 1 litro que contiene agua (750 ml) y HNO_3 a una concentración del 65% (5,2 ml), se añadió lentamente isopropóxido de titanio (125 ml) con agitación enérgica. La solución resultante se

calentó hasta 80ºC durante 8 a 12 horas, manteniendo una agitación enérgica. De este modo, se evaporó el isopropanol formado. El volumen de la mezcla de reacción se mantuvo en 200 ml añadiendo agua.

Ejemplo 2

Preparación de dióxido de titanio coloidal dopado con cerio

El producto en cuestión, que contenía Ce^{3+} al 0,1%, se obtuvo usando nitrato de cerio (III) hexahidratado (0,0277 g) que se disolvió en el agua de hidrólisis (150 ml), e isopropóxido de titanio (25 ml) siguiendo el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

Ejemplo 3

(Fuera de la invención)

Preparación de dióxido de titanio coloidal dopado con niobio

El producto en cuestión, que contenía Nb^{5+} al 0,1%, se obtuvo usando pentacloruro de niobio (V) (0,0223 g) que se disolvió en acetona (10 ml) e isopropóxido de titanio (25 ml) siguiendo en procedimiento descrito el Ejemplo 1.

Ejemplo 4

Preparación de dióxido de titanio coloidal dopado con magnesio

El producto en cuestión, que contenía Mg^{2+} al 0,1%, se obtuvo usando cloruro de magnesio (II) hexahidratado (0,0213 g) que se disolvió en el agua de hidrólisis (150 ml) e isopropóxido de titanio (25 ml) siguiendo el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

Ejemplo 5

Preparación de dióxido de titanio coloidal dopado con lantano

El producto en cuestión, que contenía La^{3+} al 0,1%, se obtuvo usando nitrato de lantano (III) hexahidratado (0,037 g) que se disolvió en el agua de hidrólisis (150 ml), e isopropóxido de titanio (25 ml) siguiendo el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

Ejemplo 6

Preparación de películas coloidales sobre sustratos de vidrio

El coloide (10 ml) preparado según se describe en los Ejemplos 1 a 5 se colocó en un recipiente de vidrio herméticamente cerrado de manera que se impedía la evaporación completa del agua y se favorecía al mismo tiempo el crecimiento regular de las partículas desde un tamaño medio de 50 Å hasta un tamaño máximo de 100/200 Å y, a continuación, se calentó hasta 200-220ºC durante una noche. El coloide precipitado se resuspendió mediante agitación mecánica y se concentró calentando al vacío hasta que se obtuvo una concentración de 150 g/l. A continuación, se añadió Carbowax 2000 (300 mg), y se mantuvo la dispersión con agitación durante 8 horas hasta que se consiguió la completa disolución del Carbowax y se obtuvo una suspensión homogénea.

El producto resultante se roció sobre sustratos de vidrio y se colocó en una mufla para secado a 500ºC durante 30 minutos. La película se caracterizó por medio de espectroscopía de reflectancia difusa.

Sin el uso del agente de entrecruzamiento Carbowax es imposible que el coloide se adhiera al sustrato de vidrio.

Ejemplo 7

Preparación de películas coloidales sobre sustratos de argamasa cementosos

El coloide (10 ml) preparado según se describe en los Ejemplos 1 a 5 se colocó en un recipiente de vidrio herméticamente cerrado de manera que se impedía la evaporación completa del agua y se favorecía al mismo tiempo el crecimiento regular de las partículas desde un tamaño medio de 50 Å hasta un tamaño máximo de 100/200 Å y, a continuación, se calentó hasta 200-220ºC durante una noche.

Se prepararon muestras de argamasa cementosa (discos de 25x8x2,5 cm de tamaño) usando cemento blanco Italbianco de Italcementi 52.5 R.

Tras la preparación, las muestras se endurecieron durante 1 día en moldes en un ambiente a 20ºC y una humedad relativa (HR) > 90%. Tras la expulsión del molde, las muestras se mantuvieron durante 7 días más a 20ºC y HR ≈ 60%.

La suspensión acuosa se aplicó con brocha sobre dicha muestras de argamasa cementosa.

El coloide se aplicó con brocha en pequeñas cantidades sucesivas hasta que se obtuvo el espectro típico observado mediante espectroscopía de reflectancia difusa. Las pruebas de lixiviado se realizaron en agua durante 48 horas con agitación y estas pruebas confirmaron la adherencia del coloide. A continuación, cada muestra de la prueba se observó por espectroscopía de reflectancia difractada. En todas ellas se aplicó el equivalente en peso de aproximadamente 1 g/m^2 sobre cada muestra de la prueba.

Ejemplo 8

Preparación de películas coloidales sobre sustratos de mármol

El coloide (10 ml) preparado según se describe en los Ejemplos 1 a 5 se colocó en un recipiente de vidrio herméticamente cerrado de manera que se impedía la evaporación completa del agua y se favorecía al mismo tiempo el crecimiento regular de las partículas desde un tamaño medio de 50 Å hasta un tamaño máximo de 100/200 Å y, a continuación, se calentó hasta 200-220ºC durante una noche.

