

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 874**

51 Int. Cl.:

C09D 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2016 PCT/US2016/058175**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2017 WO17070507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2016 E 16788920 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3365394**

54 Título: **Revestimientos reductores de Nox y métodos para reducir Nox con los mismos**

30 Prioridad:

21.10.2015 US 201562244217 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.02.2021

73 Titular/es:

**TRONOX LLC (100.0%)
3301 NW 150th St
Oklahoma City, OK 73134, US**

72 Inventor/es:

**KERROD, JULIE y
WINN, KIM**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 807 874 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

Revestimientos reductores de Nox y métodos para reducir Nox con los mismos

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a la reducción de NOx en un entorno, y más particularmente a composiciones útiles para la reducción de NOx, especialmente cuando se aplica como un revestimiento sobre una superficie.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] La calidad del aire es una cuestión permanente de preocupación, en particular en las áreas metropolitanas y industrializadas. Los problemas de contaminación del aire a menudo se asocian con niveles de dióxido de carbono (CO₂) y partículas; sin embargo, los óxidos de nitrógeno (NOx) también contribuyen significativamente a la contaminación del aire.

[0003] Dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas reactivo que se forma principalmente por oxidación de monóxido de nitrógeno (NO), y los procesos de combustión a alta temperatura (como en motores de automóviles y plantas de energía) son las principales fuentes de NOx (es decir, la suma de NO y NO₂). Mientras que la mayoría de las emisiones de NOx están en forma de NO, una cantidad significativa está en forma de NO₂. Se sabe que los efectos negativos para la salud pueden estar relacionados con la exposición a corto plazo al NO₂ (por ejemplo, cambios en la función pulmonar en grupos de población sensibles) y la exposición a largo plazo (por ejemplo, una mayor susceptibilidad a la infección respiratoria). El depósito excesivo de nitrógeno atmosférico puede conducir a un exceso de nutrientes de N en los ecosistemas, lo que puede conducir a la eutrofización en ecosistemas terrestres y acuáticos. Los óxidos de nitrógeno también juegan un papel importante en la formación de ozono, y al contribuir a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios (es decir, a través de la formación de nitrato), el NOx también puede contribuir a la concentración de partículas en el aire.

[0004] Se han adoptado diversas medidas para reducir la contaminación del NOx, incluyendo el control de las emisiones de NOx permisibles. Una tecnología de reducción de NOx que se ha introducido se relaciona con la fotocatalisis de NOx utilizando un catalizador en presencia de luz, agua y oxígeno. Por ejemplo, cuando el dióxido de titanio (TiO₂) se expone a la luz ultravioleta (UV), se generan pares de electrones, lo que facilita las reacciones de reducción y oxidación a través de la formación de radicales libres adsorbidos en la superficie del TiO₂. Las especies de radicales altamente reactivos pueden degradar contaminantes (tales como óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, y compuestos orgánicos volátiles) en sustancias relativamente inofensivas (por ejemplo, la formación de los nitratos a través de la oxidación de NOx) sin consumo sustancial del catalizador TiO₂.

[0005] Pinturas fotocatalíticas y materiales de revestimiento similares que incorporan un fotocatalizador (tales como TiO₂) se han desarrollado como medios potenciales para el abatimiento de NOx y han demostrado niveles variables de éxito. Sin embargo, sigue existiendo la necesidad de nuevas tecnologías para aumentar la reducción de NOx en el aire.

[0006] El documento WO 2013/074984 A1 describe una estructura con una capa que contiene dióxido de titanio, que comprende: un sustrato; y una capa que contiene dióxido de titanio sustancialmente anatasa en la superficie del sustrato, en la que la transparencia de la capa que contiene dióxido de titanio a una longitud de onda de luz visible de 400-700 nm es de aproximadamente 65% a aproximadamente 95% y el dióxido de titanio que contiene la capa se forma a partir de un sol de dióxido de titanio fotocatalítico neutro, estable y transparente, en el que el espesor de la capa que contiene dióxido de titanio es de aproximadamente 0,1-1,5 µm.

[0007] El documento EP 1300374 A1 describe un miembro fotocatalítico caracterizado porque: una película de óxido a base de titanio está dispuesta en una de las superficies principales de un sustrato transparente, la película de óxido a base de titanio tiene una función fotocatalítica y un espesor físico de 50 a 500 nm; se interpone una película de imprimación entre dicho sustrato transparente y dicha película de óxido a base de titanio, estando compuesta la película de imprimación de dos capas y con un espesor físico total de 40 a 200 nm, la capa de dicha película de imprimación contigua a dicho sustrato transparente que tiene al menos una función de bloquear el gas y las impurezas que se descargan o eluyen del sustrato transparente, y la capa de dicha película de imprimación contigua al óxido a base de titanio tiene un índice de refracción mayor que el de la capa contigua a dicho sustrato transparente; y la película de imprimación reduce la dependencia del color del grosor de la película de óxido a base de titanio, y el color de la luz visible reflejada y el color de la luz visible transmitida de una de las superficies principales de dicho sustrato transparente, cuando se observa al menos en una dirección, tienen índices de cromaticidad a* y b* en el sistema de color L*a*b* en el intervalo indicado como dentro de ±5.

SUMARIO DE LA INVENCION

[0008] La presente invención se define por las reivindicaciones. La presente divulgación proporciona mejoras para eliminar NOx del aire. Se proporcionan métodos mediante los cuales el NOx puede eliminarse del aire en las

- proximidades de una estructura proporcionando a la estructura un revestimiento fotocatalítico. En particular, la capacidad del material de revestimiento fotocatalítico para eliminar NOx del aire se mejora al proporcionar el revestimiento sobre una superficie con características específicas. La presente descripción también proporciona construcciones que comprenden un material base (por ejemplo, una estructura tal como un garaje de estacionamiento, túnel u otra estructura en la carretera) al menos parcialmente recubierto con una composición fotocatalítica de dióxido de titanio. Los métodos y construcciones son particularmente útiles porque el material de revestimiento fotocatalítico es transparente o translúcido, y la superficie subyacente al revestimiento transparente o translúcido está provista de propiedades reflectoras de la luz que aumentan la actividad fotocatalítica del fotocatalizador de dióxido de titanio.
- 5
- 10 **[0009]** En algunas realizaciones, la presente descripción se refiere a una construcción en capas. Por ejemplo, la construcción en capas puede comprender una base, una primera capa de revestimiento en la base, la primera capa de revestimiento está adaptada para reflejar al menos aproximadamente el 60% de la luz incidente, y una segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento, la segunda capa de revestimiento que es sustancialmente transparente o translúcida y que comprende dióxido de titanio fotocatalítico. Aunque la realización
- 15 ejemplar se describe en relación con una pluralidad de capas, se entiende que la primera capa de revestimiento puede, en algunas realizaciones, estar ausente siempre que la superficie de la base exhiba las propiedades reflectoras de la luz y/o propiedades adicionales descritas aquí en relación con la primera capa de revestimiento. La construcción en capas se puede caracterizar además por una o más de las siguientes afirmaciones, que pueden combinarse en cualquier número y/o agrupación de las mismas sin apartarse del alcance de la presente divulgación.
- 20 **[0010]** La base puede ser de cemento.
- [0011]** La base puede ser de madera, metal, mampostería, plástico, papel, o yeso.
- 25 **[0012]** La primera capa de revestimiento puede ser una pintura.
- [0013]** La primera capa de revestimiento puede tener un color visible que es un tono de blanco.
- 30 **[0014]** El color de la primera capa puede ser definido por un valor L^* que es mayor que aproximadamente 90, y/o un valor a^* entre aproximadamente -5 y +5, y/o un valor b^* entre aproximadamente -2 y alrededor de +10.
- [0015]** La segunda capa de revestimiento puede comprender aproximadamente 0,1% a aproximadamente 30% en peso de dióxido de titanio.
- 35 **[0016]** El dióxido de titanio fotocatalítico puede estar en la forma de partículas que tienen un tamaño medio de menos de 100 nm.
- [0017]** La primera capa de revestimiento puede comprender un pigmento blanco.
- 40 **[0018]** La segunda capa de revestimiento puede ser adaptada para catalizar la oxidación de NOx.
- [0019]** La combinación de la segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento puede ser eficaz para catalizar la oxidación de NOx a un ritmo mayor con respecto a la segunda capa de revestimiento por sí mismo.
- 45 **[0020]** Un aumento del índice de oxidación de NOx puede surgir de un efecto sinérgico entre la primera capa de revestimiento y la segunda capa de revestimiento.
- [0021]** La oxidación del NOx por la combinación de la segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento puede ser mayor que la oxidación del NOx por la segunda capa por sí mismo en al menos aproximadamente 10%.
- 50 **[0022]** En algunas realizaciones, la presente descripción puede referirse a un método de eliminación de NOx en el entorno de una base de estructura. Por ejemplo, dicho método puede comprender: proporcionar al menos una porción de una superficie de la estructura base con una capa de un primer material de revestimiento, adaptándose la primera
- 55 capa de revestimiento para reflejar al menos aproximadamente el 60% de la luz incidente; y proporcionar una capa de un segundo material de revestimiento sobre la capa del primer material de revestimiento, siendo el segundo material de revestimiento sustancialmente transparente o translúcido y que comprende dióxido de titanio fotocatalítico en una cantidad efectiva para catalizar la oxidación de al menos una porción del NOx en la proximidad de la estructura base. El método puede caracterizarse adicionalmente por una o más de las siguientes afirmaciones, que pueden combinarse en cualquier número y/o agrupación de las mismas sin apartarse del alcance de la presente divulgación.
- 60 **[0023]** La estructura de base puede ser un garaje o una estructura de calzada.
- [0024]** El primer material de revestimiento puede tener un color visible que es un tono de blanco.
- 65 **[0025]** El color del primer material de revestimiento puede ser definido por un valor L^* que es mayor que

aproximadamente 90, y/o un valor a^* entre aproximadamente -5 y +5, y/o un valor b^* entre aproximadamente -2 y alrededor de +10.

[0026] En algunas realizaciones, la presente descripción puede referirse a un método para mejorar la reducción de NOx por un material fotocatalítico de TiO₂. Por ejemplo, el procedimiento puede comprender: la combinación de una capa transparente o translúcida que comprende el fotocatalizador de material TiO₂ con una capa adicional de un material que está adaptado para reflejar al menos aproximadamente 60% de luz incidente de tal manera que la capa transparente o translúcida recubre la capa adicional; en donde la combinación de la capa transparente o translúcida sobre la capa adicional es efectiva para catalizar la oxidación de NOx a una velocidad incrementada en relación con la capa transparente o translúcida por sí misma. El método puede caracterizarse adicionalmente por una o más de las siguientes afirmaciones, cuyas declaraciones pueden combinarse en cualquier número y/o agrupación de las mismas sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0027] El aumento de la velocidad de oxidación de NOx puede surgir de un efecto sinérgico entre la capa transparente o translúcida y la capa adicional.

[0028] La oxidación del NOx por la combinación de la capa transparente o translúcida sobre la capa adicional puede ser mayor que la oxidación del NOx por la capa transparente o translúcida por sí mismo en al menos aproximadamente 10%.

[0029] La capa adicional puede tener un color visible que es un tono de blanco.

[0030] El color de la capa adicional puede ser definido por un valor L^* que es mayor que aproximadamente 90, y/o un valor a^* entre aproximadamente -5 y +5, y/o un valor b^* entre aproximadamente -2 y alrededor de +10.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0031] Con el fin de proporcionar una comprensión de realizaciones de la descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, que sólo son a modo de ejemplo, y no debe interpretarse como una limitación de la divulgación, y en donde:

FIG. 1 es una construcción en capas que ilustra una base recubierta con capas primera y segunda de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción;

FIG. 2 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se somete a luz fluorescente;

FIG. 3 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se somete a luz ultravioleta;

FIG. 4 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx en el tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se someten a luz fluorescente;

FIG. 5 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se somete a luz ultravioleta;

FIG. 6 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo mediante diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se someten a luz fluorescente;

FIG. 7 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se someten a luz fluorescente;

FIG. 8 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se someten a luz ultravioleta; y

FIG. 9 es un gráfico que muestra el porcentaje de reducción de NOx a lo largo del tiempo por diversas construcciones, incluidas las construcciones de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente descripción, cuando se someten a luz ultravioleta.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0032] La presente invención se describirá ahora más completamente en lo sucesivo. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia. Como se usa en esta especificación y en las reivindicaciones, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[0033] La presente descripción proporciona construcciones que están adaptados para eliminar los óxidos de nitrógeno (NOx) del aire. Como se usa en el presente documento, el término "NOx" puede referirse a NO, NO₂ o la suma de especies de óxido de nitrógeno (incluidas NO y NO₂) presentes en una muestra (o en el aire en general). Las construcciones pueden incluir una estructura base con una superficie al menos parcialmente recubierta con una capa de material, la capa es transparente o translúcida e incluye dióxido de titanio fotocatalítico (TiO₂). La superficie del material base puede exhibir ciertas propiedades reflectantes de la luz como se describe aquí. Alternativamente, la base puede recubrirse con una pluralidad de capas de diferentes composiciones en las que al menos la capa más externa está formada por el material transparente o translúcido que incluye dióxido de titanio fotocatalítico. La capa fotocatalítica transparente o translúcida puede trabajar sinérgicamente con el material subyacente (ya sea la superficie base o la capa de revestimiento adicional) para proporcionar una eliminación de NOx mejorada. La presente descripción proporciona además métodos para eliminar NOx proporcionando tales construcciones en una ubicación donde puede estar presente NOx. En particular, las estructuras existentes o nuevas pueden recubrirse con al menos una capa de una primera composición que se reviste con al menos una capa de una segunda composición. La segunda composición puede ser transparente o translúcida e incluir un material fotocatalítico, y la primera composición puede exhibir propiedades que mejoran los efectos reductores de NOx del material fotocatalítico.

[0034] En algunas realizaciones, la presente descripción proporciona de este modo una construcción en capas que comprende una base, una primera capa de revestimiento sobre la base, y una segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento. Como se discute en mayor detalle en el presente documento, aunque la construcción se puede caracterizar en relación con las dos capas de revestimiento (o dos materiales de revestimiento utilizados para formar las capas), se pueden incluir una o más capas adicionales en la construcción. Por ejemplo, se puede aplicar una pluralidad de capas del primer material de revestimiento y/o se puede aplicar una pluralidad de capas del segundo material de revestimiento. Además, se pueden aplicar capas adicionales entre la primera capa de revestimiento y la base.

