

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 128**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/359** (2014.01)

**G01N 3/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2016** **E 18210396 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019** **EP 3470823**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de al menos una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte**

30 Prioridad:

**09.04.2015 EP 15162969**  
**26.11.2015 WO PCT/EP2015/077775**

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

**16.06.2020**

73 Titular/es:

**FLOORING TECHNOLOGIES LTD. (100.0%)**  
**SmartCity Malta SCM01, Office 406, Ricasoli**  
**Kalkara SCM1001, MT**

72 Inventor/es:

**KALWA, NORBERT DR. y**  
**DENK, ANDRE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 767 128 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**

Procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de al menos una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de al menos una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, al uso de un detector de NIR para la determinación de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste aplicada sobre una placa de soporte de acuerdo con la reivindicación 15 y a un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según la reivindicación 16.

**Descripción**

15 Las placas de material derivado de la madera como materiales de soporte se emplean en los más diversos campos y están muy extendidos. De este modo, las placas de material derivado de la madera se conocen, entre otras cosas, por el uso como paneles para suelos, por ejemplo en forma de suelos laminados. Las placas de material de este tipo se producen habitualmente a partir de fibras de madera o hebras. En el caso de los suelos laminados se usan por ejemplo placas de HDF producidas a partir de fibras de madera con decoraciones variadas.

20 En particular en el caso del uso de placas de material derivado de la madera como suelos laminados es deseable y necesario proteger las superficies decorativas mediante la aplicación de capas de desgaste adecuadas antes de la abrasión y el deterioro. Como capas de desgaste se usan en particular lacas curables a base de resina acrílica, resina epoxídica o resinas de melamina.

25 Para mejorar las propiedades en cuanto a la resistencia al desgaste y la resistencia al rayado es conocido incluir en estas capas de resina partículas adecuadas en un intervalo de tamaños de 25 nm a 150 µm. En este caso, las partículas más grandes sirven para mejorar la resistencia al desgaste por abrasión y las partículas más pequeñas para mejorar la resistencia al rayado. Como partículas pueden emplearse por ejemplo nanopartículas de carburo de silicio, dióxido de silicio u óxido de α-aluminio. De manera correspondiente, en la producción de suelos laminados es un criterio decisivo para garantizar la calidad la determinación de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste curada.

35 Existen esencialmente dos posibles planteamientos para la producción de una capa de desgaste sobre una placa de soporte adecuada. De este modo, la capa de desgaste puede componerse de una estructura de papel o una estructura de líquido. En el caso de una estructura de papel, la capa de desgaste se compone de un papel transparente, delgado, que está cargado con una resina duroplástica, tal como por ejemplo una resina de melamina-formaldehído y partículas inhibidoras del desgaste. En el caso de una estructura de líquido, la capa de desgaste comprende una capa de resina que, asimismo, puede contener partículas inhibidoras del desgaste, tales como por ejemplo partículas de corindón así como otros agentes auxiliares, tales como por ejemplo esferas de vidrio o celulosa. En el caso de la estructura de papel, la capa de desgaste se coloca entonces con un pliego decorativo asimismo impregnado en el lado superior de una placa de material derivado de la madera o en el caso de la estructura de líquido se aplica la capa de resina que contiene partículas inhibidoras del desgaste sobre una placa ya imprimada e impresa o también sobre una capa de papel dispuesta ya sobre la placa en forma líquida y se seca.

45 La resistencia a la abrasión de estas capas de desgaste depende principalmente de la cantidad de partículas resistentes al desgaste incluidas en la capa de desgaste. En el caso de la estructura de papel, las partículas inhibidoras del desgaste se esparcen sobre el papel durante la impregnación o se aplica o se lamina una pasta de resina que contiene corindón. La determinación de la cantidad aplicada de partículas resistentes a la abrasión puede tener lugar en este caso mediante métodos sencillos, tal como por ejemplo la incineración del revestimiento, concretamente antes de aplicarse el papel de revestimiento sobre la placa de soporte.

50 No obstante, en el caso de una capa de desgaste en la estructura de líquido, este método no puede emplearse, dado que las partículas inhibidoras del desgaste se aplican junto con la resina líquida sobre una placa ya imprimada e impresa y se secan. La determinación de la cantidad de partículas resistentes al desgaste por medio de incineración del recubrimiento es solo difícilmente posible debido a la imprimación aplicada que contiene los pigmentos inorgánicos.

60 Una posibilidad de la determinación de cantidades en partículas resistentes al desgaste en una capa de desgaste en forma de una estructura de líquido consiste en el cálculo de la cantidad de partículas de sólido en la cantidad de resina líquida determinada por pesada partiendo de la cantidad conocida de partículas sólidas (por ejemplo partículas de corindón) en una preparación de resina, lo que en cambio no tiene que corresponder necesariamente al valor real de la cantidad de partículas de sólido en el recubrimiento.

65 Un planteamiento adicional de la determinación de la resistencia a la abrasión de capas de protección curadas sobre suelos laminados es posible de acuerdo con la norma DIN EN 13329:2009 (D). En este caso se somete a ensayo la resistencia de la capa de cubierta o capa de desgaste frente a un restriegue. Se cortan muestras (por ejemplo con

un tamaño de cm x 10 cm) a partir de la placa que va a someterse a ensayo o la muestra que va a someterse a ensayo. Estas muestras se sujetan en un dispositivo de ensayo en el que se encuentran dos brazos pivotantes con rodillos de fricción móviles y una pesa (500 g). Los rodillos de fricción están forrados con papel abrasivo normalizado. Las muestras sujetadas rotan bajo las ruedas de fricción. Cada 200 revoluciones se cambia el papel abrasivo y se somete a ensayo el desgaste de la superficie. El ensayo finaliza cuando en tres cuadrantes de la probeta puede verse el sustrato (papel de base de presión, imprimación) con un tamaño de en cada caso 0,6 mm<sup>2</sup>. El número de revoluciones necesario para exponer la decoración se indica como el resultado. En la norma DIN EN 13329 se clasifican las siguientes clases de desgaste y se definen según la sollicitación creciente:

Clase de desgaste	AC1	AC2	AC3	AC4	AC5
Número de revoluciones	≥ 900	≥ 1500	≥ 2000	≥ 4000	≥ 6000

Siguiendo esta definición, la clase de desgaste AC1 requiere únicamente alrededor de las 900 revoluciones para exponer la decoración. De manera correspondiente, una capa de desgaste de la clase de desgaste AC1 presenta la menor resistencia a la abrasión.

El procedimiento de ensayo normalizado descrito, no obstante, requiere mucho tiempo y proporciona solo valores individuales que no permiten una declaración de la amplitud de producción total. De este modo, las probetas tienen un tamaño de solo 10 cm x 10 cm y se sacan habitualmente solo en algunos puntos de la placa de producción. Para poder realizar una declaración sobre la placa de producción total, la placa debería dividirse en una pluralidad de probetas y examinarse.

El ensayo, no obstante, es muy caro debido al caro papel abrasivo de medio de ensayo y dura además en las clases de desgaste más altas en parte varias horas. Por ejemplo, el ensayo de una muestra con la clase de desgaste AC4 dura al menos 90 minutos y cuesta al menos 20 euros (solo tiras de papel abrasivo gastadas). En las líneas de producción, los productos en el marco del control de calidad se examinan al azar al menos tres veces al día en cuanto a la resistencia a la abrasión. En un ensayo de la resistencia al desgaste se examinan (según la norma DIN EN 13329) tres muestras.

En la Tabla siguiente está recogido el tiempo empleado y el gasto para el ensayo de la resistencia a la abrasión en un día en una planta de producción según la norma DIN EN 13329 para un producto con la clase de desgaste AC4:

	Tiempo empleado (horas)	Costes de material (euros)
Una muestra (AC4)	1,5	20*
Una prueba (tres muestras)	3**	60
<b>Un día (tres pruebas)</b>	<b>7,5</b>	<b>180</b>
* El precio de una tira de papel abrasivo asciende a 0,50 euros		
** Pueden examinarse dos muestras al mismo tiempo		

Por consiguiente, el control rutinario de la resistencia a la abrasión en una planta de producción por día requiere 7,5 horas y los costes de material ascienden a, al menos, 180 euros.

En particular, en el caso del uso de una estructura de líquido de una capa de desgaste (es decir en el caso de la salida de líquido de resina y partículas resistentes a la abrasión), mediante la variación de parámetros de producción pueden producirse oscilaciones indeseadas en la aplicación y con ello oscilaciones en la resistencia al desgaste. De este modo, por ejemplo mediante la disminución permanente y la dosificación posterior en los recipientes aplicadores, es posible un cambio de viscosidad del medio de aplicación. También las oscilaciones de temperatura y el desgaste de los cilindros aplicadores pueden influir negativamente en la aplicación. Además, un valor de abrasión oscilante puede generarse por una cantidad de aplicación irregular así como una distribución irregular de los sólidos en la capa de desgaste.

Dado que en el caso del material de soporte, en el presente caso, se trata en particular de materiales derivados de la madera, en particular de placas de fibras de alta densidad o de densidad media, tal como se describió ya anteriormente, no puede usarse ningún procedimiento que se emplee por ejemplo en la impregnación de papel. Así, el uso de radiación IR es contrario a que no sea posible una penetración de radiación del material de soporte. Otras tecnologías, tal como fluorescencia de rayos X, pueden emplearse asimismo solo de forma limitada, dado que estas requieren elevadas normas de seguridad en cuanto a la protección contra los rayos.