La suspensión coloidal se secó al vacío de manera que se obtuvo un polvo de dióxido de titanio que se resuspendió en agua (4-5 g/l) y se aplicó con brocha sobre una muestra de mármol blanco de Carrara (dimensiones, 3x3x3 cm). Las pruebas de lixiviado se realizaron en agua durante 48 horas con agitación, y estas pruebas confirmaron la adherencia del coloide. A continuación, cada muestra de la prueba se analizó por espectroscopía de reflectancia difractada. Se estimó una cantidad de dióxido de titanio correspondiente en peso de aproximadamente 1 g/m^2.

Ejemplo 9

Degradación de 4-clorofenol

En una unidad de irradiación se colocó 4-clorofenol 10 mM (3 ml), en el que se suspendieron cada vez las muestras preparadas según el Ejemplo 7 con los coloides preparados según los Ejemplos 1 a 4 y que contenían los catalizadores de la invención y, como muestra patrón para comparación, se preparó una muestra de manera similar usando dióxido de titanio de Degussa que, según el conocimiento del presente solicitante, es el catalizador de fotooxidación más activo que existe en el mercado. La unidad se cerró bajo atmósfera de oxígeno y la degradación del 4-clorofenol se siguió mediante espectrofotometría, midiendo los tiempos de degradación (en horas).

Las muestras que contenían los iones de dopaje producían un tiempo de degradación del contaminante menor, tanto con respecto a la muestra del ensayo que contenía dióxido de titanio coloidal como con respecto a la muestra patrón que contenía dióxido de titanio de Degussa.

Ejemplo 10

Degradación de ácido naftiónico

Siguiendo básicamente el procedimiento descrito en el Ejemplo 9, pero realizando la descomposición de ácido naftiónico 0,026 mM (3 ml) en agua, se realizó una evaluación del comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el coloide de dióxido de titanio dopado con lantano según procedimientos clásicos, y preparado como se describe en el Ejemplo 5. Para realizar una comparación, se evaluaron dos muestras patrón no coloidales de dióxido de titanio de Degussa, una tal cual y la otra dopada con lantano según procedimientos clásicos.

El tiempo de degradación para el dióxido de titanio coloidal era menor que el del dióxido de titanio de Degussa, tanto en el caso de la muestra que contenía el ión de dopaje como en el caso de la muestra que no lo contenía.

Ejemplo 11

Degradación de ácido 3-4-dihidroxicinámico

Siguiendo básicamente el procedimiento descrito en el Ejemplo 9 y usando ácido 3-4-dihidroxicinámico 0,26 mM (3 ml) en agua, se evaluó lo siguiente:

a) el comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el dióxido de titanio coloidal dopado con niobio preparado como se describe en el Ejemplo 3;

b) el comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el dióxido de titanio coloidal dopado con magnesio preparado como se describe en el Ejemplo 4; y

c) el comportamiento de la especie de dióxido de titanio coloidal según el Ejemplo 8 en una muestra de la prueba del mármol.

Para realizar una comparación, se evaluó una muestra patrón de dióxido de titanio no coloidal de Degussa.

El tiempo de blanqueo (oxidación del contaminante) de los fotocatalizadores según la presente invención es, en todos los casos, menor que los del dióxido de titanio de Degussa en forma no coloidal.

Ejemplo 12

Degradación del extracto alcohólico de tabaco

Siguiendo básicamente el procedimiento descrito en el Ejemplo 9, y usando un extracto alcohólico de tabaco sobre matrices de cemento, se evaluó lo siguiente:

a) el comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el dióxido de titanio coloidal descrito en el Ejemplo 1;

b) el comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el dióxido de titanio coloidal dopado con cerio preparado como se describe en el Ejemplo 2; y

c) el comportamiento de la muestra preparada según el Ejemplo 7, usando el dióxido de titanio coloidal dopado con magnesio como se describe en el Ejemplo 4.

El extracto alcohólico de tabaco se añadió en una cantidad tal que produjera un descenso en la transmitancia de 75 a 40, determinado a 450 nm.

Para realizar una comparación, se evaluaron muestras patrón de dióxido de titanio de Degussa, una al 10% y otra al 0,1%.

El tiempo de degradación del contaminante por los fotocatalizadores según la presente invención es, en todos los casos, menor que los del dióxido de titanio de Degussa en forma no coloidal.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la creación de preparaciones coloidales incoloras de dióxido de titanio, mayoritariamente en forma de anatasa o de uno de sus precursores, que contienen un ión metálico elegido entre lantano, cerio, magnesio y mezclas de los mismos, donde la hidrólisis de los precursores de dióxido de titanio tiene lugar directamente en presencia de la sal del ión metálico mediante coprecipitación o mezcla, y en el que el ión metálico está presente en una cantidad del 0,1 al 5% (porcentaje expresado como átomos de ión metálico en relación con los átomos de titanio).

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el ión metálico está presente en una cantidad del 0,1 al 1%.

3. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque al menos el 75% del dióxido de titanio está en forma de anatasa.

4. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el precursor de dióxido de titanio es un producto capaz de producir mayoritariamente dióxido de titanio en forma de anatasa con los tipos apropiados de tratamiento térmico.

5. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el precursor de dióxido de titanio se elige entre el grupo compuesto por $TiCl_4$, $TiOSO_4$ y alcóxido de titanio.

6. Un producto cementoso, pétreo o marmóreo, **caracterizado** porque está recubierto con la preparación coloidal de dióxido de titanio y uno de sus precursores preparados según la reivindicación 1.

7. La preparación coloidal incolora obtenida según el procedimiento de la reivindicación 1.