[0035] Una construcción 100 en capas de acuerdo con realizaciones de la presente descripción se ilustra en la FIG. 1. Como se ve allí, una base 110 está provista de una primera capa 120 (formada de un primer material de revestimiento) sobre ella, y una segunda capa 130 (formada de un segundo material de revestimiento) está provista sobre la primera capa. La segunda capa 130 es transparente o translúcida.

[0036] La base 110 puede ser cualquier estructura que puede estar situada en una zona donde la reducción de NOx puede ser deseable. La base puede ser una estructura existente sobre la cual se pueden aplicar las capas de revestimiento. La base puede ser una nueva estructura que se puede colocar intencionalmente en el área donde la reducción de NOx puede ser deseable. Aunque no hay límite en el tamaño de la estructura que forma la base, se entiende que cuanto mayor sea la superficie de la estructura que puede estar cubierta con las capas de revestimiento, mayor será el nivel esperado de reducción de NOx. Toda o una parte de la base puede cubrirse con las capas de revestimiento. Preferiblemente, la base está posicionada de tal manera que las capas de revestimiento están sujetas a una absorción de luz suficiente para iniciar el efecto fotocatalítico. Se entiende en la realización ejemplar mostrada en la FIG. 1 que las capas de revestimiento (120 y 130) se revistieron sobre una superficie expuesta de la base 110.

[0037] La base puede ser una estructura, tal como una casa o un edificio. La base puede ser una estructura que se encuentra particularmente en un área donde se espera una mayor producción de NOx, como una ubicación industrial, particularmente una planta de energía, o un área donde hay tráfico de automóviles. Por ejemplo, la base puede incluir un garaje de estacionamiento o una estructura vial. Se entiende que una estructura de carretera puede incluir cualquier estructura posicionada en el contexto de una carretera. Ejemplos no limitativos de estructuras de carreteras incluyen superficies de carreteras, puentes y pasos elevados, túneles, barreras en el borde de la carretera o medianas, señales de tráfico, casetas de peaje y otros edificios (por ejemplo, estaciones de servicio, tiendas de conveniencia y similares).

[0038] La base se puede formar sustancialmente de cualquier material adecuado para recubrir con una o una pluralidad de capas. Por ejemplo, las estructuras cementosas (por ejemplo, formadas con hormigón o materiales similares) pueden ser particularmente adecuadas como base. Sin embargo, otros materiales también están abarcados por la presente divulgación, tales como, pero sin limitación, madera, metal y mampostería. Tales materiales se pueden encontrar particularmente en las superficies exteriores de una estructura que puede estar sujeta a la radiación UV del sol y al lavado con lluvia. Sin embargo, los constructos de la presente descripción pueden ser adecuados para uso en interiores, como dentro de hogares u otros edificios. Como tal, la base puede estar formada sustancialmente de otros materiales tales como, pero sin limitarse a, plástico, papel, textil y yeso.

[0039] La primera capa de revestimiento 120 puede comprender cualquier material adecuado para formar una capa sobre una superficie de la base - por ejemplo, un material formador de película. Aunque no se excluyen los materiales en forma de lámina, las películas preformadas y similares, para facilitar la formación, puede ser útil que la primera capa de revestimiento se forme de un material, como una pintura u otra dispersión, mezcla o solución, que se puede aplicar a la superficie de la base en forma sustancialmente líquida y dejar secar o curar para formar la capa, es decir, mediante pulverización, laminado, cepillado, inmersión o métodos similares.

[0040] Como se describe adicionalmente en el presente documento, la primera capa de revestimiento puede ser

beneficiosa para la producción de la dispersión de luz que mejora el efecto fotocatalítico de la segunda capa de revestimiento. Por lo tanto, la primera capa de revestimiento se puede definir en relación con sus propiedades de dispersión de la luz. Preferiblemente, la primera capa de revestimiento está configurada para reflejar una porción principal de luz incidente que contacta la superficie de la primera capa de revestimiento. La reflexión puede abarcar la reflexión difusa (dispersión en todos los ángulos), así como la reflexión especular (reflexión en un solo ángulo). En algunas realizaciones, la primera capa de revestimiento se puede configurar para reflejar al menos aproximadamente 60%, al menos aproximadamente 70%, al menos aproximadamente 80%, al menos aproximadamente 90%, al menos aproximadamente 95% o al menos aproximadamente 98% de toda luz incidente. La reflectancia puede caracterizarse en términos de una longitud de onda específica de radiación electromagnética y/o una banda de radiación electromagnética. En algunas realizaciones, el porcentaje de luz reflejada proporcionada por la primera capa de revestimiento puede evaluarse en relación con la luz en el espectro visible (aproximadamente 400 a aproximadamente 750 nm en longitud de onda). En algunas realizaciones, la reflectancia de la primera capa de revestimiento puede definirse en relación con la luz en una banda ultravioleta (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 400 nm, o aproximadamente 290 nm a aproximadamente 400 nm). Preferiblemente, la primera capa de revestimiento se puede adaptar para reflejar luz que tiene una longitud de onda de aproximadamente 350 a aproximadamente 380 nm, aproximadamente 355 nm a aproximadamente 375 nm, o aproximadamente 360 nm a aproximadamente 370 nm. La reflectancia se puede evaluar utilizando, por ejemplo, un espectrofotómetro, como un espectrofotómetro LAMBDA™ 750 UV/Vis/NIR (disponible de Perkin Elmer). Los métodos de medición y la interpretación de datos para reflectancia o materiales se describen en ASTM E1331-15, Método de prueba estándar para factor de reflectancia y color por espectrofotometría utilizando geometría hemisférica; ASTM E1175-87 (2015), Método de prueba estándar para determinar la reflectancia solar o fotópica, la transmitancia y la absorción de materiales utilizando una esfera de integración de gran diámetro; y ASTM G173-03 (2012), Tablas estándar para irradiancias espectrales solares de referencia: normal directo y hemisférico en una superficie inclinada de 37°.

[0041] La primera capa de revestimiento tiene preferentemente un color visible que es un tono de blanco. Como normalmente se entiende que el color aparente de un material surge de la reflectancia de la luz visible, puede ser particularmente útil utilizar un material de revestimiento adaptado para reflejar una mayoría sustancial de toda la luz dentro del espectro visible, tal como lo proporciona típicamente visiblemente materiales blancos. Como tal, el material de revestimiento utilizado para formar la primera capa de revestimiento puede adaptarse para proporcionar una capa de revestimiento que sea de color blanco puro o blanquecino.

[0042] En algunas realizaciones, el grado de "blancura" de la capa de revestimiento puede ser caracterizado en relación con cualquier o todos de los valores L^* , a^* , y b^* . Estos valores pueden obtenerse en relación con la escala conocida CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) desarrollada por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). CIELAB es un sistema de color adversario basado en el hecho de que los estímulos de color de la retina se traducen en distinciones entre claro y oscuro, rojo y verde, y azul y amarillo. CIELAB indica estos valores con tres ejes: L^* ; a^* ; y b^* .

[0043] Se entiende que L^* representa la ligereza de color (en una escala de 0 a 100, siendo 0 el color negro y 100 siendo difuso blanco (con valores mayores que 100 siendo posible en relación con blanco especular)), a^* representa la escala entre verde y magenta (valores negativos que indican valores verdes y positivos que indican magenta), y b^* representa la escala entre amarillo y azul (valores negativos que indican azul y valores positivos que indican amarillo). La capa de revestimiento formada por el primer material de revestimiento puede exhibir un valor de L^* mayor que aproximadamente 90, mayor que aproximadamente 92 o mayor que aproximadamente 95 (con un valor máximo de L^* comprendido de 100). En realizaciones particulares, L^* puede ser de aproximadamente 90 a 100 o aproximadamente 92 a 100. En realizaciones adicionales, L^* puede ser de aproximadamente 95 a aproximadamente 97 o, más específicamente, de 95,0 a 97,5 o de 95,0 a 97,0.

[0044] La capa de revestimiento que se forma por el primer material de revestimiento puede presentar un valor a^* de aproximadamente -5 a aproximadamente +5, aproximadamente -4 a aproximadamente +4, o de aproximadamente -2 a aproximadamente +2. En algunas realizaciones, a^* puede ser inferior a 0, tal como aproximadamente -5 a menos de 0, aproximadamente -4 a menos de 0, -3 a menos de 0 o -2 a menos de 0. En particular, a^* puede ser -1,50 a -0,50 o -1,00 a -0,45.

[0045] La capa de revestimiento que se forma por el primer material de revestimiento puede presentar un valor b^* de aproximadamente -2 a aproximadamente +10, aproximadamente -1 a aproximadamente +9, o aproximadamente 0 a aproximadamente +8. En algunas realizaciones, b^* puede ser mayor que 0, tal como aproximadamente 1 a aproximadamente 5 o, más particularmente, 1,0 a 4,0 o 1,0 a 2,5.

[0046] En una o más realizaciones, los valores anteriores para L^* , a^* , y b^* se pueden combinar de cualquier manera. En otras palabras, la capa de revestimiento puede tener un valor L^* dentro de cualquiera de los rangos anteriores, mientras que también tiene un valor a^* dentro de cualquiera de los rangos anteriores, mientras que además tiene un valor b^* dentro de cualquiera de los rangos anteriores, y una persona experta sería entender que de revestimiento adecuado colores de las capas se pueden conseguir mediante la selección de valores L^* , a^* , y b^* de los intervalos anteriores. En algunas realizaciones, pueden desearse combinaciones específicas de valores en función del tiempo de exposición a la luz UV. Por ejemplo, después de 100 horas de exposición a la luz ultravioleta, una capa de revestimiento puede tener un valor L^* de 95,0 a 97,0, un valor a^* de -1,50 a -0,50 y un valor b^* de 1,0 a 4,0. Como

otro ejemplo, después de 1300 horas de exposición a la luz ultravioleta, una capa de revestimiento puede tener un valor L^* de 95,0 a 97,5, un valor a^* de -1,00 a -0,45 y un valor b^* de 1,0 a 2,5.

5 **[0047]** Los valores anteriores pueden ser exhibidos cuando la primera capa de revestimiento está cubierta con la segunda capa de revestimiento transparente o translúcida. Los valores L^* , a^* y b^* se pueden medir, por ejemplo, utilizando un espectrofotómetro color-view™ (disponible de BYK-Gardner EE.UU., Columbia, Maryland).

10 **[0048]** En algunas realizaciones, la primera capa de revestimiento puede comprender uno o más pigmentos adaptados para impartir la sombra de blanco visible. Por ejemplo, se puede incluir pigmento de dióxido de titanio, como TIONA™ 595 (disponible en Millennium Inorganic Chemicals Ltd.).

15 **[0049]** La segunda capa de revestimiento 130 puede estar formada de un material que resulta en una capa que es suficientemente transparente o translúcida de tal manera que la luz puede pasar a través de la misma para la reflexión por el material subyacente, como la primera capa (o una superficie base adecuada). La segunda capa de revestimiento comprende dióxido de titanio que está en una forma adecuada para proporcionar actividad fotocatalítica a la segunda capa de revestimiento. Como tal, la segunda capa puede ser caracterizada como que comprende fotocatalítica de TiO_2 . Ejemplos de composiciones fotocatalíticas de TiO_2 incluyen los disponibles de Cristal bajo el nombre CristalACTiV™. Se ha demostrado que los soles coloidales de dióxido de titanio son materiales útiles para formar capas de revestimiento transparentes que también exhiben la actividad fotocatalítica deseada.

20 **[0050]** En algunas realizaciones, TiO_2 fotocatalítica puede definirse en relación con una o más de su tamaño de partícula, la superficie de área, y la forma cristalina. Por ejemplo, TiO_2 fotocatalítica útil según la presente descripción puede tener un tamaño medio de partícula que es menos de aproximadamente 100 nm, menos de aproximadamente 50 nm, menos de aproximadamente 25 nm, o menos de aproximadamente 10 nm (por ejemplo, aproximadamente 1 nm a aproximadamente 50 nm, aproximadamente 1 nm a aproximadamente 40 nm, o aproximadamente 2 nm a aproximadamente 20 nm). El área superficial puede ser preferiblemente de aproximadamente 50 m^2/g , al menos aproximadamente 100 m^2/g , al menos aproximadamente 200 m^2/g , o al menos aproximadamente 250 m^2/g (por ejemplo, aproximadamente 50 m^2/g a aproximadamente 500 m^2/g , aproximadamente 100 m^2/g a aproximadamente 450 m^2/g , o aproximadamente 150 m^2/g a aproximadamente 400 m^2/g). La estructura cristalina puede ser preferiblemente la forma anatasa. La caracterización de partículas se puede llevar a cabo utilizando técnicas conocidas, como la microscopía electrónica de transmisión (TEM), la espectroscopía de difracción de rayos X (XRD) o las técnicas de dispersión de luz (como la dispersión dinámica de luz, por Malvern Instruments Ltd., Reino Unido).

35 **[0051]** La concentración del TiO_2 en el material que forma la segunda capa puede variar. Por ejemplo, la concentración de TiO_2 puede ser de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 99% en peso. En algunas realizaciones, la concentración de TiO_2 puede ser de aproximadamente 0,1% en peso a aproximadamente 30% en peso, aproximadamente 1% en peso a aproximadamente 20% en peso, o aproximadamente 5% en peso a aproximadamente 15% en peso.

40 **[0052]** Soles de TiO_2 transparentes o translúcidos se pueden proporcionar en un disolvente acuoso, especialmente agua o agua combinada con un disolvente miscible con agua, tal como un alcohol. El material utilizado en la formación de la segunda capa de revestimiento (incluidos los soles de TiO_2) puede incluir opcionalmente ingredientes adicionales siempre que la adición de dichos ingredientes no tenga un impacto negativo medible sobre la transparencia o la estabilidad del sol. Los ejemplos no limitantes de otros materiales que pueden estar presentes además del TiO_2 y el solvente pueden incluir agentes bactericidas, solventes orgánicos (por ejemplo, alcoholes), coadyuvantes de formación de película, agentes secuestrantes y ajustadores de pH. Materiales formados de soles de TiO_2 pueden estabilizarse por ácido, estabilizarse por base, o ser sustancialmente neutrales.