Por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo técnico de proporcionar un procedimiento sencillo, pero eficiente, con el que puede determinarse o predecirse con suficiente precisión la resistencia a la abrasión de una placa de soporte dotada de una capa de desgaste (en particular de una placa de material derivado de la madera). La determinación de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste será posible a este respecto tanto después de la compresión y el curado de capa de desgaste y placa de soporte por medio de la capa de desgaste curada como antes de la compresión y el curado de la capa de desgaste. Además, el procedimiento no requerirá ninguna norma

de seguridad elevada en cuanto a la técnica de instalación y presentará la más baja posible propensión a fallos.

El objetivo planteado se consigue de acuerdo con la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

5 Por consiguiente se proporciona un procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de al menos una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte. El presente procedimiento comprende a este respecto las siguientes etapas:

- 10 - registrar al menos un espectro de NIR de la capa de desgaste dispuesta sobre la al menos una placa de soporte
- a) antes del curado de la al menos una capa de desgaste,
  - b) después del curado de la al menos una capa de desgaste, o
  - 15 c) antes y después del curado de la al menos una capa de desgaste con el uso de al menos un detector de NIR en un intervalo de longitud de onda entre 500 nm y 2500 nm, preferentemente entre 700 nm y 2000 nm, en particular preferentemente entre 900 nm y 1700 nm;
- 20 - determinar la resistencia a la abrasión de la al menos una capa de desgaste mediante comparación del espectro de NIR determinado para la resistencia a la abrasión que va a determinarse de la al menos una capa de desgaste con al menos un espectro de NIR determinado para al menos una muestra de referencia de la al menos una capa de desgaste con resistencia a la abrasión conocida por medio de análisis de datos multivariante (MDA),
- 25 - en el que el al menos un espectro de NIR determinado para la al menos una muestra de referencia con resistencia a la abrasión conocida de la al menos una capa de desgaste se determinó previamente a ) después del curado, o b) antes y después del curado con el uso del mismo detector de NIR en un intervalo de longitud de onda entre 500 nm y 2500 nm, preferentemente entre 700 nm y 2000 nm, en particular preferentemente entre 900 nm y 1700 nm.

30 El presente procedimiento permite por consiguiente la determinación de la resistencia a la abrasión de una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte, representando la resistencia a la abrasión en particular una función de la cantidad de partículas resistentes al desgaste contenida en la capa de desgaste.

35 Un aspecto esencial del presente procedimiento es que la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste, tanto antes del curado de la capa protectora contra el desgaste, después del curado de la capa protectora contra el desgaste como de manera combinada (doble) antes y después del curado de la capa. Con el uso del detector de NIR se genera, con ayuda de radiación NIR, un espectro de NIR de la capa de desgaste aplicada sobre la placa de soporte, de modo que para la capa aplicada, en función de la concentración y cantidad de la misma, se genera un espectro de NIR con picos específicos (bandas de absorción). A este respecto se irradia la señal de NIR en la muestra, se refleja de nuevo en el soporte y se detecta en la cabeza de medición. Durante esta medición, en algunos segundos se llevan a cabo varios cientos de mediciones de NIR (por ejemplo, en un segundo hasta quince mediciones de NIR), de modo que se garantiza una protección estadística de los valores. El presente procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte con el uso de un detector de NIR aprovecha el hecho de que la radiación NIR no atraviesa toda la placa de soporte, es decir, la capa de desgaste y placa de soporte, sino que se refleja en la superficie. En particular, en el presente caso de una capa de desgaste, la medición de NIR tiene lugar en reflexión difusa. En el caso de la reflexión difusa, la luz incidente se refleja en gran parte sobre la superficie de muestra en todas las direcciones. Una parte de la luz incidente penetra en las capas próximas a la superficie de la muestra, donde se absorbe y la otra parte se dispersa de manera difusa. La radiación reflejada por la superficie o por la zona próxima a la superficie se registra por el detector de NIR y se usa para la determinación de la resistencia al desgaste. El espectro de NIR registrado incluye, además de la información para las propiedades químicas de la muestra de la absorción por enlaces químicos por ejemplo en la resina, también información sobre la naturaleza física de las capas de superficie de la muestra a partir de la dispersión.

55 En una primera variante de realización del presente procedimiento, la resistencia al desgaste de la al menos una capa de desgaste se determina antes del curado de la capa de desgaste dentro, es decir, en línea, de la línea de producción de las placas de material. En esta variante en línea se determina por consiguiente la resistencia al desgaste en el proceso de producción en marcha. Esto permite un control e intervención directos en el proceso de producción.

60 En una segunda variante de realización del presente procedimiento se determina la resistencia al desgaste de la al menos una capa de desgaste después del curado de la capa de desgaste fuera (es decir, fuera de línea) de la línea de producción de las placas de material. En esta variante se extrae o expulsa por consiguiente una placa de material prensada y curada acabada de la línea de producción y se mide fuera de línea por ejemplo en un laboratorio separado en el marco de un control de calidad rutinario.

65 Esta variante para el ensayo de la resistencia a la abrasión de un recubrimiento curado sobre una placa de material,

tal como por ejemplo una placa de HDF con ayuda de espectroscopía NIR ofrece una alternativa al ensayo caro y que requiere mucho tiempo descrito anteriormente de la resistencia contra la abrasión según la norma DIN EN 13329. De este modo, el ensayo de la resistencia a la abrasión tiene lugar con ayuda de un aparato de medición de laboratorio de NIR en menos de un minuto, lo que permite un alto rendimiento de muestra. Además, la medición no es destructiva. Los resultados de medición se almacenan automáticamente en forma electrónica y se encuentran disponibles para un posible nuevo uso. Además, pueden examinarse muestras de varias instalaciones en corto tiempo en cuanto a la resistencia a la abrasión. También, en el caso de sustituir el ensayo de la resistencia a la abrasión según la norma DIN EN 13329 en el marco de una garantía de calidad rutinaria por la medición de NIR, se reducen los costes de material y el tiempo empleado para llevar a cabo el ensayo y se aumenta claramente el volumen de muestras. El ensayo caro y que requiere mucho tiempo de la resistencia contra la abrasión según la norma DIN EN 13329 se usa únicamente solo para la calibración y validación del método de medición de NIR.

Un aspecto esencial en este ensayo es que se reducen claramente los fallos o las fluctuaciones de los resultados de ensayo debidos a la valoración subjetiva del final del ensayo. Estas fluctuaciones pueden encontrarse claramente en +/- 20 %. Esto se provoca, por un lado, por la difícil estimación de la magnitud del gaño del IP (initial point = primer ataque = primer daño visible de la decoración con un tamaño de 0,6 mm<sup>2</sup>) y, por otro lado, por la estimación errónea del tamaño de la zona sometida a abrasión. Las fluctuaciones en el ensayo de la resistencia al desgaste por medio del aparato Taber Abraser (norma DIN EN 13329) pueden resultar incluso en el caso de varias probetas a partir de una muestra muy grandes (hasta el 30 %). Además, con el nuevo método se eliminan todas las fluctuaciones de las tiras de de ensayo de abrasión y del aparato Taber Abraser (dureza Shore rollos de caucho, colocación errónea del aspirador, etc.). También se suprime la climatización prevista según la norma para el ensayo (24 h). Se conoce que esta tiene una influencia considerable sobre el resultado del ensayo. El aparato de medición de NIR presenta, después de la calibración, un error o fluctuación claramente menor de los valores de medición de < 10 %.

En una tercera variante del presente procedimiento se determina la resistencia al desgaste de la al menos una capa de desgaste antes del curado de la capa de desgaste dentro de la línea de producción y después del curado de la capa de desgaste fuera de la línea de producción. En esta segunda variante de procedimiento tiene lugar por lo tanto una combinación de en línea (antes del curado) y fuera de línea (después del curado por ejemplo como medición de laboratorio). A este respecto es ventajoso que las intervenciones de control posibles permanentemente con la medición en línea dentro del proceso de producción en marcha experimenten con la medición de laboratorio posterior una especie de ensayo cruzado/verificación. Esto es extraordinariamente importante en particular en procesos complejos.

En una forma de realización preferida del presente procedimiento, la muestra de referencia con resistencia a la abrasión conocida de la capa de desgaste comprende una capa de desgaste aplicada sobre una placa de soporte, siendo la placa de soporte y capa de desgaste de la muestra de referencia del mismo tipo con respecto a la muestra que va a medirse de placa de soporte y capa de desgaste; es decir la composición de la muestra que va a medirse y la muestra de referencia son del mismo tipo.

En una forma de realización adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, la determinación de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste de la muestra de referencia tiene lugar antes o después del curado de la misma por medio de al menos una muestra individual extraída de la muestra de referencia. A este respecto se prefiere cuando la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste de la muestra de referencia se determina por medio de al menos una, preferentemente al menos cuatro o más muestras individuales extraídas de la muestra de referencia. En este sentido, la determinación de la resistencia a la abrasión de las muestras individuales de la muestra de referencia tiene lugar en particular de acuerdo con la norma DIN EN 13 329:2009 (D).

De manera correspondiente al presente procedimiento, la calibración tiene lugar mediante la toma de imagen de un espectro de NIR de una placa de soporte recubierta con una capa de desgaste de dos maneras.

En una primera variante la calibración se efectúa por medio de una placa de soporte dotada de la capa de desgaste, y ya prensada y curada. Para la calibración se registran espectros de NIR de muestras con distintas decoraciones y grosores de placa con un aparato de NIR. Después de registrar los espectros de NIR se determina la resistencia al desgaste de las muestras (de acuerdo con el procedimiento convencional DIN EN 13329 (por ejemplo DIN EN 13329:2009, D).

En una segunda variante, la calibración tiene lugar antes del curado y la compresión, es decir, por medio de una placa de soporte recubierta, pero aún no curada y comprimida que, después del proceso de prensado y curado se examina para determinar la resistencia a la abrasión, y se lleva a cabo tal como sigue: se recubre una placa de soporte imprimada previamente e impresa (por ejemplo una placa de soporte de material derivado de la madera) con una capa de desgaste que contiene partículas resistentes a la abrasión. Antes del proceso de ensayo y de curado, se toman imágenes de un espectro de NIR de la placa dotada de la capa de desgaste. A continuación tiene lugar una compresión de la placa, por ejemplo en una prensa de ciclo corto, produciéndose un curado completo de la capa de protección contra el desgaste. Tras el enfriamiento de la placa dotada de la capa de desgaste se extraen varias muestras individuales para el examen de la resistencia a la abrasión, teniendo lugar la extracción de las muestras individuales para el examen de la resistencia a la abrasión preferentemente en los sitios de la placa de material

derivado de la madera recubierta, en los que se registró previamente el espectro de NIR. La determinación de la resistencia a la abrasión de las muestras individuales tiene lugar de acuerdo con el procedimiento convencional descrito anteriormente DIN EN 13329:2009 (D) para suelos laminados.

5 A partir de los valores de abrasión determinados en cada caso se forma un valor medio que se asigna al espectro de NIR respectivo. De esta manera se registran varios espectros de referencia de placas recubiertas con decoraciones de diferente color. A partir de los espectros de referencia se crea un modelo de calibración que puede usarse para la determinación de la resistencia a la abrasión de una muestra desconocida. En el caso de decoraciones de color muy diferente puede concebirse también en cada caso formar agrupaciones de decoraciones que presentan una clasificación de colores similar. La creación del modelo de calibración tiene lugar por medio de análisis de datos multivariante (MDA), efectuándose una comparación y la interpretación de los espectros de NIR de forma útil a través de todo el intervalo espectral recogido. En el caso de métodos de análisis multivariante se examinan al mismo tiempo varias variables estadísticas. Para ello se reduce el número de variables contenido en un conjunto de datos, sin reducir al mismo tiempo la información contenida en los mismos.

15 En el presente caso, el análisis de datos multivariante tiene lugar a través del procedimiento de mínimos cuadrados parciales (Partial Least Squares) (regresión PLS), mediante lo cual puede crearse un modelo de calibración adecuado. La evaluación de los datos obtenidos se efectúa preferentemente con un software de análisis adecuado, tal como por ejemplo con el software de análisis SIMCA-P de la empresa Umetrix AB o The Unscrambler de la empresa CAMO.

25 Una ventaja de la determinación de un espectro de NIR para la determinación de la resistencia a la abrasión de capas de desgaste consiste en que el detector de NIR puede atravesar toda la anchura de la placa y puede analizar determinadas zonas de problema. Además, los valores de medición se encuentran disponibles de inmediato y permiten una intervención directa en el proceso de producción, lo que no es posible sin más en otros procedimientos. El presente procedimiento permite la aplicación de un sistema regulado automáticamente con señal de alarma y la adaptación automática de la resistencia a la abrasión del producto mediante una adaptación automática de la cantidad de aplicación a partículas resistentes a la abrasión, a partir de una medición de NIR.

30 Por lo tanto, para el presente procedimiento resulta una serie de ventajas: determinación continua sin destrucción de la resistencia a la abrasión de la capa de protección contra el desgaste, y sistema regulado automáticamente con señal de alarma y una medición a lo largo de toda la anchura de producción.

35 En una forma de realización del presente procedimiento, la al menos una capa de desgaste se selecciona del grupo que contiene

- a) al menos una capa protectora termocurable, y/o
- b) al menos una capa protectora curable por UV y/o curable por electrones (ESH).

40 En una forma de realización especialmente preferida del presente procedimiento se usa una capa de resina termocurable a) como capa de desgaste. La capa de resina termocurable puede contener a este respecto además de las partículas resistentes a la abrasión, fibras naturales y/o sintéticas y también otros aditivos. Una capa de resina termocurable de este tipo se denomina también como revestimiento líquido. La resina termocurable es preferentemente una resina que contiene formaldehído, en particular una resina de melamina-formaldehído, una resina de melamina-urea-formaldehído o una resina de urea-formaldehído.

50 Las partículas resistentes a la abrasión contenidas en la al menos una capa de desgaste, tal como la capa de resina termocurable, se seleccionan en particular del grupo que contiene óxidos de aluminio (por ejemplo corindón), carburos de boro, dióxidos de silicio (por ejemplo esferas de vidrio), carburos de silicio.

55 Como se ha mencionado, la capa de desgaste puede contener por ejemplo en forma de una capa de resina termocurable también fibras naturales o sintéticas, seleccionadas del grupo que contiene fibras de madera, fibras de celulosa, fibras de celulosa parcialmente blanqueadas, fibras de lana, fibras de cáñamo y fibras poliméricas orgánicas o inorgánicas. Como aditivos adicionales pueden añadirse agentes ignífugos y/o sustancias luminiscentes. Los agentes ignífugos adecuados pueden seleccionarse del grupo que contiene fosfatos, boratos, en particular polifosfato de amonio, tris(tribromoneopentil)fosfato, borato de zinc o complejos de ácido bórico de alcoholes polihidroxilados. Como sustancias luminiscentes pueden emplearse sustancias fluorescentes o fosforescentes, en particular sulfito de zinc y aluminatos alcalinos.

60 Un procedimiento para la producción de una capa de desgaste en forma de una capa de resina termocurable (revestimiento líquido) se describe, entre otros, en el documento EP 233 86 93 A1. En el ejemplo que se describe en el mismo tiene lugar en primer lugar una limpieza de la superficie de una placa de material derivado de la madera, la aplicación de una primera capa de resina superior, que contiene partículas resistentes a la abrasión (por ejemplo partículas de corindón) sobre una placa de material derivado de la madera como placa de soporte, un secado de esta primera capa de resina, por ejemplo hasta una humedad residual del 3-6 % en peso, aplicación posterior de una segunda capa de resina, que contiene fibras de celulosa sobre la placa de material derivado de la madera, secado

repetido o desecado de la segunda capa de resina, por ejemplo hasta una humedad residual del 3-6 % en peso, aplicación de una capa de resina que contiene al menos terceras partículas de vidrio sobre la placa de material derivado de la madera con posterior secado de la tercera capa de resina, por ejemplo asimismo hasta una humedad residual del 3-6 % en peso y una compresión final de la estructura de capas bajo la influencia de presión y temperatura.

De manera correspondiente, la al menos una capa de desgaste, por ejemplo en forma de la capa de resina termocurable descrita en este caso, puede comprender al menos dos estratos, preferentemente al menos tres estratos aplicados uno tras otro. A este respecto, la cantidad de aplicación de los estratos es igual o distinta y puede ascender en cada caso a entre 1 y 50 g/m<sup>2</sup>, preferentemente entre 2 y 30 g/m<sup>2</sup>, en particular entre 5 y 15 g/m<sup>2</sup>.

El revestimiento líquido se aplica preferentemente en el lado superior de la placa de material derivado de la madera, en el lado posterior de la placa de material derivado de la madera tiene lugar preferentemente la aplicación de una contratracción líquida.

De acuerdo con la variante b) de la presente capa protectora contra el desgaste está previsto que esta se encuentre en forma de una capa protectora curable por UV y/o curable por radiación electrónica (ESH). Para ello pueden emplearse en particular lacas curables por radiación, que contienen acrilato. Normalmente, las lacas curables por radiación usadas como capa de desgaste contienen metacrilatos, tales como por ejemplo poliéster(met)acrilatos, polieter(met)acrilatos, epoxi(met)acrilatos o uretan(met)acrilatos. Es también concebible que el acrilato usado o la laca que contiene acrilato contenga monómeros, oligómeros y/o polímeros sustituidos o no sustituidos, en particular en forma de ácido acrílico, acril éter y/o monómeros de éster de ácido acrílico, oligómeros o polímeros.

En una forma de realización están previstas preferentemente más de una capa protectora curable por radiación, preferentemente dos o tres capas protectoras o de desgaste, que se disponen o aplican una sobre otra en cada caso. En algunos casos, la cantidad de aplicación para cualquier capa protectora individual o estrato de una capa protectora puede variar o ser igual a entre 10 g/m<sup>2</sup> y 50 g/m<sup>2</sup>, preferentemente 20 g/m<sup>2</sup> y 30 g/m<sup>2</sup>. La cantidad de aplicación total de la capa de desgaste puede variar en función del número de los estratos entre 30 g/m<sup>2</sup> y 150 g/m<sup>2</sup>, preferentemente 50 g/m<sup>2</sup> y 120 g/m<sup>2</sup>.

Asimismo, la al menos una capa protectora contra el desgaste puede contener agentes reticulantes químicos, por ejemplo a base de isocianatos, mediante lo cual se aumenta la adherencia intermedia de las capas protectoras contra el desgaste dispuestas una sobre otra individualmente.