50 **[0053]** El material utilizado en la formación de la segunda capa de revestimiento puede estar en cualquier forma en la que la capa resultante proporciona el nivel requerido de transparencia o translucidez y proporciona la capacidad fotocatalítica necesaria. En algunas realizaciones, la segunda capa de revestimiento se puede formar usando un material de sol de TiO_2 . La transparencia de la segunda capa de revestimiento se puede caracterizar en relación con la cantidad de luz visible (es decir, en el rango de longitud de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm) que pasa a través de la capa. Preferiblemente, la transparencia es tal que al menos aproximadamente 50%, al menos aproximadamente 60%, al menos aproximadamente 70%, al menos aproximadamente 80% o al menos aproximadamente 90% (por ejemplo, aproximadamente 50% a aproximadamente 99%, aproximadamente 60% a aproximadamente 98%, o aproximadamente 65% a aproximadamente 95%) de luz en el espectro visible que incide en la capa pasa a través de ella. Las pruebas estándar de transparencia se describen en ASTM D1003-13, Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics. También se pueden emplear otros métodos. Por ejemplo, el material de revestimiento se puede aplicar a un sustrato de vidrio transparente (por ejemplo, una cubeta de un panel de vidrio) mediante un método adecuado, como pulverizar o usar una barra de estiramiento, hasta el espesor de revestimiento deseado y luego dejar que se seque al aire. Las muestras así formadas se pueden analizar en un espectrómetro UV Vis usando el mismo sustrato (sin revestimiento) que un blanco. La transparencia se puede registrar como el porcentaje de transmisión promedio sobre las longitudes de onda de 400 a 700 nm. Los revestimientos de acuerdo con la presente descripción exhiben preferiblemente una transmisión promedio sobre las longitudes de onda de 400-700 nm de al menos aproximadamente 50%, al menos aproximadamente 60%, al menos

aproximadamente 70%, al menos aproximadamente 80% o al menos aproximadamente 90% (por ejemplo, aproximadamente 50% a aproximadamente 99%, aproximadamente 60% a aproximadamente 98%, o aproximadamente 65% a aproximadamente 95%).

5 **[0054]** El TiO₂ fotocatalítico y sus composiciones (incluidos los soles transparentes o translúcidos de TiO₂), así como los métodos para preparar tales materiales se describen en la Patente de EE.UU. N° 5.049.309 de Sakamoto et al., Patente de EE.UU. N° 6,420,437 de Mori et al., Patente de EE.UU. N° 6,672,336 de Ohmori et al., Patente de EE.UU. N° 6,824,826 de Amadelli et al., Patente de EE.UU. N° 7.763,565 de Fu et al., Patente de EE.UU. N° 7.776.954 de Stratton et al., Patente de EE.UU. N° 7,932,208 de Fu et al., Patente de EE.UU. N° 7,935,329 de Im et al., Patente de EE.UU. N° 2007/0155622 de Goodwin et al., Patente de EE.UU. N° 2011/0159109 de Lee et al., Patente de EE.UU. N° 2011/0183838 de Fu et al., y Patente de EE.UU. N° 2013/0122074 de Kerrod et al. Dichos materiales pueden utilizarse particularmente para formar una segunda capa de revestimiento como se describe en este documento.

15 **[0055]** La segunda capa de revestimiento se proporciona sobre la primera capa de revestimiento a través de cualquier método adecuado para formar un revestimiento. El material que forma la segunda capa de revestimiento puede proporcionarse como una dispersión, mezcla o solución (que incluye un sol coloidal), que puede aplicarse a la superficie de la base en forma sustancialmente líquida y dejarse secar o curar para formar la capa - es decir, mediante pulverización, laminado, cepillado, inmersión o métodos similares.

20 **[0056]** Una construcción de capas de acuerdo con la presente descripción puede ser particularmente eficaz en la reducción de NOx presente en un área determinada. La segunda capa de revestimiento que incluye TiO₂ fotocatalítico puede exhibir una capacidad de reducción de NOx independiente de las construcciones en capas actuales. Sin embargo, según la presente descripción, se ha descubierto que la combinación de la primera capa de revestimiento con sus propiedades reflectantes particulares con la segunda capa de revestimiento puede proporcionar un efecto sinérgico que conduce a una mayor eficacia en la reducción de NOx. En particular, la reducción de NOx proporcionada por la construcción en capas puede exceder la reducción de NOx proporcionada por la segunda capa de revestimiento sola en al menos aproximadamente 5%, al menos aproximadamente 10%, al menos aproximadamente 15%, al menos aproximadamente 20%, o al menos aproximadamente 25%.

30 **[0057]** En algunas realizaciones, la primera capa de revestimiento puede estar formada de un material fotocatalítico, tal como una pintura fotocatalítica. Se conocen diversas pinturas fotocatalíticas en la técnica, como la pintura BOYSEN® KNOxOUT™ (de Pacific Paint (Boysen) Philippines, Inc.), que incluye CristalACTiV™ TiO₂. Sin embargo, se ha encontrado de acuerdo con la presente descripción que la combinación de la primera capa de revestimiento (cuando exhibe propiedades reflectantes como se describe aquí) con la segunda capa de revestimiento (que es transparente o translúcida e incluye TiO₂ fotocatalítico) puede proporcionar un efecto sinérgico que conduce a una mayor eficacia en la reducción de NOx. Tal efecto se observa cuando la primera capa de revestimiento es en sí misma un material fotocatalítico que exhibe propiedades de reducción de NOx. En particular, la reducción de NOx proporcionada por la construcción en capas puede exceder la reducción de NOx proporcionada por la primera capa de revestimiento sola en al menos aproximadamente 5%, al menos aproximadamente 10%, al menos aproximadamente 15%, al menos aproximadamente 20%, o al menos aproximadamente 25%.

45 **[0058]** La reducción de NOx dentro de la vecindad de una estructura se entiende que significa que el aire que circula más allá de la estructura revestida puede ponerse en contacto con la capa de revestimiento exterior suficientemente para la oxidación de cualquier NOx presente en el aire por el fotocatalizador. Se entiende además que el aire afectado puede circular fuera de la estructura, y el resultado es que con el tiempo, el aire tiene un nivel general más bajo de NOx. Para fines de evaluación de acuerdo con la presente descripción, la reducción de NOx en la vecindad de una construcción como se describe en el presente documento puede significar reducción de NOx dentro de un radio de 100 m, 10 m, 1 m o 0,5 m de la estructura de base revestida. Las pruebas para la reducción de NOx se pueden llevar a cabo de acuerdo con métodos conocidos, como los métodos descritos en ISO 22197-1:2007, Cerámica fina (cerámica avanzada, cerámica técnica avanzada). Método de prueba para el rendimiento de purificación de aire de materiales fotocatalíticos semiconductores. - Parte 1: eliminación de óxido nítrico. Otros métodos adecuados para probar la reducción de NOx se describen en los ejemplos adjuntos. Además, los métodos para determinar la eliminación de NOx se describen en la publicación de EE.UU. N° 2007/0167551 de Goodwin et al.

55 **[0059]** En algunas realizaciones, una construcción de acuerdo con la presente descripción puede permitir la reducción en la cantidad de NOx en el aire ambiente, dicha reducción es al menos aproximadamente 10%, al menos aproximadamente 20%, al menos aproximadamente 30%, al menos aproximadamente 40%, o al menos aproximadamente 50%. La reducción puede basarse en una concentración media de NOx medida en ppm (por volumen) durante un período de tiempo definido. Por ejemplo, si una concentración basal de NOx en una ubicación promediada durante una hora fue de 1 ppm (por volumen), y si después de ubicar un constructo de acuerdo con la presente divulgación en la misma ubicación, la concentración promedio de NOx durante una hora fue de 0,5 ppm (en volumen), se entendería que la presencia de la construcción había logrado una reducción de NOx de aproximadamente el 50%.

65 **[0060]** Incluso cuando la primera capa de revestimiento y la segunda capa de revestimiento exhiben propiedades de reducción de NOx asociadas con el efecto fotocatalítico, es inesperado que la combinación de capas proporcionaría

efectos sinérgicos. Esto se debe a que la primera capa de revestimiento, cuando está cubierta por la segunda capa de revestimiento, no se esperaría que proporcionara sustancialmente ningún efecto catalítico ya que la segunda capa de revestimiento evitaría el contacto catalítico de la primera capa de revestimiento con materiales transportados por el aire, incluidas las moléculas de NOx. Más bien, se ha encontrado de acuerdo con la presente divulgación que se pueden proporcionar mejoras en la reducción de NOx en la construcción en capas cuando la primera capa de revestimiento (independientemente de cualquier capacidad fotocatalítica independiente del material) exhibe propiedades reflectoras de la luz como se describe en el presente documento (por ejemplo, es sustancialmente un tono de blanco) cuando recibe luz incidente que pasa a través de la segunda capa de revestimiento transparente o translúcida.

[0061] Aunque no se desea estar ligado por la teoría, la combinación de capas parece aumentar la actividad fotocatalítica en la segunda capa de revestimiento más externa, debido a la luz que pasa a través de la segunda capa de revestimiento transparente o translúcida es reflejada y/o dispersada por la primera capa de revestimiento de otro modo. Se cree que la dispersión de la luz aumenta la actividad en un sol de TiO₂ (o material fotocatalítico similar) de modo que se mejora la reducción de NOx en comparación con los materiales fotocatalíticos que no tienen esta construcción de múltiples capas que combina una capa de revestimiento exterior fotocatalítica, transparente o translúcida con una capa de revestimiento reflectante de luz.

EXPERIMENTAL

[0062] La presente invención se ilustra más completamente mediante los siguientes ejemplos, que se exponen para ilustrar la presente invención y no deben interpretarse como limitantes de la misma. A menos que se indique lo contrario, todas las partes y porcentajes son en peso, y todos los porcentajes en peso se expresan en seco, lo que significa excluir el contenido de agua, a menos que se indique lo contrario.

EJEMPLO 1

[0063] Se evaluó la capacidad de diversos materiales de revestimiento en varias combinaciones para reducir la concentración de NOx. Materiales utilizados en la evaluación de revestimiento se muestran en la TABLA 1.

TABLA 1

Material	Descripción
Material de revestimiento 1	Pintura acrílica blanca de estireno
Material de revestimiento 2	Pintura acrílica blanca de estireno con CristalACTiV™ PC500 agregado (80% en peso)
Material de revestimiento 3	Pintura acrílica blanca de estireno con TiO ₂ fotocatalítico
Material de revestimiento 4	CristalACTiV™ PCS7: sol transparente de TiO ₂ (5% en peso)

[0064] La pintura utilizada en el revestimiento de material 1 y el material de revestimiento 2 fue una formulación como se describe en la patente de los Estados Unidos. Pub. N° 2014/0322116 de Maltby et al. La pintura utilizada en el material de revestimiento 3 está disponible comercialmente como SIGMACARE® Cleanair Matte (disponible en PPG Coatings).

[0065] Las PRUEBAS 1 y 8 eran una capa de material de Revestimiento 1 sobre hormigón.

[0066] Las PRUEBAS 2 y 9 eran una capa de material de Revestimiento 2 sobre hormigón.

[0067] Las PRUEBAS 3 y 10 eran una capa de material de Revestimiento 3 sobre hormigón.

[0068] Las PRUEBAS 4 y 11 eran una capa de material de Revestimiento 4 sobre hormigón.

[0069] Las PRUEBAS 5 y 12 eran una capa de revestimiento de material 1 sobre hormigón cubierto con una capa de revestimiento de material 4.

[0070] Las PRUEBAS 6 y 13 eran una capa de revestimiento de material 2 sobre hormigón cubierto con una capa de revestimiento de material 4.

[0071] Las PRUEBAS 7 y 14 eran una capa de revestimiento de material 3 sobre hormigón cubierto con una capa de revestimiento de material 4.

[0072] Cada muestra de prueba tenía un área de superficie de aproximadamente 18 cm², y el ensayo se llevó a cabo usando una cámara Suntest (disponible en Atlas Material Testing Solutions). Se tomaron lecturas iniciales y se obtuvieron lecturas de seguimiento después de 200 horas, 500 horas, 800 horas, 1100 horas, 1400 horas, 1700 horas antes del enjuague y 1700 horas después del envejecimiento en la cámara Suntest. Durante el envejecimiento en la

5 cámara Suntest, las muestras se sometieron a luz en un espectro de 250-765 nm a 550 p/m². Para las evaluaciones, las muestras se colocaron en un analizador de NOx bajo un flujo de NO a aproximadamente 0,7 l/min. Las lecturas se tomaron bajo luz fluorescente aplicada (espectro de 400 a 750 nm) a 7,24 p/m² y bajo luz ultravioleta (espectro de 290 a 400 nm) a 6,63 p/m². Se utilizó un analizador EnviroTech NOx modelo T200. Otros analizadores de NOx están disponibles comercialmente, como Teledyne Technologies Incorporated, Altech Environment USA y Emerson Process Management. El analizador de NOx consta de una cámara de prueba sellada (por ejemplo, un tubo de cuarzo), una fuente de luz configurada para iluminar la cámara de prueba, una fuente de gas NO, un tubo para la entrega del gas NO a la cámara de prueba, un analizador configurado para detectar la presencia de NOx, tubería para la entrega de gas desde la cámara de prueba al analizador, una fuente de aire purificado (sin NOx), tubería para la entrega de aire purificado a la cámara de prueba, un humidificador opcional para la entrega de vapor de agua a la prueba cámara, válvulas y bombas. Al menos la cámara de prueba está en un recipiente a prueba de luz para permitir lecturas "oscuras". Para cada prueba, se tomaron lecturas de concentración de NOx sin la luz aplicada y luego nuevamente con la luz aplicada para evaluar la reducción de NOx en condiciones fotocatalíticas.

15 **[0073]** Los datos del resultado de la prueba se proporcionan en la TABLA 2 y la TABLA 3 a continuación. Los resultados de la prueba se ilustran gráficamente en la FIG. 2 y la FIG. 3. Además, los valores L*, a* y b* para las diversas muestras de prueba se proporcionan en la TABLA 4 a la TABLA 6. El % de reducción de NOx se calculó de acuerdo con la Fórmula 1:

20
$$[(D - L) / D] \times 100$$
 Fórmula 1

en donde D es la suma de los valores de NO y NO₂ medido en condiciones de oscuridad y L es la suma de los valores de NO y NO₂ medidos mientras en exposición a las condiciones de luz.