Tal como se ha descrito ya para la capa de resina termocurable, la capa protectora curable por radiación puede contener también, además de las partículas resistentes a la abrasión, fibras naturales y/o sintéticas y aditivos adicionales. El compuesto de acrilato usado en la capa protectora contra el desgaste curado por radiación puede, debido a su reactividad, añadirse a las fibras presentes en la capa protectora, partículas resistentes a la abrasión o aditivos o envolverlas. Durante la compresión de las placas de material derivado de la madera a temperatura elevada, debido a la acción de calor, se produce una reticulación química del doble enlace reactivo de los compuestos de acrilato y por lo tanto una formación de una capa de polímero sobre las fibras, partículas, pigmentos de color o aditivos, que contrarresta un blanqueo.

En una forma de realización del presente procedimiento, la al menos una capa de desgaste comprende partículas resistentes a la abrasión en una cantidad entre 5 y 100 g/m<sup>2</sup>, preferentemente 10 y 70 g/m<sup>2</sup>, en particular preferentemente 20 y 50 g/m<sup>2</sup>. Cuanto mayor es la cantidad de partículas resistentes a la abrasión en la capa de desgaste, mayor es también su resistencia a la abrasión, de modo que la determinación de la resistencia a la abrasión permite también indirectamente la determinación de la cantidad de partículas resistentes a la abrasión con el uso del presente procedimiento.

La capa de desgaste que va a medirse por medio del presente procedimiento puede presentar un grosor entre 10 y 150 µm, preferentemente entre 20 y 100 µm, en particular preferentemente entre 30 y 80 µm.

En una variante del presente procedimiento, se usa como placa de soporte de una placa de material derivado de la madera, en particular de una fibra de densidad media (MDF), fibra de alta densidad (HDF), viruta gruesa (OSB) o placa de madera contrachapeada, una placa de fibrocemento y/o placa de fibra de yeso, una placa de óxido de magnesio, una placa de madera-plástico, en particular una placa de material compuestos de madera-plástico (Wood Plastic Composite (WPC) y/o una placa de plástico.

En una variante está previsto que entre la placa de soporte y la al menos una capa de desgaste estén dispuestas al menos una capa de imprimación y al menos una capa decorativa.

La capa de imprimación usada preferentemente a este respecto comprende una composición de caseína como aglutinante y pigmentos inorgánicos, en particular pigmentos de color inorgánicos. Como pigmentos de color pueden usarse en la capa de imprimación pigmentos blancos tales como dióxido de titanio o también otros pigmentos de color, tales como carbonato de calcio, sulfato de bario o carbonato de bario. La imprimación puede contener además

de los pigmentos de color y la caseína, también agua como disolvente. Es asimismo preferible cuando la capa de base pigmentada aplicada se compone de al menos una, preferentemente de al menos dos, en particular preferentemente de al menos cuatro aplicaciones o estratos aplicados uno tras otro, pudiendo ser la cantidad de aplicación entre los estratos o aplicaciones igual o distinta.

5 Tras la aplicación de la capa de imprimación se seca la misma en al menos un secador de convección. En el caso de la aplicación de varias capas de imprimación o estratos de imprimación, tiene lugar correspondientemente en cada caso una etapa de secado tras la aplicación de la capa de imprimación o estrato de imprimación respectivos. Puede concebirse asimismo que tras cada etapa de secado de una capa de imprimación estén previstos uno o  
10 varios grupos de pulido para pulir las capas de imprimación.

En el presente caso, en una forma de realización adicional del procedimiento, en el caso de la aplicación de al menos una capa de imprimación sobre la placa de soporte a continuación sobre la misma puede aplicarse al menos una capa de imprimación, por ejemplo en forma de un emplaste UV o ESH.

15 La capa decorativa ya mencionada anteriormente puede aplicarse por medio de impresión directa. En el caso de una impresión directa, la aplicación de una pintura de impresión pigmentada de base acuosa tiene lugar en el procedimiento de impresión de huecograbado o en el procedimiento de impresión digital, pudiendo aplicarse la pintura de impresión pigmentada de base acuosa en más de una capa, por ejemplo en forma de dos a diez capas, preferentemente de tres a ocho capas.

En el caso de la impresión directa, la aplicación de la al menos una capa decorativa tiene lugar tal como se ha mencionado por medio de un procedimiento de impresión de huecograbado análogo y/o de un procedimiento de impresión digital. El procedimiento de impresión de huecograbado es una técnica de impresión en la que los  
25 elementos que van a formarse se encuentran como depresiones de un molde de impresión, que se tiñe antes de la impresión. La pintura de impresión se encuentra particularmente en las depresiones y se transfiere debido a la presión de compresión del molde de impresión y las fuerzas de adhesión sobre el objeto que va a imprimirse, tal como por ejemplo una placa de soporte de fibras de madera. Por el contrario, en el caso de la impresión digital, la imagen de impresión se transfiere directamente desde un ordenador a una máquina impresora, tal como por ejemplo una impresora de láser o impresora de chorro de tinta. A este respecto se suprime el uso de un molde de impresión estático. En ambos procedimientos es posible el uso de pinturas y tintes o agentes colorantes acuosos de base UV. Asimismo es concebible combinar las técnicas de impresión de huecograbado e impresión. Una combinación adecuada de las técnicas de impresión puede tener lugar directamente sobre la placa de soporte o la capa que va a imprimirse o también antes de la impresión adaptando los conjuntos de datos electrónicos usados.

35 La placa de soporte dotada de una capa de desgaste en forma de una capa de revestimiento líquido (variante a) o una capa protectora curable por radiación (variante b) puede estar dotada asimismo de una estructura de troquelado 3D, troquelándose la estructura superficial preferentemente en una prensa de ciclo corto opcionalmente de manera sincrónica con la decoración. La estructura 3D se troquela o se imprime preferentemente por medio de estructuras de troquelado adecuadas. Las estructuraciones pueden tener lugar con el uso de cilindros de lacado estructurados, calandras estructuradas o chapas de prensa estructuradas.

45 El presente procedimiento permite por lo tanto la determinación de la resistencia a la abrasión de una placa de material derivado de la madera con la siguiente estructura de capas: placa de soporte de fibras de madera-capa de imprimación-capa de imprimador-capa decorativa-capa de desgaste. Cada una de estas capas puede estar presente en uno o varios estratos. En el lado posterior de la placa de soporte de fibras de madera pueden aplicarse un papel de contratracción o una contratracción líquida y otras capas aislantes acústicas. Como capas aislantes acústicas se emplean en particular esteras de PE reticuladas con densidades de 1,0 mm o láminas pesadas cargadas de 0,3-3 mm de grosor pero también láminas de PE o PU espumadas.

50 En una forma de realización especialmente preferida del presente procedimiento se aplica en el lado inferior de la placa de soporte de madera al menos una capa de resina termocurable, que no contiene, sin embargo, ninguna partícula resistente a la abrasión.

55 El presente procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte se lleva a cabo en un dispositivo o una línea de producción o fabricación para la producción de placas de material, que comprende al menos un dispositivo para aplicar al menos una capa de desgaste sobre una placa de soporte, tal como por ejemplo un revestimiento líquido, al menos un dispositivo para secar la capa de desgaste y al menos un detector de NIR para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, estando dispuesto el al menos un detector de NIR

60 a) dentro de o como parte de la línea de producción, en particular en la dirección de procesamiento detrás del dispositivo de aplicación y del dispositivo de secado;

b) fuera o por separado de la línea de producción por ejemplo en un laboratorio de ensayo adecuado, o



c) fuera y adicionalmente dentro o como parte de la línea de producción, y en este caso en particular en la dirección de procesamiento después del dispositivo de aplicación y del dispositivo de secado.

5 El al menos un detector de NIR está dispuesto, en el último caso, por consiguiente en una línea de producción o fabricación de la al menos una placa de material, que comprende al menos un dispositivo de aplicación para la capa de desgaste que va a aplicarse, tal como por ejemplo un cilindro, dispositivo de pulverización o dispositivo de colada y al menos un dispositivo de secado, por ejemplo en forma de un secador de convección, secador IR y/o NIR.

10 En una variante, el presente dispositivo o línea de fabricación comprende un dispositivo para aplicar al menos una capa de resina en el lado opuesto a la capa de desgaste de la placa de soporte y un dispositivo para secar esta al menos una capa de resina, estando dispuestos ambos dispositivos en dirección de procesamiento delante del al menos un detector de NIR.

15 Es en particular preferible cuando el dispositivo para aplicar la al menos una capa de desgaste en el lado superior de la placa de soporte y el dispositivo para aplicar la al menos una capa de resina en el lado inferior de la placa de soporte están dispuestos en paralelo entre sí, de modo que se permite una aplicación simultánea de capa de desgaste en el lado superior y capa de resina en el lado inferior de la placa de soporte. En analogía a esto, es asimismo preferible cuando los dispositivos de secado respectivos para capa de desgaste en el lado superior y capa de resina en el lado inferior de la placa de soporte están dispuestos uno con respecto a otro de modo que el proceso de secado tiene lugar en el mismo instante.

20 Es también concebible que el dispositivo o línea de fabricación para la producción de las placas de material comprenda más de un dispositivo de aplicación para la capa de desgaste y capa de resina y más de un dispositivo de secado para la capa de desgaste/ capa de resina, estando dispuesto el al menos un detector de NIR en dirección de procesamiento después del último dispositivo de secado. En tal caso, la cantidad de aplicación por capa de desgaste y por dispositivo de aplicación puede ser igual o puede variar. La cantidad total de capa de desgaste puede variar por ejemplo en el caso de tres estratos de la capa de desgaste entre 50 g/m<sup>2</sup> y 120 g/m<sup>2</sup> y por dispositivo de aplicación entre el 25 % en peso y el 50 % en peso.