25 **[0074]** Las pruebas mostraron que la combinación del sol de TiO₂ transparente sobre una capa de revestimiento blanco proporcionó la reducción de NOx mejorada en promedio. Tal mejora se identifica en general en comparación con revestimientos de la capa blanca solo o el sol de TiO₂ transparente solo.

TABLA 2

% de reducción de NOx en luz fluorescente (400 a 750 nm)								
	Inicial	200 h	500 h	800 h	1100 h	1400 h	1700 h	1700 h *
PRUEBA 1	0,0	0,4	0,0	0,4	-0,4	0,0	0,4	0,0
PRUEBA 2	0,0	6,5	6,8	6,0	8,8	3,8	1,3	15,7
PRUEBA 3	3,4	3,0	2,1	2,6	-0,4	-0,4	0,4	3,0
PRUEBA 4	21,2	15,2	11,8	13,9	22,0	9,4	11,3	25,6
PRUEBA 5	25,0	15,3	14,0	14,5	24,7	9,7	20,0	39,4
PRUEBA 6	34,5	24,3	20,8	31,8	24,8	17,8	13,5	36,9
PRUEBA 7	37,7	20,8	21,6	30,5	26,6	10,3	14,7	20,7
*medida tomada después de enjuagar los escombros de la superficie								

TABLA 3

% de reducción de NOx en luz ultravioleta (290 a 400 nm)								
	Inicial	200 h	500 h	800 h	1100 h	1400 h	1700 h	1700 h *
PRUEBA 8	0,9	0,9	0,8	0,4	0,0	0,4	2,1	0,8
PRUEBA 9	3,8	10,8	7,2	11,5	11,3	3,8	3,5	27,2
PRUEBA 10	14,9	27,8	10,3	20,1	16,9	8,7	13,2	19,0
PRUEBA 11	50,2	40,7	31,5	40,3	40,7	27,8	30,7	47,4
PRUEBA 12	47,5	36,2	37,7	40,0	41,6	34,2	30,4	52,8
PRUEBA 13	45,1	37,4	39,4	38,5	36,8	30,9	37,0	50,2
PRUEBA 14	50,2	51,8	46,6	53,0	50,2	46,6	50,0	57,8
*medida tomada después de enjuagar los escombros de la superficie								

TABLA 4

Valor L* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	200 h	500 h	800 h	1100 h	1400 h	1700 h
PRUEBA 8	96,6	96,7	96,5	96,66	96,35	96,32	96,48
PRUEBA 9	96,3	96,3	96,5	96,54	96,02	96,17	96,13
PRUEBA 10	96,8	96,9	97,0	97,02	96,98	97,08	96,77
PRUEBA 11	67,6	68,8	69,2	70,12	70,11	70,61	71,50
PRUEBA 12	96,1	96,1	95,9	96,01	96,12	95,94	96,09
PRUEBA 13	95,7	96,0	96,1	96,01	96,13	96,15	96,04
PRUEBA 14	95,8	96,1	96,2	96,30	96,36	96,49	96,37

TABLA 5

Valor a* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	200 h	500 h	800 h	1100 h	1400 h	1700 h
PRUEBA 8	-0,67	-0,72	-0,72	-0,76	-0,77	-0,80	-0,85
PRUEBA 9	-0,77	-0,88	-0,71	-0,73	-0,68	-0,67	-0,67
PRUEBA 10	-0,51	-0,47	-0,41	-0,42	-0,40	-0,39	-0,40
PRUEBA 11	0,76	0,68	0,73	0,44	-0,43	-0,75	0,87
PRUEBA 12	-1,48	-0,84	-0,63	-0,83	-0,84	-0,81	-0,79
PRUEBA 13	-1,86	-1,06	-0,76	-0,84	-0,82	-0,80	-0,88
PRUEBA 14	-1,98	-0,61	-0,44	-0,52	-0,54	-0,49	-0,50

TABLA 6

Valor b* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	200 h	500 h	800 h	1100 h	1400 h	1700 h
PRUEBA 8	1,12	1,01	0,93	1,17	1,05	1,02	1,35
PRUEBA 9	0,90	1,09	0,72	0,71	0,57	0,55	0,53
PRUEBA 10	1,07	0,90	0,77	0,84	0,84	0,80	0,86
PRUEBA 11	13,15	12,99	12,93	12,24	12,93	11,98	12,35
PRUEBA 12	2,73	1,31	0,89	1,13	1,24	0,79	0,73
PRUEBA 13	3,22	1,73	1,02	0,97	0,92	0,97	0,84
PRUEBA 14	3,81	0,95	0,63	0,76	0,85	0,73	0,68

EJEMPLO 2

[0075] Se evaluó la capacidad de diversos materiales de revestimiento en varias combinaciones para reducir la concentración de NOx. Materiales utilizados en la evaluación de revestimiento se muestran en la TABLA 7.

TABLA 7

Material	Descripción
Material de revestimiento 5	Pintura acrílica blanca de estireno con TIONA™ 595 (15% en peso)
Material de revestimiento 6	Pintura acrílica blanca de estireno con TIONA™ 595 (10% en peso)
Material de revestimiento 7	Pintura acrílica blanca de estireno con TIONA™ 595 (5% en peso)
Material de revestimiento 8	Pintura acrílica blanca de estireno
Material de revestimiento 9	Pintura acrílica blanca de estireno con 2% de nanoTiO ₂
Material de revestimiento 10	Pintura acrílica blanca de estireno con 4% de nanoTiO ₂
Material de revestimiento 11	Pintura acrílica blanca de estireno con 4% de nanoTiO ₂
Material de revestimiento 12	CristalACTiV™ PCS7: sol transparente de TiO ₂ (5% en peso)

[0076] La pintura utilizada en el material de revestimiento 5, material de revestimiento 6, y material de revestimiento 7 era una formulación como se describe en la patente de los Estados Unidos. Pub. N° 2014/0322116 de Maltby et al. El TIONA™ 595 utilizado en los materiales de revestimiento 5-7 está disponible en Millennium Inorganic Chemicals Ltd. Los materiales de revestimiento 8-11 utilizaron pinturas acrílicas de estireno generales con o sin nanoTiO₂ agregado.

[0077] Las PRUEBAS 15 y 29 eran una capa de material de revestimiento 5 sobre hormigón.

[0078] Las PRUEBAS 16 y 30 eran una capa de material de revestimiento 6 sobre hormigón.

[0079] Las PRUEBAS 17 y 31 eran una capa de material de revestimiento 7 sobre hormigón.

[0080] Las PRUEBAS 18 y 32 eran una capa de material de revestimiento 8 sobre hormigón.

[0081] Las PRUEBAS 19 y 33 eran una capa de material de revestimiento 9 sobre hormigón.

[0082] Las PRUEBAS 20 y 34 eran una capa de material de revestimiento 10 sobre hormigón.

[0083] Las PRUEBAS 21 y 35 eran una capa de material de revestimiento 11 sobre hormigón.

[0084] Las PRUEBAS 22 y 36 eran una capa de material de revestimiento 5 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0085] Las PRUEBAS 23 y 37 eran una capa de material de revestimiento 6 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0086] Las PRUEBAS 24 y 38 eran una capa de material de revestimiento 7 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0087] Las PRUEBAS 25 y 39 eran una capa de material de revestimiento 8 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0088] Las PRUEBAS 26 y 40 eran una capa de material de revestimiento 9 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0089] Las PRUEBAS 27 y 41 eran una capa de material de revestimiento 10 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0090] Las PRUEBAS 28 y 42 eran una capa de material de revestimiento 11 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 12.

[0091] Cada muestra de prueba tenía un área de superficie de aproximadamente 18 cm², y el ensayo se llevó a cabo en la cámara Suntest como en el Ejemplo 1. Se tomaron lecturas iniciales y las lecturas de seguimiento se obtuvieron después de 100 horas, 400 horas, 900 horas de enjuague previo, 900 horas de enjuague posterior y 1200 horas de envejecimiento en la cámara Suntest. Durante el envejecimiento en la cámara Suntest, las muestras se sometieron a luz en un espectro de 250-765 nm a 550 p/m². Para las evaluaciones, las muestras se colocaron en un analizador de NOx bajo un flujo de NO a aproximadamente 0,6 l/min. Las lecturas se tomaron bajo luz fluorescente aplicada (espectro de 400 a 750 nm) a 7,24 p/m² y bajo luz ultravioleta (espectro de 290 a 400 nm) a 7,19 p/m². Para cada prueba, se tomaron lecturas de concentración de NOx sin la luz aplicada y luego nuevamente con la luz aplicada para evaluar la reducción de NOx en condiciones fotocatalíticas.

[0092] Los datos del resultado de la prueba se proporcionan en la TABLA 8 y la TABLA 9 a continuación. Los resultados de la prueba se ilustran gráficamente en la FIG. 4 y la fig. 5. Adicionalmente, L*, a*, y b* valores para las diversas muestras de ensayo se proporcionan en la Tabla 10 a la Tabla 12. El % de reducción de NOx se calculó de acuerdo con la Fórmula 1. Las pruebas mostraron que la combinación de la transparente TiO₂ sol sobre una capa de revestimiento blanca proporcionó una reducción de NOx mejorada en promedio. Dicha mejora se identificó generalmente en comparación con los revestimientos de la capa blanca sola.

TABLA 8

% de reducción de NOx en luz fluorescente (400 a 750 nm)						
	Inicial	100 h	400 h	900 h	900 h *	1200 h
PRUEBA 15	2,1	13,0	4,6	2,5	9,4	3,7
PRUEBA 16	0,4	11,7	5,4	6,0	8,2	1,3
PRUEBA 17	4,7	16,7	9,9	7,3	19,4	-0,4
PRUEBA 18	0,4	0,4	-0,4	0,0	0,0	0,4
PRUEBA 19	-0,4	1,3	0,4	0,4	4,5	0,8
PRUEBA 20	1,7	3,9	2,1	2,5	6,7	1,7
PRUEBA 21	2,1	8,2	1,7	0,8	8,3	0,4
PRUEBA 22	29,3	23,1	29,7	25,8	45,3	25,2
PRUEBA 23	30,3	24,0	34,6	22,5	48,8	15,0
PRUEBA 24	19,8	19,7	26,9	17,6	46,1	7,9
PRUEBA 25	10,6	13,2	14,5	13,7	20,0	6,6
PRUEBA 26	15,9	20,5	22,7	12,7	19,4	13,6
PRUEBA 27	29,9	20,4	24,4	13,5	32,5	12,3
PRUEBA 28	29,3	32,5	28,4	16,0	32,9	13,6

*medida tomada después de enjuagar los escombros de la superficie

TABLA 9

% de reducción de NOx en luz ultravioleta (290 a 400 nm)						
	Inicial	100 h	400 h	900 h	900 h *	1200 h
PRUEBA 29	10,6	17,7	8,7	7,0	21,2	5,8
PRUEBA 30	10,3	17,7	13,8	8,5	25,1	4,7
PRUEBA 31	11,0	19,8	17,3	10,6	27,3	5,4
PRUEBA 32	-0,4	1,3	-0,8	-0,4	0,0	1,7
PRUEBA 33	-0,4	6,0	1,2	1,6	7,0	0,4
PRUEBA 34	6,8	11,7	5,4	3,3	14,6	1,3
PRUEBA 35	8,5	12,1	10,0	4,2	23,7	1,7
PRUEBA 36	53,4	48,0	42,3	37,5	56,4	33,2
PRUEBA 37	46,6	48,1	49,8	47,5	66,5	40,4
PRUEBA 38	43,5	39,9	47,1	37,3	61,2	22,4
PRUEBA 39	40,4	39,1	36,5	28,1	47,5	27,2
PRUEBA 40	46,1	40,6	44,5	33,9	59,5	38,8
PRUEBA 41	53,8	49,8	47,1	47,1	60,0	31,3
PRUEBA 42	51,3	48,7	41,5	46,3	61,3	42,6

*medida tomada después de enjuagar los escombros de la superficie

TABLA 10

Valor L* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)				
	Inicial	100 h	400 h	900 h
PRUEBA 29	97,00	96,97	96,98	97,03
PRUEBA 30	96,17	96,18	96,20	96,17
PRUEBA 31	96,44	96,49	96,66	96,18
PRUEBA 32	95,81	95,96	95,77	95,84
PRUEBA 33	96,23	96,27	96,27	96,30
PRUEBA 34	96,31	96,41	96,50	96,56
PRUEBA 35	95,94	95,96	96,00	96,15
PRUEBA 36	96,93	96,95	96,88	96,91
PRUEBA 37	96,54	96,52	96,55	96,54
PRUEBA 38	96,23	96,15	96,36	96,54
PRUEBA 39	95,35	95,60	95,64	95,68
PRUEBA 40	95,43	95,85	95,91	95,88
PRUEBA 41	95,74	96,08	96,10	96,04
PRUEBA 42	95,48	95,74	95,82	95,92

TABLA 11

Valor a* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)				
	Inicial	100 h	400 h	900 h
PRUEBA 29	-0,86	-0,95	-0,78	-0,76
PRUEBA 30	-0,83	-0,85	-0,68	-0,68
PRUEBA 31	-0,87	-0,89	-0,68	-0,67
PRUEBA 32	-0,47	-0,41	-0,46	-0,52
PRUEBA 33	-0,52	-0,76	-0,63	-0,50
PRUEBA 34	-0,67	-0,72	-0,55	-0,52
PRUEBA 35	-0,74	-0,91	-0,64	-0,61
PRUEBA 36	-1,25	-1,01	-0,85	-0,82
PRUEBA 37	-1,26	-1,04	-0,83	-0,83
PRUEBA 38	-1,01	-0,92	-0,72	-0,67
PRUEBA 39	-1,14	-0,65	-0,51	-0,53
PRUEBA 40	-1,35	-0,80	-0,63	-0,54
PRUEBA 41	-1,73	-0,76	-0,63	-0,56
PRUEBA 42	-1,50	-0,91	-0,65	-0,60

TABLA 12

Valor b* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)					
	Inicial	100 h	400 h	900 h	
5	PRUEBA 29	1,14	1,41	1,09	1,08
	PRUEBA 30	1,03	1,15	0,80	0,68
	PRUEBA 31	1,65	1,64	1,15	0,89
	PRUEBA 32	1,84	1,70	1,75	2,01
10	PRUEBA 33	1,86	2,48	2,15	2,20
	PRUEBA 34	2,50	2,43	1,81	1,61
	PRUEBA 35	2,34	2,87	1,96	1,76
	PRUEBA 36	2,18	1,85	1,50	1,34
	PRUEBA 37	2,31	1,93	1,50	1,48
15	PRUEBA 38	2,14	1,94	1,37	1,20
	PRUEBA 39	3,66	2,19	1,95	1,74
	PRUEBA 40	4,85	2,81	2,15	1,97
	PRUEBA 41	5,55	2,53	2,07	1,81
20	PRUEBA 42	4,61	3,05	2,18	2,06

EJEMPLO 3

[0093] Se evaluó la capacidad de diversos materiales de revestimiento en diversas combinaciones para reducir la concentración de NOx. Los materiales de revestimiento utilizados en la evaluación se muestran en la TABLA 13.

TABLA 13

Material	Descripción	
30	Material de revestimiento 13	Pintura acrílica blanca de estireno (Materis) con 2% de nano TiO ₂ (Innovcoat)
	Material de revestimiento 14	Pintura acrílica blanca de estireno (Materis) con 2% de nanoTiO ₂ (Cristal PCS-S6)
35	Material de revestimiento 15	Pintura acrílica de estireno blanca (Cristal) con 2% de nano TiO ₂ (Innovcoat)
	Material de revestimiento 16	Pintura acrílica de estireno blanca (Cristal) con 8% de nano TiO ₂ (Cristal 22% PCX-S6)
	Material de revestimiento 17	Pintura acrílica de estireno blanca (Cristal) con 2% de nano TiO ₂ (Cristal 5,5% PCX-S6)
40	Material de revestimiento 18	CristalACTiV™ PCS7: sol transparente de TiO ₂ (1% en peso)
	Material de revestimiento 19	CristalACTiV™ PCS7: sol transparente de TiO ₂ (5% en peso)
	Material de revestimiento 20	CristalACTiV™ PCS7: sol transparente de TiO ₂ (10% en peso)

[0094] La pintura que se usa en los materiales de revestimiento 13 y 14 era pinturas acrílicas de estireno general. La pintura utilizada en los materiales de revestimiento 15-17 era una formulación como se describe en la patente de EE.UU. Pub. N° 2014/0322116 de Maltby et al. En los materiales de revestimiento 13 y 15, el nano TiO₂ incluía un revestimiento de sílice en las partículas. En los materiales de revestimiento 14, 16 y 17, las partículas de nano TiO₂ se agregaron a la pintura en forma de suspensión.

[0095] Las PRUEBAS 43 y 66 eran una capa de material de revestimiento 13 sobre hormigón.

[0096] Las PRUEBAS 44 y 67 eran una capa de material de revestimiento 13 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 18.

[0097] Las PRUEBAS 45 y 68 eran una capa de material de revestimiento 13 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 19.

[0098] Las PRUEBAS 46 y 69 eran una capa de material de revestimiento 13 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 20.

[0099] Las PRUEBAS 47 y 70 eran una capa de material de revestimiento 14 en el hormigón.

[0100] Las PRUEBAS 48 y 71 eran una capa de material de revestimiento 14 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 18.

- 5
- [0101] Las PRUEBAS 49 y 72 eran una capa de material de revestimiento 14 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 19.
- [0102] Las PRUEBAS 50 y 73 eran una capa de material de revestimiento 14 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 20.
- [0103] Las PRUEBAS 51 y 74 eran una capa de material de revestimiento 15 en el hormigón.
- 10
- [0104] Las PRUEBAS 52 y 75 eran una capa de material de revestimiento 15 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 18.
- [0105] Las PRUEBAS 53 y 76 eran una capa de material de revestimiento 15 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 19.
- 15
- [0106] Las PRUEBAS 54 y 77 eran una capa de material de revestimiento 15 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 20.
- [0107] Las PRUEBAS 55 y 78 eran una capa de material de revestimiento 16 en el hormigón.
- 20
- [0108] Las PRUEBAS 56 y 79 eran una capa de material de revestimiento 16 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 18.
- [0109] Las PRUEBAS 57 y 80 eran una capa de material de revestimiento 16 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 19.
- 25
- [0110] Las PRUEBAS 58 y 81 eran una capa de material de revestimiento 16 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 20.
- [0111] Las PRUEBAS 59 y 82 eran una capa de material de revestimiento 17 en el hormigón.
- 30
- [0112] Las PRUEBAS 60 y 83 eran una capa de material de revestimiento 17 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 18.
- [0113] Las PRUEBAS 64 y 84 eran una capa de material de revestimiento 17 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 19.
- 35
- [0114] Las PRUEBAS 62 y 85 eran una capa de material de revestimiento 17 sobre hormigón cubierto con una capa de material de revestimiento 20.
- [0115] PRUEBAS 63 y 86 eran una capa de revestimiento de material de revestimiento 18 solo en hormigón.
- [0116] Las PRUEBAS 64 y 87 eran una capa de revestimiento del material de revestimiento 19 solo sobre hormigón.
- [0117] Las PRUEBAS 65 y 88 fueron una capa de material de revestimiento de revestimiento 20 solo sobre hormigón.
- 45
- [0118] Cada muestra de prueba tenía un área de superficie de aproximadamente 18 cm², y la prueba se llevó a cabo en la cámara Suntest como en el Ejemplo 1. Se tomaron lecturas iniciales y se obtuvieron lecturas de seguimiento después de 100 horas, 250 horas, 400 horas, 700 horas, 1000 horas y 1300 horas de envejecimiento en la cámara Suntest. Durante el envejecimiento en la cámara Suntest, las muestras se sometieron a luz en un espectro de 250-765 nm a 550 p/m². Para las evaluaciones, las muestras se colocaron en un analizador de NOx bajo un flujo de NO a aproximadamente 0,6 l/min y 50% de humedad relativa. Las lecturas se tomaron bajo luz fluorescente aplicada (espectro de 400 a 750 nm) a 7,22 p/m² y bajo luz ultravioleta (espectro de 290 a 400 nm) a 6,63 p/m². Para cada prueba, se tomaron lecturas de concentración de NOx sin la luz aplicada y luego nuevamente con la luz aplicada para evaluar la reducción de NOx en condiciones fotocatalíticas.
- 50
- [0119] Los datos del resultado de la prueba se proporcionan en la TABLA 14 y la TABLA 15 a continuación. Los resultados de la prueba se ilustran gráficamente en la FIG. 6 a la FIG. 9. El % de reducción de NOx se calculó de acuerdo con la fórmula 1. La apariencia visual del color de las muestras de prueba también se evaluó durante la prueba bajo condiciones de luz ultravioleta. La evaluación visual de las muestras se proporciona en la TABLA 16. Además, los valores L*, a* y b* para las diversas muestras de prueba se proporcionan en la TABLA 17 a la TABLA 19. Las pruebas mostraron que la combinación del sol de TiO₂ transparente sobre una capa de revestimiento blanca proporcionó una reducción de NOx mejorada en promedio. Dicha mejora se identificó generalmente en comparación con los revestimientos de la capa blanca sola o el sol transparente de TiO₂ solo.
- 55
- 60
- 65

TABLA 14

% de reducción de NOx en luz fluorescente (400 a 750 nm)							
	Inicial	100 h	250 h	400 h	700 h	1000 h	1300 h
PRUEBA 43	0,9	0,4	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
PRUEBA 44	11,0	9,5	4,7	4,4	4,8	4,3	3,0
PRUEBA 45	33,3	31,3	12,6	14,0	19,5	24,6	16,6
PRUEBA 46	46,4	46,0	20,8	12,1	24,3	35,2	13,6
PRUEBA 47	0,0	-0,4	-0,4	1,3	0,4	0,4	1,3
PRUEBA 48	8,8	18,1	7,5	9,0	9,2	12,1	6,0
PRUEBA 49	37,2	30,3	19,8	15,2	23,8	31,9	19,7
PRUEBA 50	42,2	35,3	17,1	17,4	26,1	31,6	20,7
PRUEBA 51	0,0	0,4	1,7	0,4	0,4	0,4	0,0
PRUEBA 52	7,5	6,9	3,1	4,3	4,8	5,6	5,6
PRUEBA 53	23,9	22,8	10,7	12,1	11,2	20,5	20,2
PRUEBA 54	29,7	14,6	14,8	13,6	12,6	20,1	6,5
PRUEBA 55	1,3	14,4	11,1	11,6	11,8	6,4	6,8
PRUEBA 56	8,7	14,0	16,0	13,8	15,2	14,5	13,0
PRUEBA 57	31,1	28,6	26,6	23,8	31,3	31,0	24,7
PRUEBA 58	37,3	28,3	37,6	33,9	39,9	45,1	29,6
PRUEBA 59	0,0	0,8	0,0	1,3	0,4	2,1	3,4
PRUEBA 60	5,7	10,1	4,3	3,9	8,3	7,2	5,2
PRUEBA 61	21,7	11,5	10,0	12,0	12,6	14,8	12,8
PRUEBA 62	36,8	23,2	19,6	17,9	26,7	27,7	28,6
PRUEBA 63	7,1	11,2	3,9	4,3	5,5	6,3	3,0
PRUEBA 64	21,4	19,1	8,7	14,7	6,9	11,0	7,7
PRUEBA 65	28,5	26,2	9,1	18,7	18,4	25,3	20,4

TABLA 15

% de reducción de NOx en luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	100 h	250 h	400 h	700 h	1000 h	1300 h
PRUEBA 66	4,3	1,3	-0,4	0,9	2,2	0,0	0,4
PRUEBA 67	31,3	20,8	16,8	10,5	12,6	12,0	7,7
PRUEBA 68	59,1	49,1	33,0	36,6	38,5	52,6	33,2
PRUEBA 69	59,4	47,7	41,2	37,2	40,9	51,9	38,7
PRUEBA 70	1,3	2,5	0,4	1,7	1,3	1,3	3,4
PRUEBA 71	32,5	23,2	22,4	17,9	18,3	25,9	14,0
PRUEBA 72	61,9	52,1	51,5	38,3	50,6	58,3	40,8
PRUEBA 73	61,9	44,8	45,2	40,9	46,1	59,0	44,4
PRUEBA 74	1,3	2,6	3,1	2,6	1,3	1,3	0,4
PRUEBA 75	23,2	18,5	15,5	10,9	13,9	19,8	11,6
PRUEBA 76	49,1	47,0	45,5	40,5	46,6	51,3	43,8
PRUEBA 77	59,9	53,6	54,7	36,4	52,4	61,1	40,1
PRUEBA 78	7,7	15,3	12,8	12,5	16,7	14,0	9,8
PRUEBA 79	22,3	16,7	21,2	17,3	18,7	25,6	15,1
PRUEBA 80	51,8	36,6	41,2	37,2	37,1	35,8	27,2
PRUEBA 81	61,0	59,3	56,6	59,2	60,5	60,9	46,8
PRUEBA 82	0,9	5,4	1,3	3,9	3,0	2,6	4,6
PRUEBA 83	21,4	18,9	13,0	10,5	12,7	21,2	11,6
PRUEBA 84	51,3	41,7	40,6	39,9	35,2	43,2	31,1
PRUEBA 85	65,8	62,4	62,6	48,0	60,3	61,7	55,2
PRUEBA 86	26,5	22,4	11,2	12,1	13,6	21,5	10,8
PRUEBA 87	50,7	37,4	32,6	35,3	31,0	41,5	30,2
PRUEBA 88	59,6	52,4	36,6	44,3	49,6	51,5	43,5

TABLA 16

Apariencia visual de muestras de cemento recubierto sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)				
	Inicial	100 h	250 h	400 h
PRUEBA 66	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 67	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 68	de color amarillo pálido	blanco brillante	blanco brillante	blanco brillante
PRUEBA 69	amarillo	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante
PRUEBA 70	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 71	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 72	de color amarillo pálido	blanco brillante	blanco brillante	blanco brillante
PRUEBA 73	amarillo	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante
PRUEBA 74	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 75	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 76	de color amarillo pálido	blanco brillante	blanco brillante	blanco brillante
PRUEBA 77	amarillo	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante
PRUEBA 78	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 79	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 80	de color amarillo pálido	blanco brillante	blanco brillante	blanco brillante
PRUEBA 81	amarillo	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante
PRUEBA 82	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 83	blanco	blanco	blanco	blanco
PRUEBA 84	de color amarillo pálido	blanco brillante	blanco brillante	blanco brillante
PRUEBA 85	amarillo	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante	blanco cremoso brillante
PRUEBA 86	claro	claro	claro	claro
PRUEBA 87	bastante clara	claro	claro	claro
PRUEBA 88	de color amarillo pálido	blanco polvoriento	blanco polvoriento	blanco polvoriento

TABLA 17

Valor L* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	100 h	250 h	400 h	700 h	1000 h	1300 h
PRUEBA 66	96,09	96,13	96,11	96,1	96,15	96,12	96,32
PRUEBA 67	95,87	95,82	95,91	95,9	95,93	95,95	96,05
PRUEBA 68	95,60	95,65	95,58	95,6	95,59	95,52	95,79
PRUEBA 69	95,30	95,46	95,59	95,6	95,69	95,68	95,84
PRUEBA 70	95,63	95,51	95,70	95,7	95,80	95,84	95,98
PRUEBA 71	95,84	95,81	95,99	96,0	96,09	96,10	96,24
PRUEBA 72	95,30	95,21	95,41	95,4	95,47	95,58	95,74
PRUEBA 73	94,74	95,11	94,94	95,2	95,17	95,18	95,43
PRUEBA 74	95,39	95,42	95,22	95,4	95,34	95,38	95,52
PRUEBA 75	95,89	95,9	95,87	95,9	95,91	95,85	96,02
PRUEBA 76	94,89	95,27	94,98	95,2	95,27	95,15	95,56
PRUEBA 77	95,75	95,77	95,73	95,8	95,69	95,65	95,76
PRUEBA 78	96,89	96,62	96,69	96,8	96,91	96,93	97,15
PRUEBA 79	96,71	96,43	96,46	96,5	96,56	96,53	96,77
PRUEBA 80	96,38	96,2	96,21	96,3	96,14	95,85	96,27
PRUEBA 81	96,17	96,02	96,05	96,2	96,13	95,91	96,44
PRUEBA 82	95,80	95,66	95,68	95,6	95,50	95,74	95,78
PRUEBA 83	95,45	95,51	95,46	95,3	95,64	95,42	95,70
PRUEBA 84	95,66	95,58	95,66	95,6	95,37	95,36	95,48
PRUEBA 85	95,17	95,28	95,34	95,3	95,40	95,38	95,65