30 Es también concebible que la presente línea de fabricación comprenda dispositivos de aplicación y dispositivos de secado para al menos una capa de imprimación y/o capa de imprimador así como un dispositivo de aplicación para aplicar al menos una capa decorativa. En este caso, el dispositivo de aplicación para una capa decorativa puede comprender varios cilindros de impresión para impresión de huecograbado (por ejemplo tres o cuatro cilindros de impresión).

35 En cambio, es también concebible que la línea de fabricación prescindiera de dispositivos de aplicación y/o dispositivos de secado para capa de imprimación, capa de imprimador y/o capa decorativa y use placas de material derivado de la madera ya previamente impresas e intercaladas.

40 En una forma de realización, en la que la medición de NIR tiene lugar tanto en línea como fuera de línea o también solo fuera de línea, la estructura de una línea de fabricación tiene el siguiente aspecto:

45 a) un primer dispositivo de aplicación para aplicar al menos un primer estrato de una capa de desgaste en el lado superior de una placa de soporte, en particular una placa de soporte impresa, y de al menos un primer estrato de una capa de resina (sin partículas resistentes a la abrasión) en el lado inferior de la placa de soporte;

50 b) un grupo de IR dispuesto en una dirección de procesamiento por detrás del primer dispositivo de aplicación (sirviendo el grupo de IR en particular para una generación de una temperatura de superficie mínima predeterminada y homogeneización de la temperatura de superficie) y al menos un primer dispositivo de secado dispuesto en dirección de procesamiento por detrás del grupo de IR (por ejemplo secador de convección) para secar el al menos un primer estrato de la capa protectora contra el desgaste y/o capa de resina;

55 c) un segundo dispositivo de aplicación dispuesto en dirección de procesamiento por detrás del primer dispositivo de secado para aplicar el al menos un segundo sustrato de una capa de desgaste en el lado superior de la placa de soporte y al menos un segundo estrato de una capa de resina en el lado inferior de la placa de soporte;

60 d) un segundo dispositivo de secado dispuesto en una dirección de procesamiento por detrás del segundo dispositivo de aplicación (por ejemplo secador de convección) para secar el al menos un segundo sustrato de la capa protectora contra el desgaste y/o capa de resina;

65 e) un tercer dispositivo de aplicación dispuesto en dirección de procesamiento por detrás del segundo dispositivo de secado para aplicar al menos un tercer estrato de una capa protectora contra el desgaste en el lado superior de la placa de soporte y al menos un tercer estrato de una capa de resina en el lado inferior de la placa de soporte;

f) un tercer dispositivo de secado dispuesto en una dirección de procesamiento por detrás del tercer dispositivo de aplicación (por ejemplo secador de convección) para secar el al menos un tercer estrato de la capa protectora contra el desgaste / capa de resina;

5 g) dado el caso un detector de NIR dispuesto en dirección de procesamiento por detrás del tercer dispositivo de secado para la determinación en línea de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste dispuesta en el lado superior de la placa de soporte;

10 h) una prensa de ciclo corto (prensa de KT) dispuesta en dirección de procesamiento por detrás del detector de NIR para la compresión y el curado de la capa de desgaste dispuesta en el lado superior de la placa de soporte y la capa de resina dispuesta en el lado inferior de la placa de soporte, e

15 i) un detector de NIR dispuesto por separado de la línea de producción para la determinación fuera de línea de la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste dispuesta en el lado superior de la placa de soporte.

Los dispositivos de aplicación que van a emplearse son preferentemente cilindros de aplicación, que permiten una aplicación de las capas en el lado superior o el lado inferior de la placa de soporte. Preferentemente tiene lugar una aplicación paralela de capa de desgaste en el lado superior y capa de resina en el lado inferior la placa de soporte de material derivado de la madera.

20 En función de los requisitos de la línea de fabricación es naturalmente posible variar el número de los dispositivos de aplicación y dispositivos de secado. De este modo, puede estar previsto por ejemplo a continuación de la prensa de KT un inversor refrigerador para refrigerar las placas de material derivado de la madera curadas.

25 Como puede deducirse a partir de las realizaciones anteriores, la medición de NIR puede tener lugar en línea tras la última aplicación de resina por detrás del secador de convección correspondiente delante de la prensa de KT. A este respecto, se mide en línea cada placa individual por el detector de NIR. Mediante el movimiento del detector de NIR transversalmente a la dirección de producción es posible una medición de la resistencia a la abrasión a lo largo de toda la anchura de producción. La medición de NIR puede tener lugar, sin embargo, también exclusiva o  
30 adicionalmente fuera de línea. Por lo tanto, la medición de NIR ofrece un procedimiento de medición continuo, no destructivo, para la determinación de la resistencia a la abrasión y permite una intervención inmediata en el transcurso del proceso.

35 La invención se explica en detalle a continuación con referencia a las Figuras de los dibujos en un ejemplo de realización. Muestran:

la Figura 1 una representación esquemática de las muestras individuales tomadas como muestra de referencia para el ensayo de la resistencia a la abrasión para la calibración de una placa de soporte dotada de una capa de desgaste; y

40 la Figura 2A un diagrama con espectros de NIR medidos para capas de resina sin partículas inhibidoras del desgaste aplicadas sobre placas para aplicaciones de muebles;

45 la Figura 2B un diagrama con espectros de NIR medidos para capas de resina sin y con partículas inhibidoras del desgaste aplicadas sobre suelos laminados;

La Figura 3 un diagrama con espectros de NIR medidos para capas de laca sin partículas inhibidoras del desgaste, y

50 la Figura 4 una representación esquemática de una línea de fabricación de una placa de material con el uso del procedimiento de acuerdo con la invención.

#### **Ejemplo de realización 1: Creación de una muestra de referencia y calibración**

55 a) La calibración, en el caso de una capa de desgaste ya curada, tiene lugar mediante registro de un espectro de NIR de una placa de soporte dotada de una capa de desgaste ya curada como muestra de referencia en analogía al modo de proceder descrito en b).

60 b) La calibración, en el caso de una capa de desgaste aún no curada, tiene lugar mediante registro de un espectro de NIR de una placa de soporte dotada de una capa de desgaste, pero aún no prensada, como muestra de referencia, que se examina tras el proceso de prensado en cuanto a la resistencia a la abrasión.

65 Para ello se recubre de manera uniforme una placa de HDF impresa 1 en una instalación de recubrimiento por medio de cilindros de aplicación por arriba con resina líquida de melamina-formaldehído con partículas de vidrio y corindón a través de varias máquinas de aplicación de cilindros con secado intermedio. La cantidad de las partículas sólidas en el recubrimiento completo varía según la clase de desgaste producida y se encuentra entre 10 y 50 g/m<sup>2</sup>.

Las partículas sólidas usadas presentan un diámetro entre 10 y 100  $\mu\text{m}$ .

Antes del proceso de prensado en la prensa de KT, se registra de la placa de soporte recubierta un espectro de NIR en una sección predeterminada 2 de la placa de soporte.

Después de prensa la placa en una prensa de ciclo corto a 200°C y 40 bar durante 8 segundos. A este respecto se cura por completo la capa protectora. Tras el enfriamiento de la placa se toman varias muestras (en particular cuatro) de 10 cm x 10 cm (P1-P4) para el examen de la resistencia a la abrasión. La toma de muestras para el examen de la resistencia a la abrasión tiene lugar en la zona 2 de la placa, en la que se registró el espectro de NIR (véase la Figura 1).

Los valores de abrasión se determinan de acuerdo con el procedimiento según la norma DIN EN 15468:2006 (suelos laminados recubiertos directamente sin revestimiento) con referencia a la norma DIN EN 13329 y a partir de los valores de abrasión se obtiene un valor medio y se asocia al espectro de NIR medido. De esta manera se registran varios espectros de referencia de placas recubiertas con diferentes decoraciones de color. A partir de los espectros de referencia se crea un modelo de calibración que puede usarse para determinar o predecir la resistencia a la abrasión de una muestra desconocida. La creación del modelo de calibración tiene lugar por medio de análisis de datos multivariante. Esto sucede con un software de análisis adecuado, por ejemplo con el software de análisis The Unscrambler de la empresa CAMO.

El espectro de NIR se registró en el presente caso en un intervalo de longitud de onda entre 900 y 1700 nm. Para los registros de los espectros de NIR se usó un aparato de medición de NIR de la empresa Perten. La cabeza de medición tiene la denominación DA7400.

#### **Ejemplo de realización 2:** Medición en línea de un recubrimiento de resina con y sin partículas de desgaste

La medición tiene lugar mediante el registro de espectros de NIR de una capa de resina sintética (resina de melamina) secada previamente pero aún no reticulada posteriormente en una prensa de ciclo corto sobre una placa de soporte (por ejemplo HDF), que se somete a ensayo después del proceso de prensado en cuanto al comportamiento frente a la sollicitación por abrasión. Mediante la medición de una pluralidad de muestras tanto de manera espectroscópica como de acuerdo con la norma para la determinación de la resistencia al desgaste se determinó previamente una dependencia a través de un modelo de calibración.