TABLA 18

Valor a* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	100 h	250 h	400 h	700 h	1000 h	1300 h
5	PRUEBA 66	-0,45	-0,68	-0,59	-0,55	-0,54	-0,56
	PRUEBA 67	-0,97	-0,68	-0,57	-0,56	-0,57	-0,62
	PRUEBA 68	-1,50	-0,77	-0,57	-0,54	-0,58	-0,72
	PRUEBA 69	-2,53	-0,92	-0,58	-0,56	-0,56	-0,71
10	PRUEBA 70	-0,56	-0,68	-0,61	-0,62	-0,61	-0,60
	PRUEBA 71	-0,87	-0,65	-0,55	-0,52	-0,56	-0,65
	PRUEBA 72	-1,52	-0,70	-0,61	-0,58	-0,63	-0,74
	PRUEBA 73	-2,06	-0,81	-0,60	-0,61	-0,65	-0,80
	PRUEBA 74	-0,73	-0,85	-0,83	-0,83	-0,85	-0,88
15	PRUEBA 75	-0,84	-0,83	-0,79	-0,78	-0,80	-0,93
	PRUEBA 76	-1,47	-0,94	-0,87	-0,84	-0,86	-1,14
	PRUEBA 77	-2,26	-0,94	-0,84	-0,83	-0,86	-1,22
	PRUEBA 78	-0,97	-1,03	-1,03	-0,98	-0,97	-1,06
	PRUEBA 79	-0,95	-1,23	-0,99	-0,96	-0,92	-1,00
20	PRUEBA 80	-1,41	-1,25	-0,98	-0,94	-0,97	-1,06
	PRUEBA 81	-3,41	-1,44	-1,06	-1,00	-1,01	-1,13
	PRUEBA 82	-0,77	-0,89	-0,91	-0,91	-0,92	-0,96
	PRUEBA 83	-0,94	-0,93	-0,85	-0,81	-0,84	-0,94
25	PRUEBA 84	-1,36	-1,00	-0,91	-0,87	-0,89	-1,04
	PRUEBA 85	-3,28	-1,17	-0,91	-0,90	-0,91	-1,29

TABLA 19

Valor b* para muestras sometidas a luz ultravioleta (290 a 400 nm)							
	Inicial	100 h	250 h	400 h	700 h	1000 h	1300 h
30	PRUEBA 66	2,29	2,75	2,46	2,48	2,42	2,39
	PRUEBA 67	3,00	2,68	2,04	1,97	1,92	2,09
	PRUEBA 68	4,37	2,99	2,20	2,09	2,13	2,35
35	PRUEBA 69	7,05	3,61	2,69	2,46	2,47	2,68
	PRUEBA 70	2,44	2,93	2,40	2,31	2,29	2,30
	PRUEBA 71	3,24	2,92	2,35	2,28	2,23	2,50
	PRUEBA 72	4,47	2,88	2,38	2,34	2,34	2,43
	PRUEBA 73	5,51	2,73	1,96	2,05	2,00	2,19
40	PRUEBA 74	0,91	1,13	1,05	1,17	1,25	1,34
	PRUEBA 75	1,46	1,43	1,32	1,34	1,40	1,74
	PRUEBA 76	2,27	1,43	1,03	1,24	1,21	1,73
	PRUEBA 77	4,83	1,99	1,85	1,80	1,76	2,52
45	PRUEBA 78	1,97	3,11	2,66	2,41	2,41	2,53
	PRUEBA 79	2,15	3,03	2,57	2,43	2,44	2,59
	PRUEBA 80	3,31	3,58	3,03	2,81	2,76	2,86
	PRUEBA 81	7,27	3,91	3,03	2,89	3,03	3,26
	PRUEBA 82	1,12	1,34	1,48	1,44	1,56	1,90
50	PRUEBA 83	1,41	1,51	1,38	1,24	1,64	1,90
	PRUEBA 84	2,55	1,87	1,78	1,84	1,66	2,01
	PRUEBA 85	6,52	2,23	1,88	1,83	1,94	2,60

[0120] Muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención se le ocurrirán a un experto en la materia a la que pertenece esta invención que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en la descripción anterior. Por lo tanto, debe entenderse que la invención no se limita a las realizaciones específicas descritas y que las modificaciones y otras realizaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque en este documento se emplean términos específicos, se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Una construcción en capas que comprende:
- 5 una base;
una primera capa de revestimiento en la base, la primera capa de revestimiento está adaptada para reflejar al menos el 60% de la luz incidente, en donde la primera capa de revestimiento exhibe un valor L* (escala CIELAB) que es mayor que 90; y
10 una segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento, siendo la segunda capa de revestimiento sustancialmente transparente o translúcida y que comprende dióxido de titanio fotocatalítico, en donde la segunda capa de revestimiento exhibe una transmisión promedio sobre las longitudes de onda de 400-700 nm de al menos 50%.
- 15 2. La construcción en capas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la base es de cemento, madera, metal, mampostería, plástico, papel o yeso.
3. La construcción en capas según la reivindicación 1, en la que la primera capa de revestimiento es una pintura.
- 20 4. La construcción en capas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la segunda capa de revestimiento comprende aproximadamente 0,1% a aproximadamente 30% en peso de dióxido de titanio.
5. La construcción en capas según la reivindicación 1, en la que el dióxido de titanio fotocatalítico está en forma de partículas que tienen un tamaño promedio de menos de 100 nm.
- 25 6. La construcción en capas según la reivindicación 1, en la que la primera capa de revestimiento comprende un pigmento blanco.
7. La construcción en capas según la reivindicación 1, en la que la segunda capa de revestimiento está adaptada para catalizar la oxidación de NOx.
- 30 8. La construcción en capas de acuerdo con la reivindicación 7, en la que la combinación de la segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento es efectiva para catalizar la oxidación de NOx a una velocidad incrementada en relación con la segunda capa de revestimiento por sí misma.
- 35 9. Un método para eliminar NOx en la vecindad de una estructura base, comprendiendo el método:
- 40 proporcionar al menos una porción de una superficie de la estructura base con una capa de un primer material de revestimiento, adaptándose la primera capa de revestimiento para reflejar al menos 60% de luz incidente, en donde la primera capa de revestimiento exhibe un valor L* (escala CIELAB) que es mayor que 90; y proporcionar una capa de un segundo material de revestimiento sobre la capa del primer material de revestimiento, siendo el segundo material de revestimiento sustancialmente transparente o translúcido y que comprende dióxido de titanio fotocatalítico en una cantidad efectiva para catalizar la oxidación de al menos una porción del NOx en la vecindad de la estructura base, en donde la capa del segundo material de revestimiento exhibe una transmisión promedio sobre las longitudes de onda de 400-700 nm de al menos 50%.
- 45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la estructura base es un garaje de estacionamiento o una estructura de carretera.
- 50 11. Un método para mejorar la reducción de NOx por un material fotocatalítico de TiO₂, comprendiendo el método:
- 55 combinar una capa transparente o translúcida que comprende el material fotocatalítico de TiO₂ con una capa adicional de un material que está adaptado para reflejar al menos el 60% de la luz incidente de modo que la capa transparente o translúcida se superponga a la capa adicional;
en donde la combinación de la capa transparente o translúcida sobre la capa adicional es efectiva para catalizar la oxidación de NOx a una velocidad incrementada en relación con la capa transparente o translúcida por sí misma;
en donde la capa adicional de un material exhibe un valor L* (escala CIELAB) que es mayor que 90, y
60 en donde la capa transparente o translúcida exhibe una transmisión promedio sobre las longitudes de onda de 400-700 nm de al menos 50%.
12. La construcción en capas de acuerdo con la reivindicación 8 o el método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la tasa incrementada surge de un efecto sinérgico.
- 65 13. La construcción en capas de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la oxidación de NOx por la combinación de la segunda capa de revestimiento sobre la primera capa de revestimiento es mayor que la oxidación de NOx por la

segunda capa en sí misma en al menos aproximadamente 10%; o el método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la oxidación de NOx por la combinación de la capa transparente o translúcida sobre la capa adicional es mayor que la oxidación de NOx por la capa transparente o translúcida por sí misma en al menos aproximadamente un 10%.

5 **14.** La construcción en capas según la reivindicación 1 o el método según la reivindicación 9 o la reivindicación 11, en donde la primera capa de revestimiento o la capa adicional de un material tiene un color visible que es un tono de blanco.

10 **15.** La construcción en capas según la reivindicación 1 o el método según la reivindicación 9 o la reivindicación 11, en donde la primera capa de revestimiento o la capa adicional de un material tiene un color que se define por un valor L* que es mayor que 90, un valor a* de aproximadamente -5 a aproximadamente +5, y un valor a b* de aproximadamente -2 a aproximadamente +10.

15 **16.** La construcción en capas según la reivindicación 15 o el método según la reivindicación 15, en donde se cumple una de las siguientes condiciones:

20 después de 100 horas de exposición a la luz UV, el color de la primera capa de revestimiento o la capa adicional de un material es definido por un valor L* de 95,0 a 97,0, un valor a* de -1,50 a -0,50 y un valor a b* de 1,0 a 4,0;

después de 1300 horas de exposición a la luz ultravioleta, el color de la primera capa de revestimiento o la capa posterior de un material se define por un valor L* de 95,0 a 97,5, un valor a* de -1,00 a -0,45 y un valor a b* de 1,0 a 2,5.