El diagrama de la Figura 2A muestra dos espectros de NIR de dos muestras con diferentes cantidades de aplicación de resina, que llevan a diferentes valores en el ensayo frente al comportamiento de sollicitación por abrasión. Las muestras, que se diferencian en la cantidad de aplicación de la resina, muestran, como puede observarse también en otros métodos espectroscópicos, una dependencia entre cantidad y absorción. En el diagrama de la Figura 2A se han medido dos placas para aplicaciones de muebles con ayuda de espectroscopía de NIR, que se han examinado según la norma DIN EN 14322: 2004 – materiales derivados de la madera, placas recubiertas de melamina para su uso en interiores – 6ª clasificación según la resistencia a la abrasión (curva superior, continua) clase 2 (IP > 50  $\mu\text{m}$ ), (curva inferior, de puntos - rayas) clase 1 (IP < 50  $\mu\text{m}$ ). Los espectros muestran la diferencia en el comportamiento frente a la sollicitación por abrasión que, en última instancia, se basa en el grosor de capa diferente de la resina de melamina sobre la superficie.

En el caso de diferentes cantidades de aplicación de resina, los espectros de NIR se diferencian principalmente en la altura de la línea de base pero también en la absorción de la banda de absorción característica para la resina en aproximadamente 1590 nm. Cuanto más alto es el resultado en el ensayo del comportamiento con respecto a la sollicitación por abrasión (es decir cuanto mayor es la cantidad de aplicación de resina), más alta es la línea de base y la banda N-H. A este respecto, la línea de base de un espectro de la zona sin "picos evaluables", en el presente caso se encuentra normalmente en el intervalo del espectro entre 950 y 1350 nm. La base de la espectroscopía de NIR usada es a este respecto tal como sigue: A partir de los varios espectros de referencia se crea un modelo de regresión por medio de análisis de datos multivariante, que puede usarse para la determinación (predicción) de la resistencia al desgaste de una muestra desconocida. En la creación de un modelo de regresión se consigue una correlación entre los datos espectrales y el comportamiento frente a la resistencia al desgaste con pocos factores principales. A este respecto, la cantidad de resina sintética diferente representa la varianza principal de los espectros.

El diagrama de la Figura 2B muestra espectros de NIR de tres muestras con igual cantidad de aplicación de resina, sin embargo sin corindón como partículas de desgaste o con diferentes cantidades de corindón.

El diagrama de la Figura 2B muestra tres espectros de NIR de muestras recubiertas con resina de melamina, que muestran resultados diferentes en el ensayo del comportamiento frente a la sollicitación por abrasión. Las muestras se examinaron de acuerdo con las normas DIN 15468 y DIN EN 13329: 2013 – suelos laminados – elementos con una capa de cubierta a base de resinas aminoplásticas, curables por calor, anexo E. A este respecto se determinó para la muestra 1 (120  $\mu\text{m}$  de capa de resina sin corindón, curva superior, de línea discontinua) en el ensayo del comportamiento frente a la sollicitación por abrasión una clase de desgaste inferior a AC2, para la muestra 2 (120  $\mu\text{m}$

de capa de resina con 20 g de corindón/m<sup>2</sup>, curva inferior, continua) una clase de desgaste AC 2, y para la muestra 3 (120 µm de capa de resina con 40 g de corindón/ m<sup>2</sup>, curva central, de puntos-rayas) una clase de desgaste AC 3. Las muestras 2 y 3 se diferencian a este respecto, por consiguiente, en la cantidad de partículas inhibidoras del desgaste.

En los espectros de NIR expuestos, la información química de la absorción está superpuesta por la dispersión de la luz NIR que aparece en las partículas de sólido. Junto al pequeño desplazamiento de la línea de base se aprecia un ligero cambio de forma de los espectros, que puede atribuirse a la dispersión sobre las partículas de sólido. En el caso de un contenido en sólidos elevado, aumenta la dispersión en particular en longitudes de onda cortas.

De este modo se muestra, por ejemplo, que las líneas de base del segundo conjunto de espectros de la Figura 2B, a pesar de altas cantidades de resina en la superficie, se encuentran por debajo de las líneas de base del primer conjunto de espectros de la Figura 2A. Esto puede atribuirse a la dispersión sobre las partículas de corindón. Esto mismo se cumple también para el pico marcado sobre el lado derecho del espectro.

Al crearse un modelo de regresión se recurre adicionalmente a información química de la absorción también la dispersión de la radiación NIR en las partículas de sólido para la determinación del comportamiento frente a la sollicitación por abrasión. De manera correspondiente, en la creación del modelo de regresión se relacionan los datos espectroscópicos con los valores obtenidos en el ensayo del comportamiento frente a la sollicitación por abrasión.

Dado que la dispersión de la luz NIR sobre las partículas de sólido proporciona una contribución esencial para la determinación del comportamiento frente a la sollicitación por abrasión, se tienen en cuenta, además de los factores principales, que explican la varianza química de las muestras, también otros factores principales, que describen, entre otras cosas, la morfología del recubrimiento. Los factores principales son a este respecto los picos en el espectro, la dispersión y el desplazamiento de la línea de base.

#### **Ejemplo de realización 3:** Medición en línea de un recubrimiento de laca sin partículas inhibidoras del desgaste

Para la determinación de la resistencia al desgaste de capas de laca por medio de espectroscopía NIR se preparan dos muestras de placas de material derivado de la madera con diferentes capas de recubrimiento de acrilato (13 g de laca/m<sup>2</sup> y 31 g/m<sup>2</sup>). La determinación del desgaste tiene lugar de acuerdo con la norma DIN EN 14978 con el método de prueba "Falling Sand".

El diagrama de la Figura 3 muestra los espectros de NIR para las dos muestras que van a medirse: la curva superior, continua corresponde a una cantidad de laca de 31 g/m<sup>2</sup> y la curva inferior, de línea discontinua, corresponde a una cantidad de laca de 13 g/m<sup>2</sup>. Los espectros de NIR se diferencian principalmente en la intensidad de las bandas de absorción características para una laca de acrilato en aproximadamente 1200 nm (2ª oscilación armónica de los enlaces C-H, C-H<sub>2</sub> y C-H<sub>3</sub>) y en aproximadamente 1590 nm (1ª oscilación armónica de los grupos amino). También en este caso se muestra una relación entre cantidad de laca y absorción. La cantidad de laca mayor presenta una absorción ligeramente superior con respecto a la cantidad de laca menor.

#### **Ejemplo de realización 4:** Combinación de medición en línea y fuera de línea

El procedimiento de medición se explica en el ejemplo de la determinación de la resistencia a la abrasión de una capa protectora en una línea de líquido con prensa de KT, que está representada esquemáticamente en la Figura 4.

En la línea de líquido se procesan placas de HDF impresas de 2,07 m de anchura y 2,80 m de longitud con un grosor de placa de 8 mm con 30 m/min. Para ello se recubren las placas en aplicadores (1 a 3) en el lado superior con una resina de melamina-formaldehído líquida que contiene partículas de sólido y por abajo con una resina de melamina-formaldehído líquida. Como resina de recubrimiento sirve una resina de melamina-formaldehído acuosa con un porcentaje de sólido del 60 % en peso.

Tras cada aplicación se secan las placas en cada caso en un secador de aire caliente (1a-3a) a 200°C. La cantidad de aplicación total del revestimiento líquido en el presente ejemplo de realización tras tres aplicaciones varía en función de los requisitos entre 50 g/m<sup>2</sup> y 120 g/m<sup>2</sup> y está distribuida entre los aplicadores individuales tal como sigue: AW1- 50 % en peso / AW2 -25 % en peso/ AW3 - 25 % en peso.

A continuación del tercer secador de convección 3a tiene lugar la medición de NIR. A este respecto se mide en línea cada placa individual por el detector de NIR, moviéndose el detector de NIR transversalmente a la dirección de producción, de modo que es posible una determinación de la resistencia a la abrasión a lo largo de toda la anchura de producción de la placa de material derivado de la madera.

A continuación se prensan las placas de material derivado de la madera recubiertas en una prensa de ciclo corto a 200°C durante 8 segundos. La presión específica de la prensa de KT asciende a 40 kg/cm<sup>2</sup> (40 bar). A continuación del proceso de prensado y de curado se enfrían las placas en un inversor refrigerador y a continuación se

almacenan o se usan de nuevo directamente.

5 Para la determinación rutinaria de la calidad de producto de las placas de material prensadas y curadas se usan muestras de 10 x 10 cm de las placas de material acabadas y se analiza fuera de línea con un aparato de medición de laboratorio de NIR 5 en el marco de una medición de laboratorio. La medición de laboratorio permite una documentación de la calidad de producto.

10 Por lo tanto, la medición de NIR ofrece un procedimiento de medición continuo sin destrucción para la determinación de la resistencia a la abrasión de una capa de desgaste y permite una intervención inmediata en el transcurso del proceso.