100

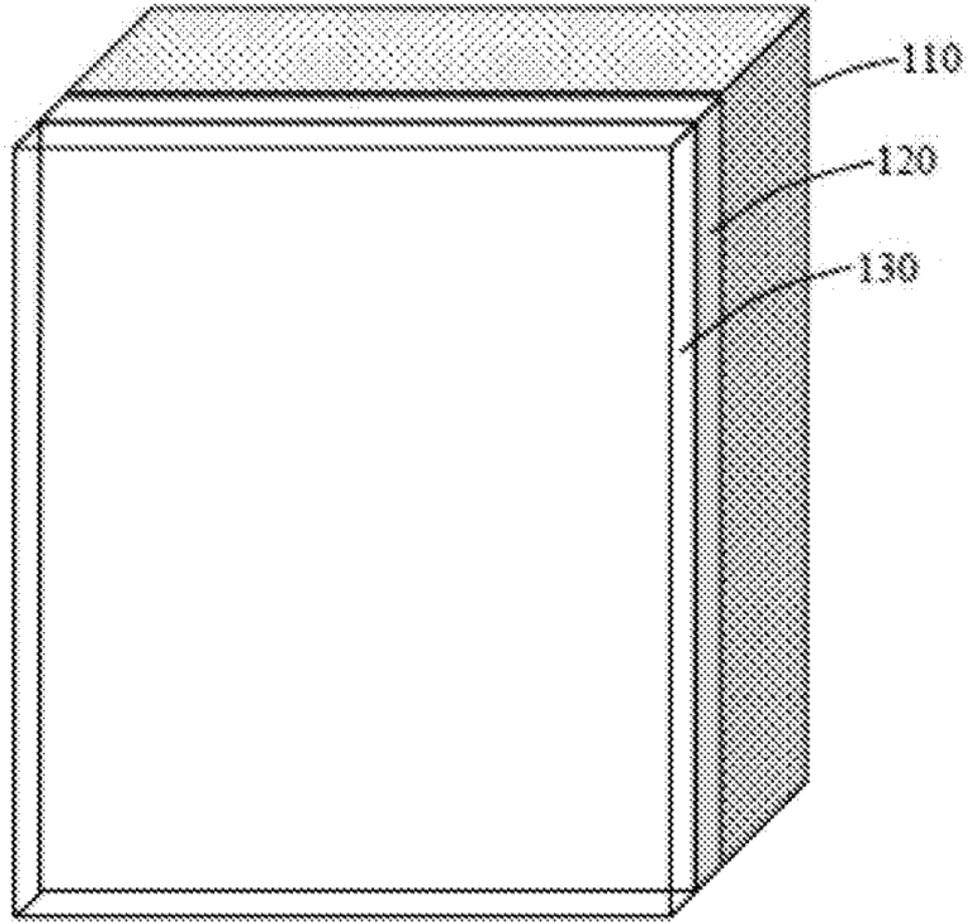


FIG. 1

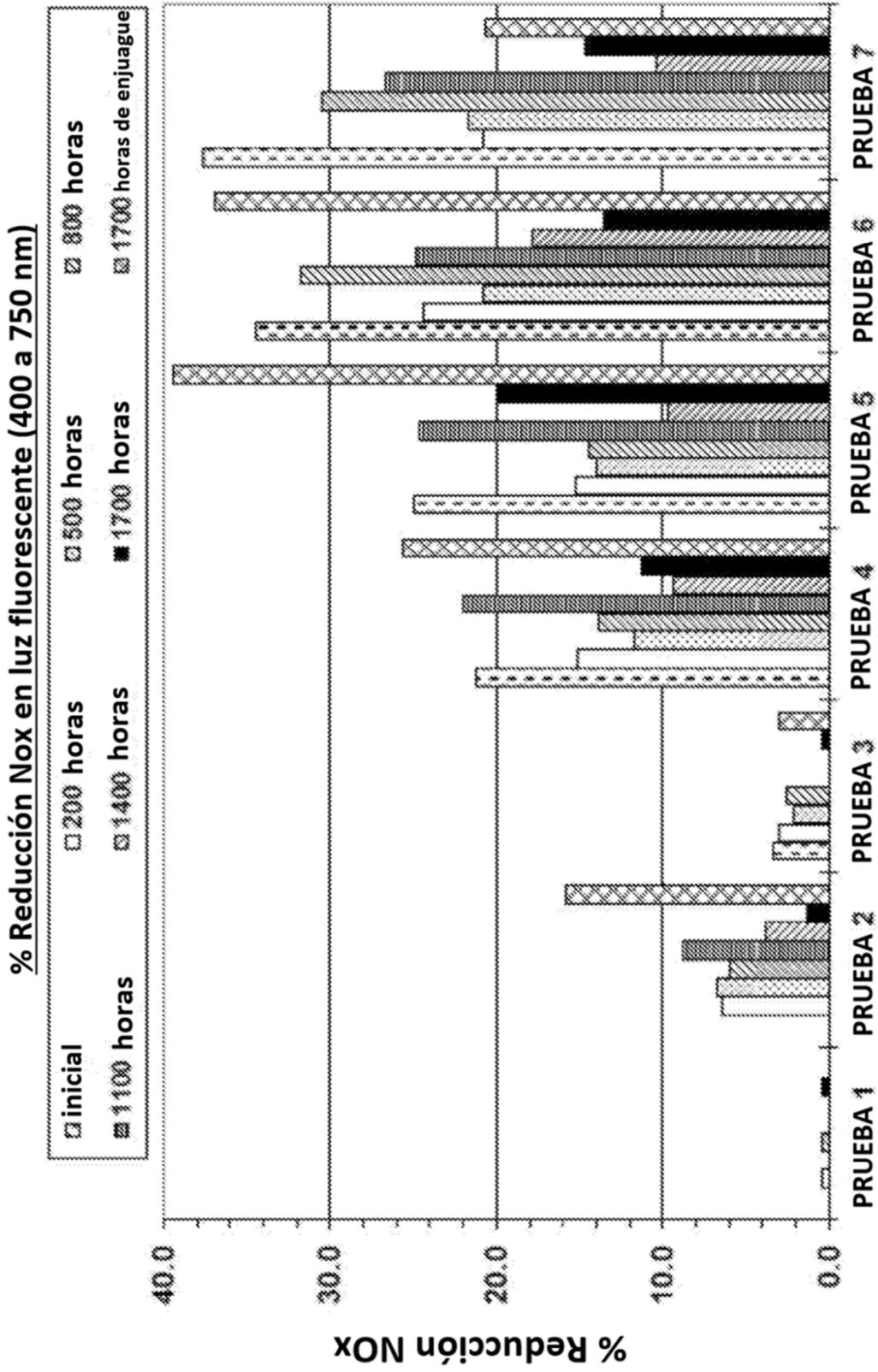


FIG. 2

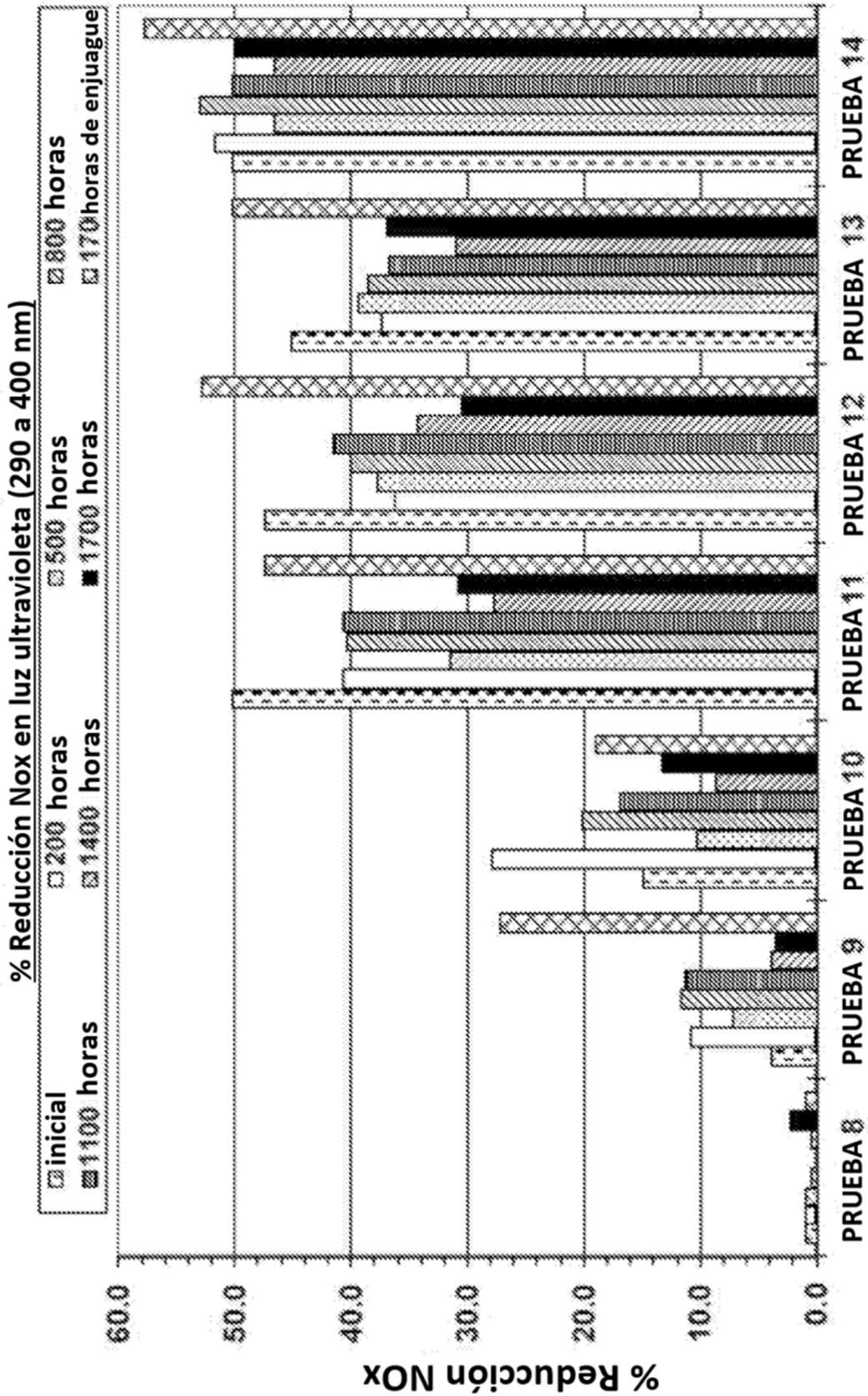


FIG. 3

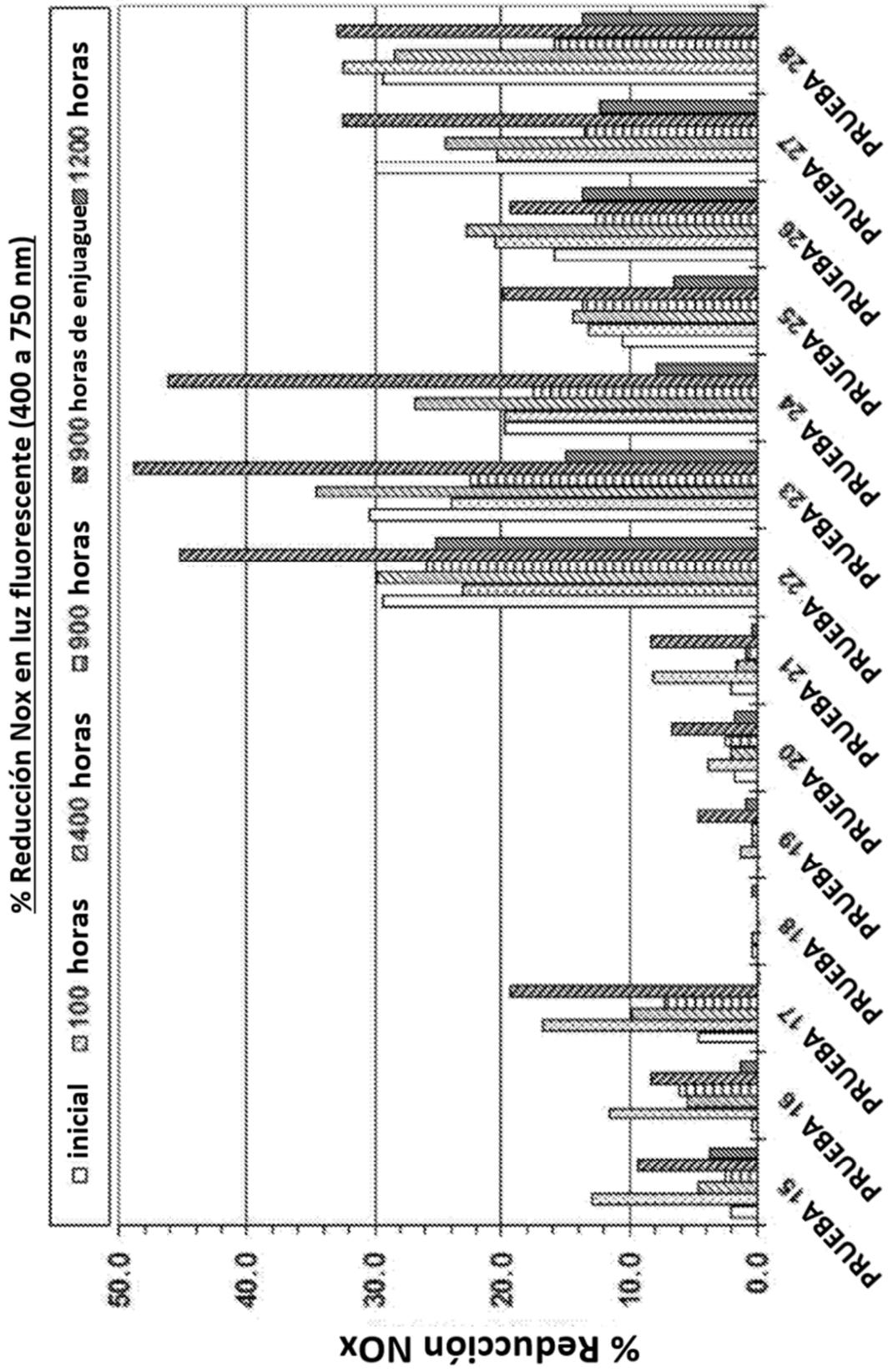


FIG. 4