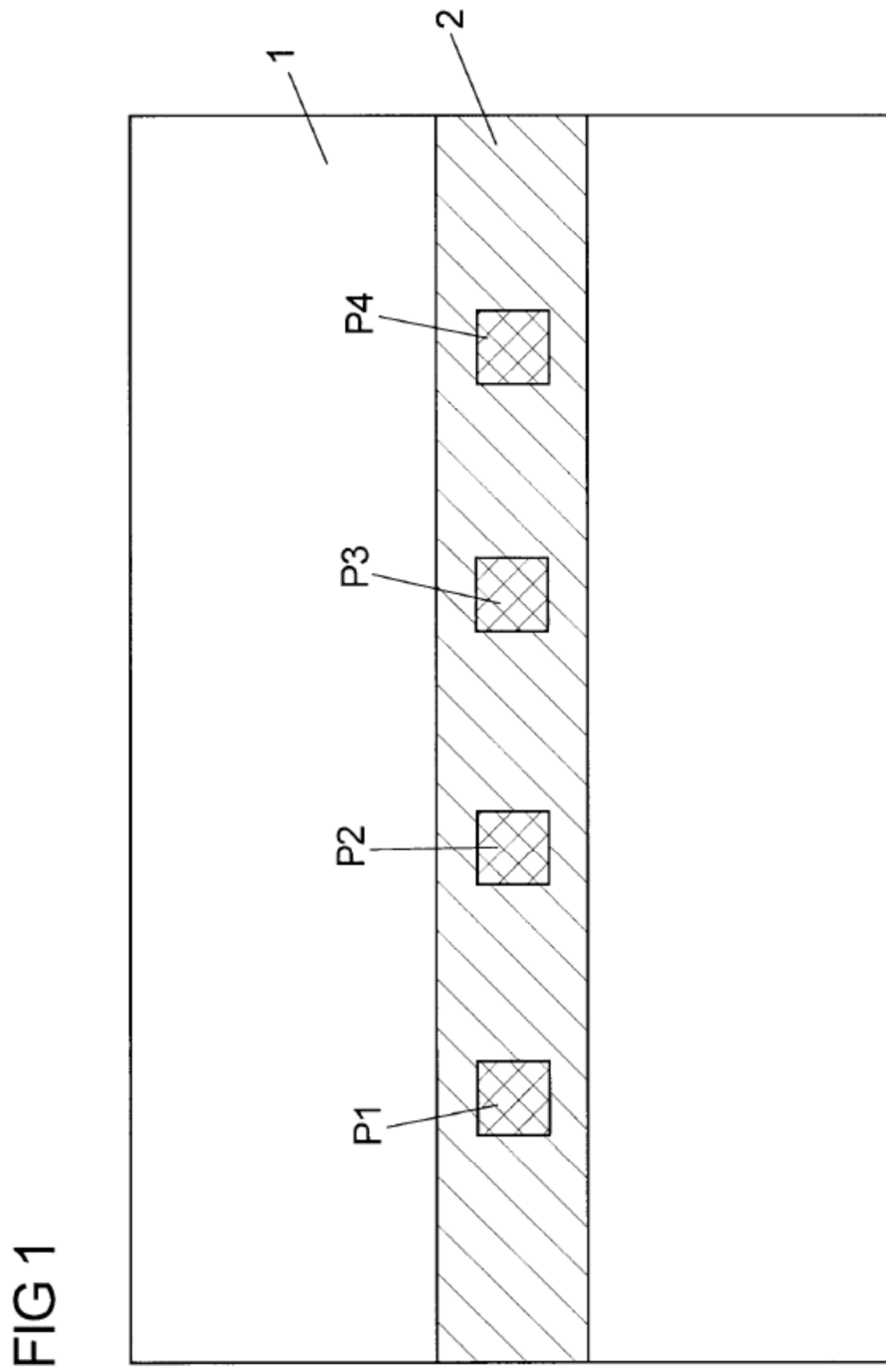
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la resistencia a la abrasión de al menos una capa de desgaste dispuesta sobre una placa de soporte,  
5 que comprende las etapas
- registrar al menos un espectro de NIR de la capa de desgaste dispuesta sobre la al menos una placa de soporte
  - 10 a) antes del curado de la al menos una capa de desgaste,
  - b) después del curado de la al menos una capa de desgaste, o
  - c) antes y después del curado de la al menos una capa de desgaste con la placa de soporte usando al menos un detector de NIR en un intervalo de longitud de onda de entre 500 nm y 2500 nm, preferentemente de entre 700 nm y 2000 nm, en particular preferentemente de entre 900 nm y 1700 nm;
  - 15 - determinar la resistencia a la abrasión de la al menos una capa de desgaste mediante la comparación, por medio de un análisis de datos multivariante, del espectro de NIR determinado para la resistencia a la abrasión que va a determinarse de la al menos una capa de desgaste con al menos un espectro de NIR determinado para al menos una muestra de referencia de la al menos una capa de desgaste con resistencia a la abrasión conocida
  - 20 en donde el al menos un espectro de NIR determinado para la al menos una muestra de referencia con resistencia a la abrasión conocida de la al menos una capa de desgaste se determinó previamente a) después del curado, o b) antes y después del curado con el uso del mismo detector de NIR en un intervalo de longitud de onda de entre 500 nm y 2500 nm, preferentemente de entre 700 nm y 2000 nm, en particular preferentemente de entre 900 nm y 1700 nm, recorriendo el al menos un detector de NIR toda la anchura de la placa de soporte.
  - 25
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** un sistema regulado automáticamente con señal de alarma.
- 30 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** a partir de la medición de NIR tiene lugar una adaptación automática de la cantidad de aplicación de partículas resistentes a la abrasión para la adaptación automática de la resistencia a la abrasión.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la determinación de la resistencia a la abrasión de la al menos una capa de desgaste tiene lugar en línea en el proceso de producción en curso antes del curado de la capa protectora contra el desgaste .
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la resistencia a la abrasión de la al menos una capa de desgaste de la al menos una muestra de referencia se determinó antes o después del curado por medio de al menos una muestra individual extraída de la muestra de referencia curada.
- 45 6. Procedimiento según 5, **caracterizado por que** la resistencia a la abrasión de la capa de desgaste de la muestra de referencia se determina por medio de al menos una, preferentemente al menos cuatro o más, muestras individuales extraídas de la muestra de referencia, preferentemente de acuerdo con la norma DIN EN 13329:2009 (D).
- 50 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la muestra de referencia con resistencia a la abrasión conocida de la capa de desgaste comprende una capa de desgaste aplicada sobre una placa de soporte, en donde la placa de soporte y la capa de desgaste de la muestra de referencia son similares a la muestra que va a medirse de placa de soporte y capa de desgaste.
- 55 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una capa de desgaste se selecciona del grupo que contiene a) al menos una capa protectora termocurable y/o b) al menos una capa protectora curable por UV y/o curable por radiación electrónica.
- 60 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una capa de desgaste comprende partículas resistentes a la abrasión, en particular seleccionadas del grupo que contiene óxidos de aluminio, carburos de boro, dióxidos de silicio y carburos de silicio.
- 65 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una capa de desgaste comprende partículas resistentes a la abrasión en una cantidad de entre 5 y 100 g/m<sup>2</sup>, preferentemente 10 y 70 g/m<sup>2</sup>, en particular preferentemente 20 y 50 g/m<sup>2</sup>.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una capa de desgaste presenta un grosor de entre 10 y 150 μm, preferentemente de entre 20 y 100 μm, en particular preferentemente de entre 30 y 80 μm.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una capa de desgaste comprende al menos dos estratos, preferentemente al menos tres estratos aplicados uno tras otro.

5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por que** la cantidad de aplicación de los estratos es igual o diferente.

10 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una placa de soporte es una placa de material derivado de la madera, en particular una placa de fibras de densidad media, placa de fibras de alta densidad, placa de virutas gruesas o placa de madera contrachapeada, una placa de fibrocemento, una placa de fibra de yeso, una placa de óxido de magnesio, una placa de madera-plástico y/o una placa de plástico.