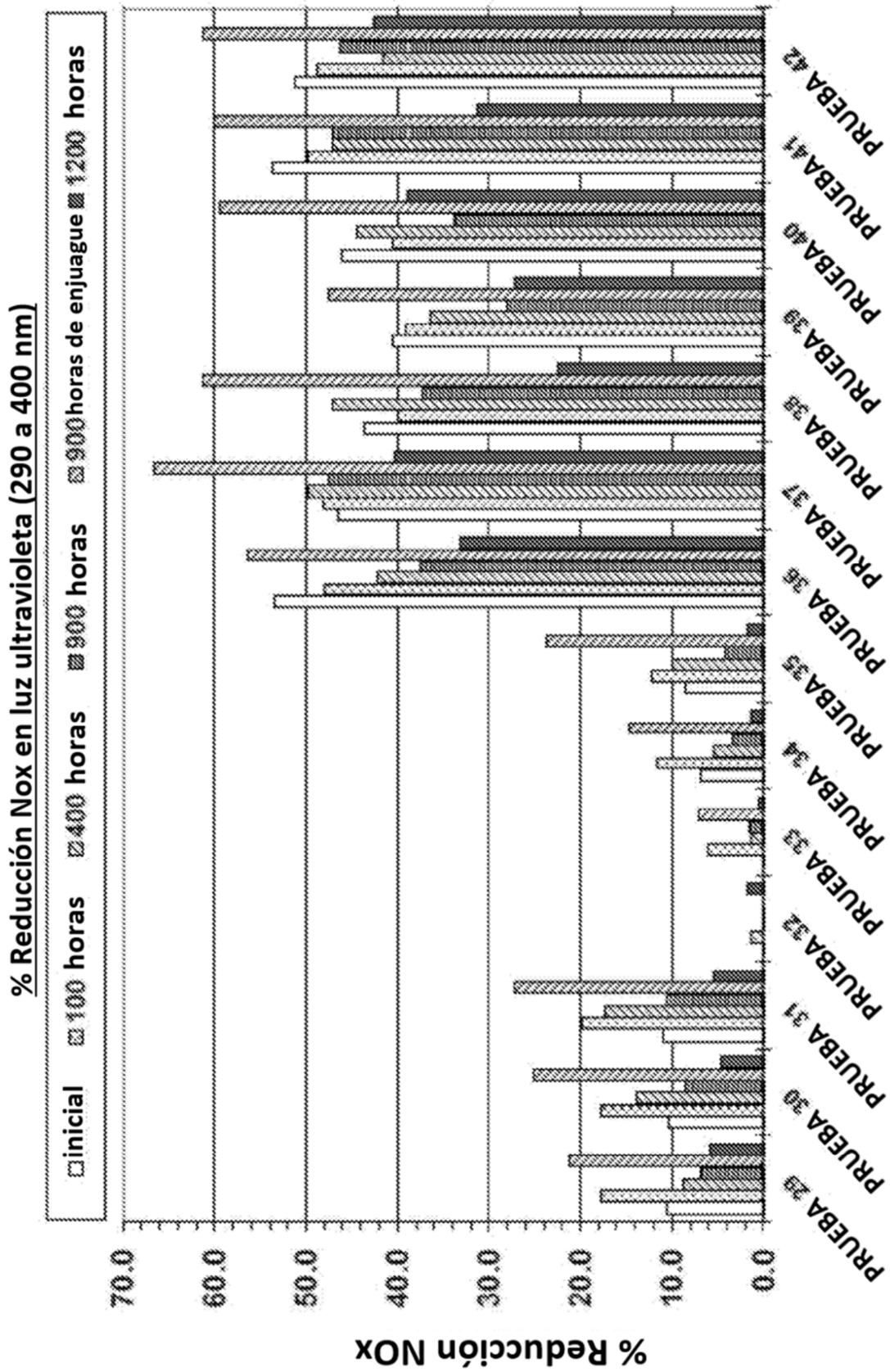
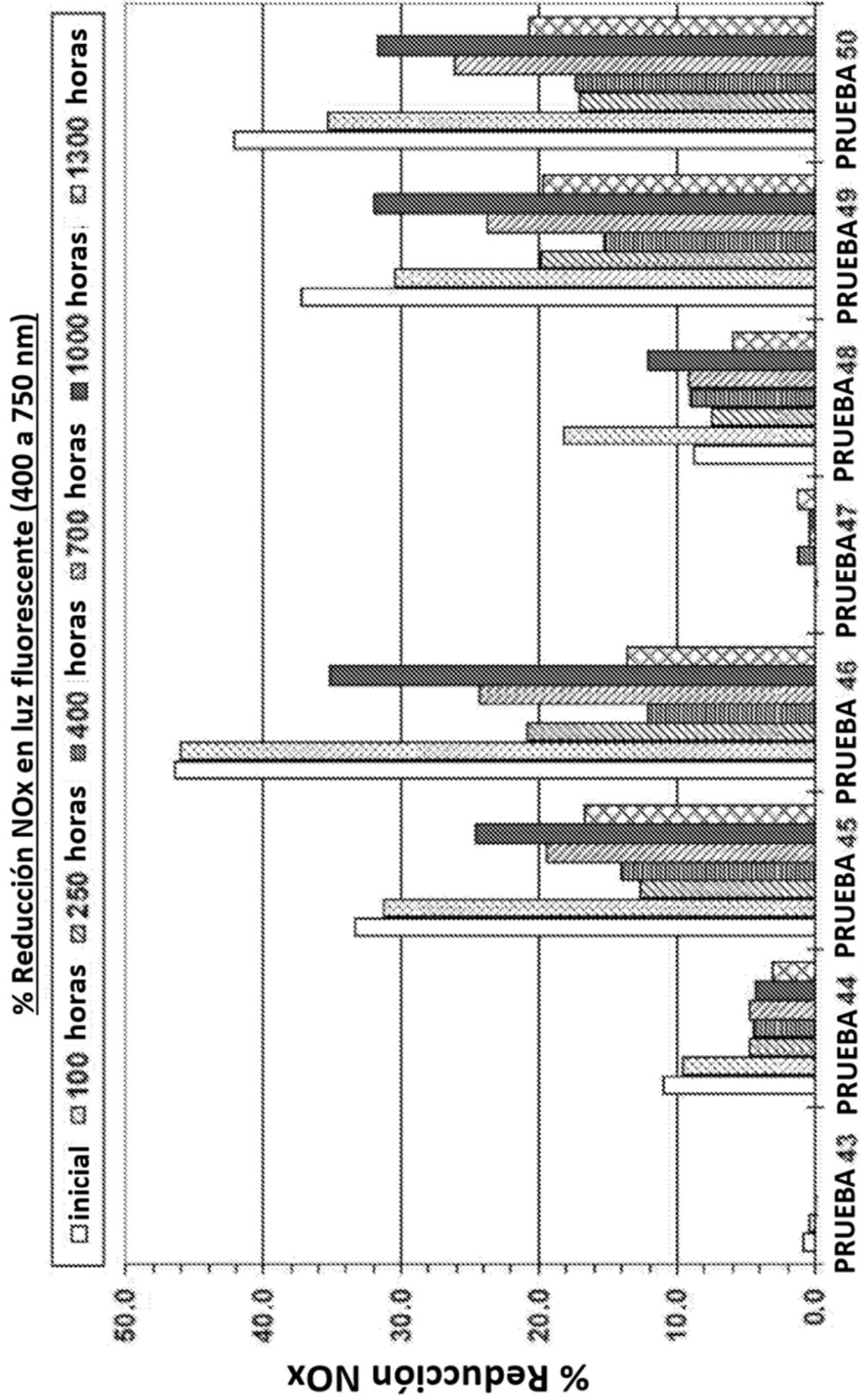
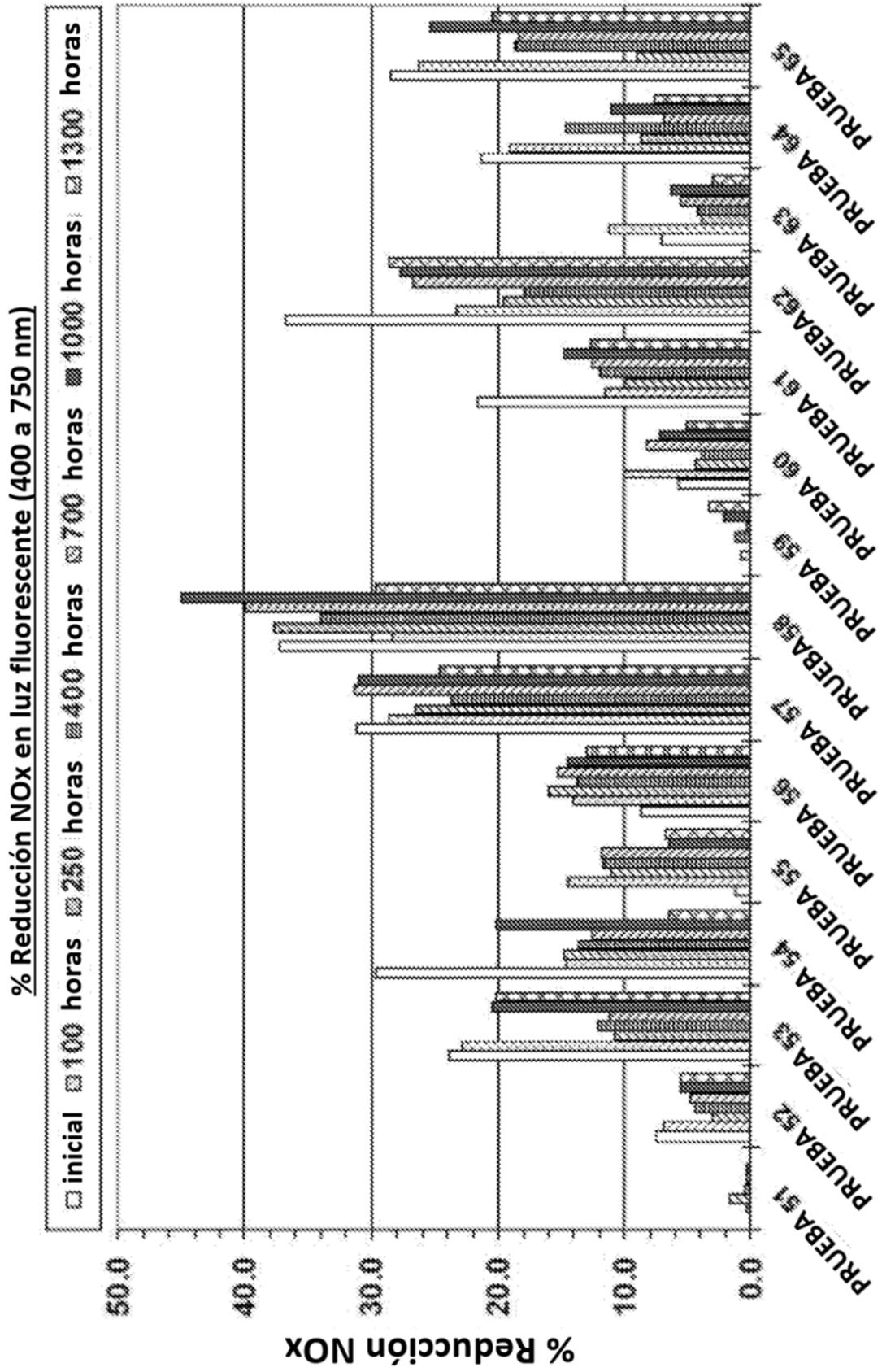


FIG. 5





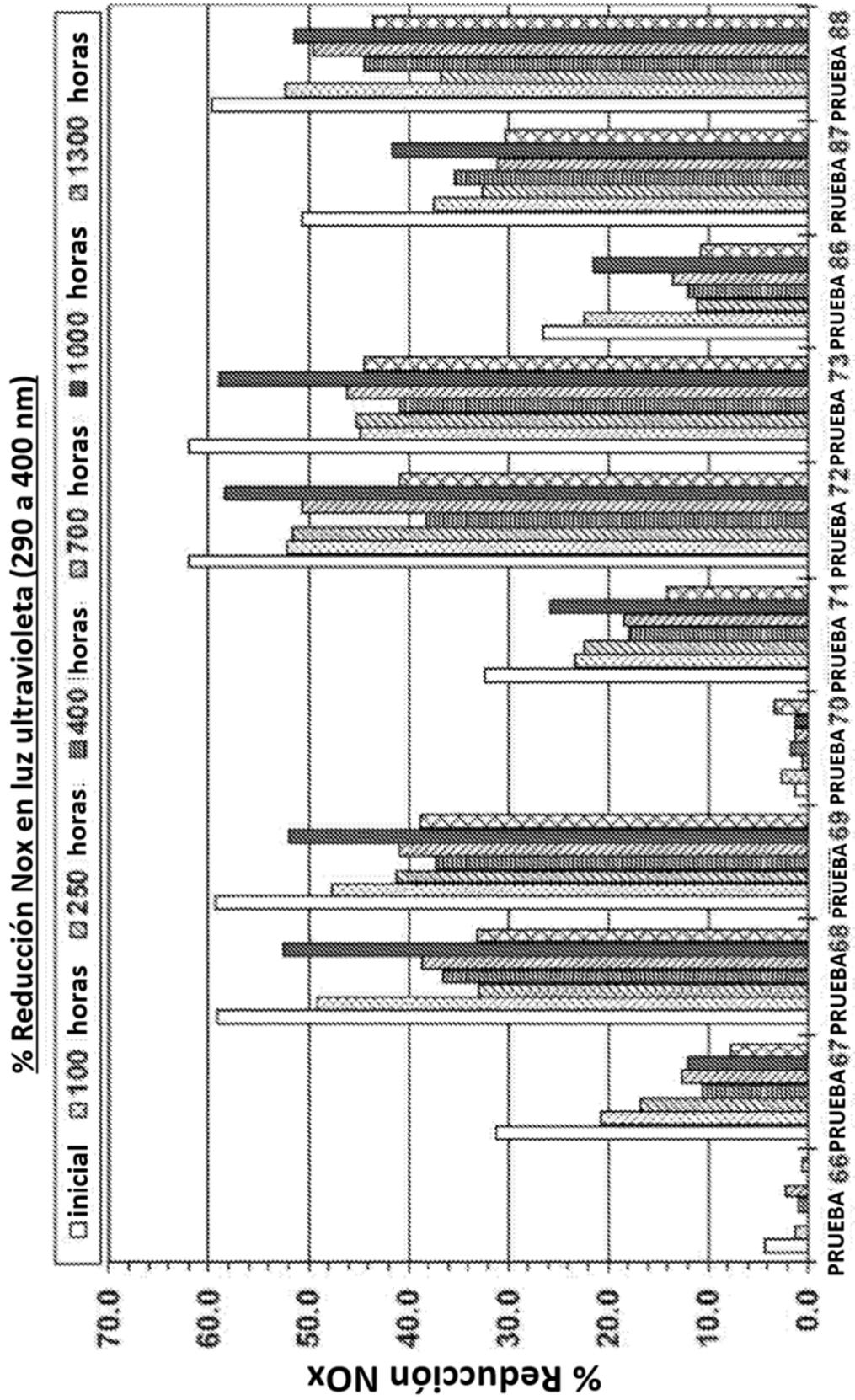


FIG. 8

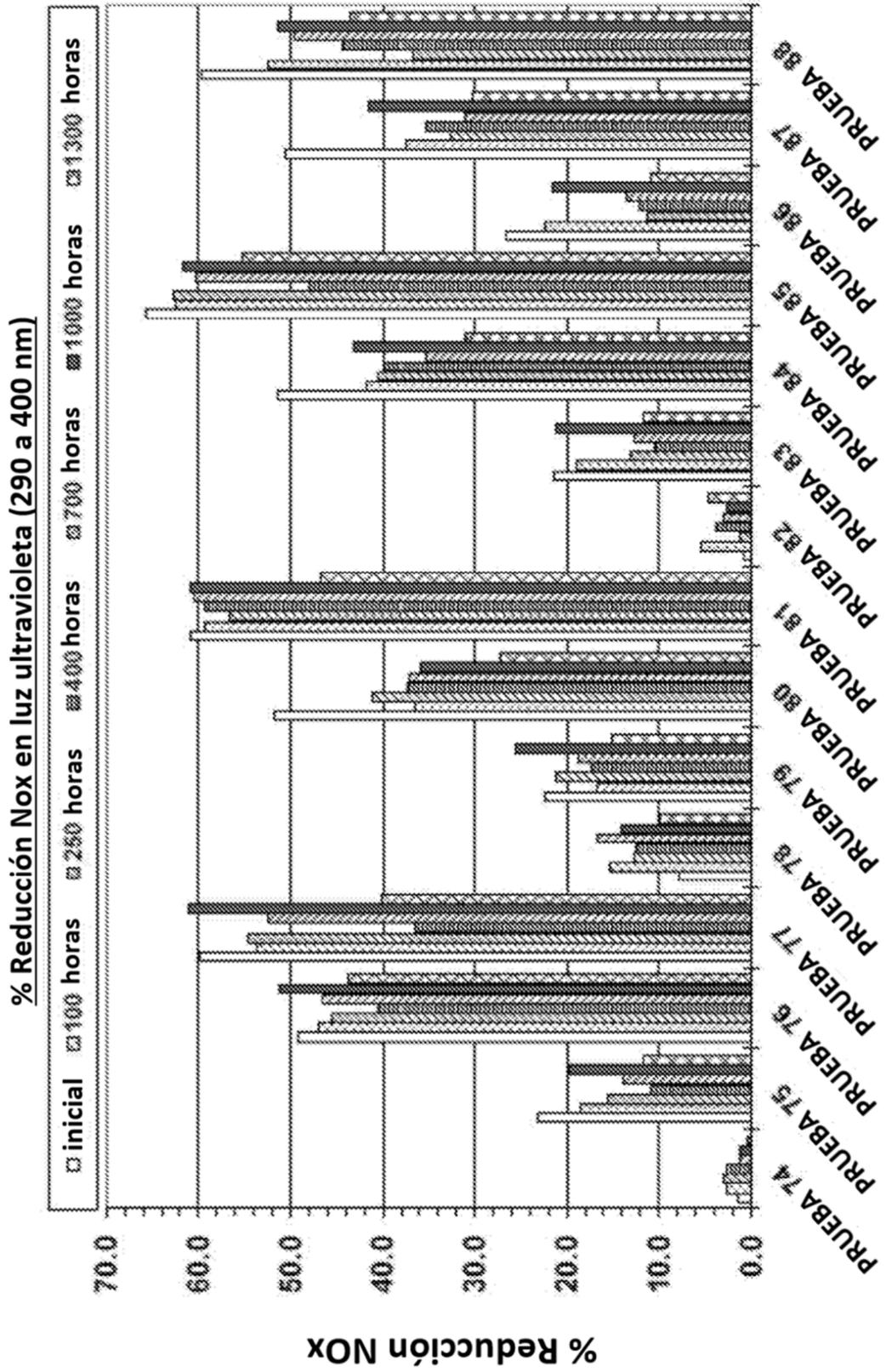


FIG. 9