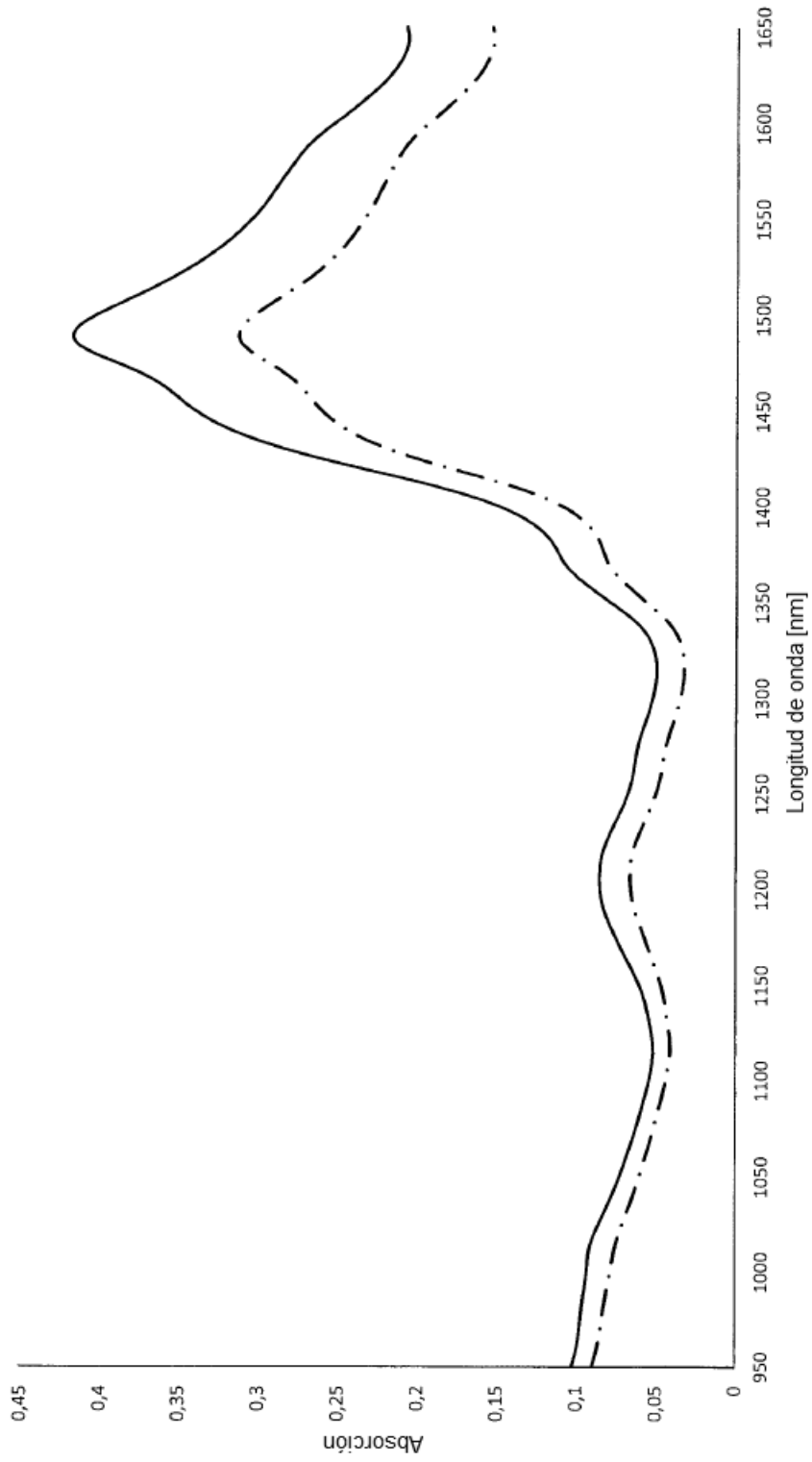


FIG 2A

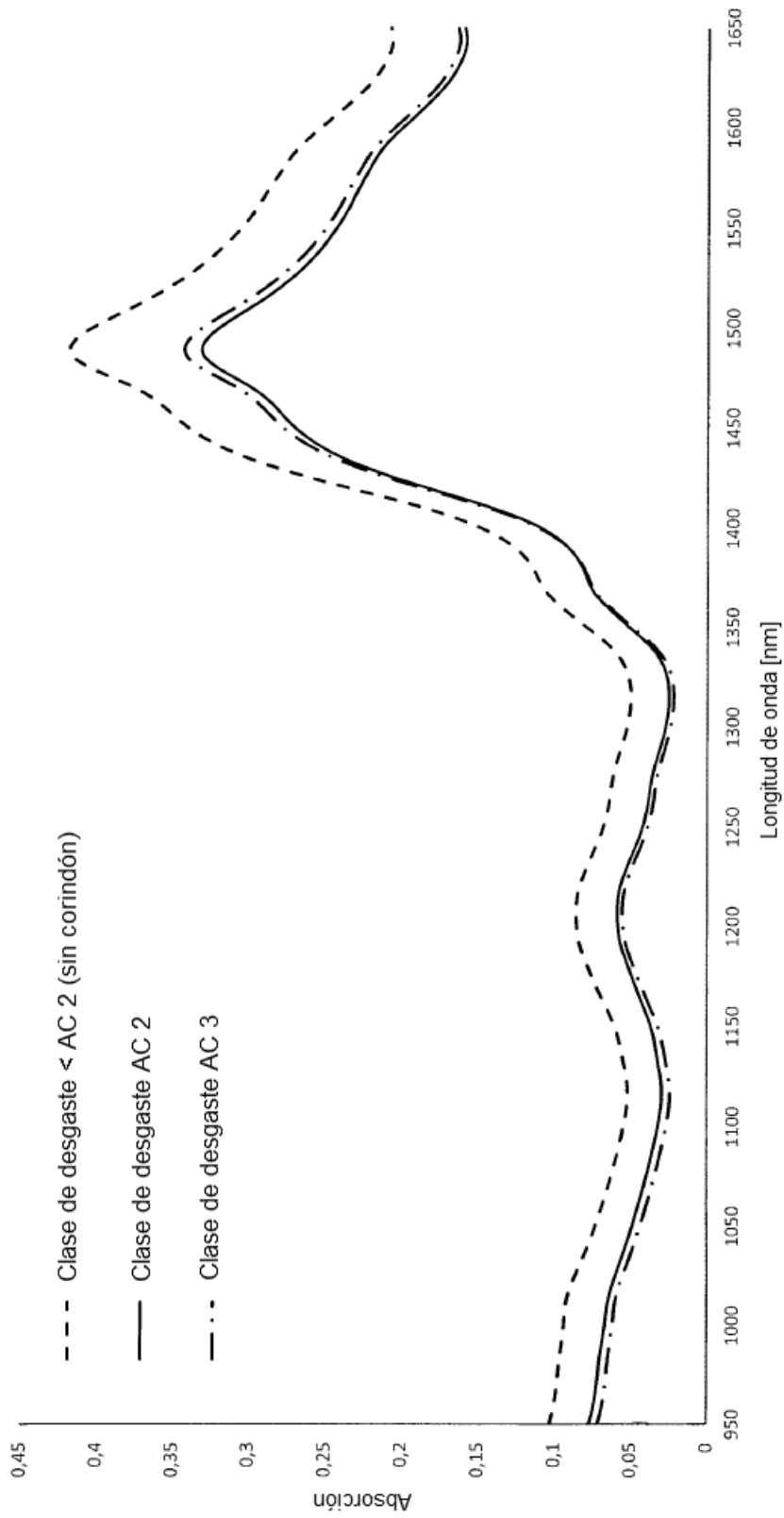


FIG 2B

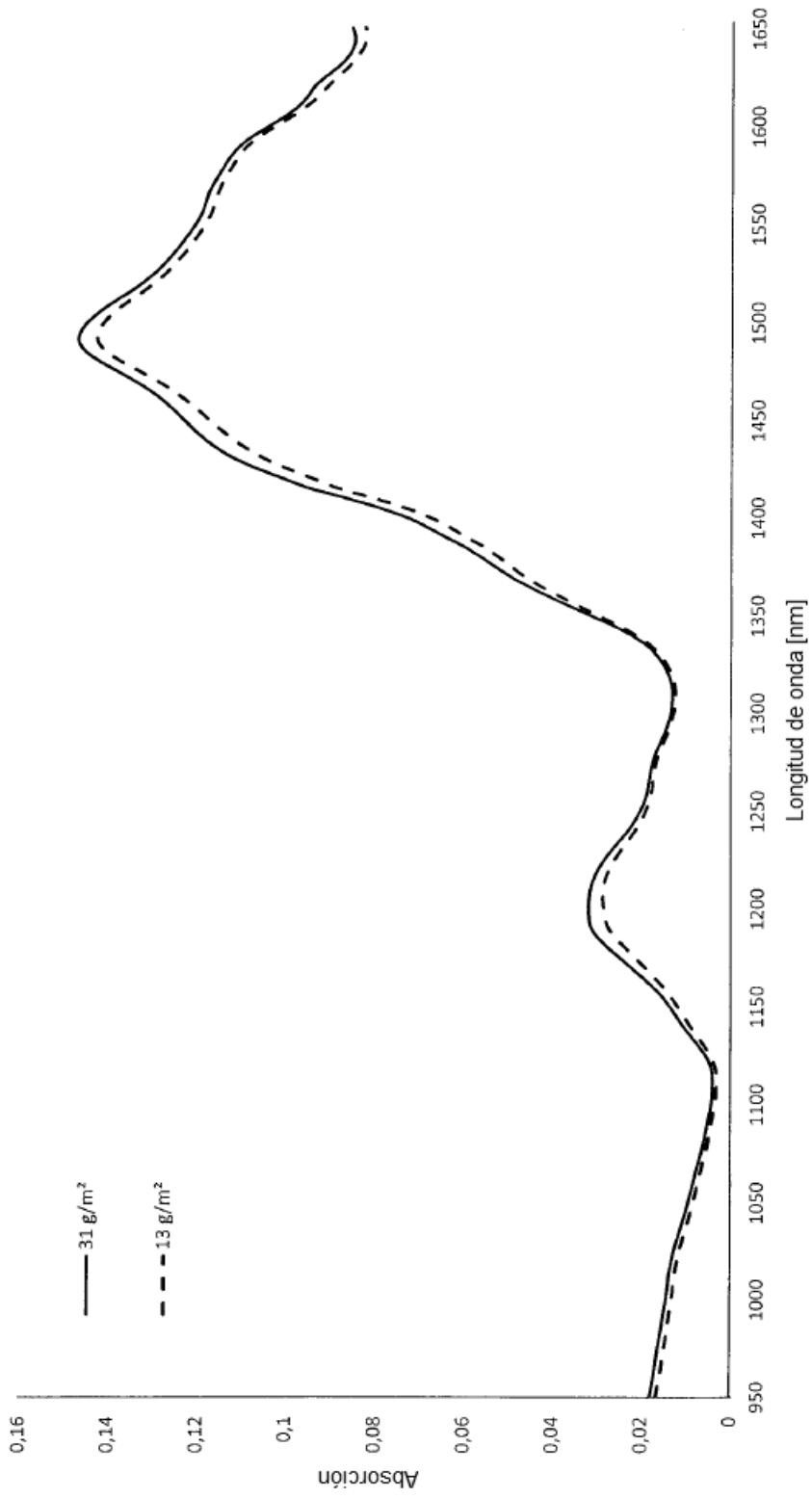


FIG 3

FIG 4

