

MEMBRANA CONTINUA Y REFORZADA PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN DE OBRAS CIVILES Y EL MÉTODO DE ELABORACIÓN IN SITU

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de impermeabilización adheridos para instalación en obras civiles, específicamente a membranas impermeabilizantes multicapa fabricadas in situ sobre superficies estructurales. En particular, la invención se relaciona con sistemas de impermeabilización que permiten la identificación de las zonas susceptibles a fallas y el control de la fisuración de las estructuras, incluyendo sus métodos de elaboración in situ para su conformación sobre cubiertas, terrazas, parqueaderos y otras superficies expuestas a diversas condiciones de uso.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas de impermeabilización para construcción constituyen elementos críticos y esenciales en la protección de estructuras civiles contra la filtración de agua y la acción de agentes ambientales.

La fisuración representa el problema central en las estructuras civiles tradicionales. Cuando una edificación experimenta asentamientos diferenciales, variaciones térmicas o movimientos estructurales, las fisuras que se desarrollan en sustratos como el concreto se transmiten directamente al sistema de impermeabilización. Esta transmisión ocurre porque el sistema de impermeabilización actúa como una extensión de la estructura base, replicando sus patrones de movimiento y deformación.

El proceso de deterioro se inicia típicamente después de la ocupación de una edificación, cuando la estructura se somete a cargas de servicio. Esta problemática es común en diversas tipologías estructurales, incluyendo construcciones en concreto, madera, elementos metálicos, sistemas constructivos livianos (*“superboard”*), entre otros, donde las juntas constituyen puntos críticos de falla.

El estado de la técnica presenta dos enfoques principales para abordar la problemática descrita: los sistemas de impermeabilización adheridos y los sistemas flotados, cada uno con ventajas específicas, pero también con limitaciones técnicas significativas que comprometen su desempeño a largo plazo.

Los sistemas de impermeabilización adheridos se caracterizan por su aplicación directa sobre la superficie estructural, logrando una unión íntima con el sustrato. Estos sistemas facilitan la identificación precisa de filtraciones cuando ocurren, permitiendo reparaciones puntuales eficientes.

Por otro lado, los sistemas flotados consisten en elementos prefabricados que se instalan sobre la superficie mediante adhesivos o se fijan mecánicamente, manteniendo cierta independencia de los movimientos estructurales. Su principal limitación radica en la dificultad para identificar el origen de las filtraciones cuando estas ocurren, complicando significativamente los procesos de diagnóstico y reparación.

Los sistemas actuales de impermeabilización, al no ser continuos ni monolíticos, presentan traslapes y uniones que, con el tiempo, generan puntos de inflexión susceptibles a la filtración de agua. Al no estar completamente adherido, el agua que ingresa puede migrar por la interfaz entre la capa para impermeabilización y la estructura hasta encontrar una fisura. Una vez que el agua penetra a través de la fisura hacia el interior de la edificación, la localización del daño se torna compleja y costosa. Esta situación deriva en la necesidad de ejecutar reparaciones tanto externas como internas, pudiendo afectar elementos como cielos rasos y otros componentes arquitectónicos, lo que requiere intervenciones que exceden la simple reimpermeabilización superficial.

Adicionalmente, los sistemas existentes presentan limitaciones específicas en aplicaciones como juntas constructivas, cambios de material y superficies sometidas a cargas vehiculares, donde los requisitos técnicos son aún más exigentes.

Los sistemas hasta ahora conocidos presentan limitaciones operativas significativas, incluyendo: restricciones en el tránsito peatonal y vehicular, necesidad de protección contra radiación ultravioleta, baja resistencia a empozamientos, entre otras restricciones técnicas que limitan su aplicabilidad.

La presente invención resuelve los problemas antes mencionados y representa un avance significativo en la tecnología de impermeabilización. La solución técnica propuesta aborda de manera integral las limitaciones históricas de los sistemas tradicionales, mientras ofrece ventajas operacionales, ambientales y económicas sustanciales.

OBJETO DE LA INVENCION

Un objeto de la invención es proporcionar una membrana impermeabilizante continua y reforzada que presenta resistencia superior, adaptabilidad a diversas condiciones estructurales, resistencia a empozamientos, resistencia a radiación ultravioleta, capacidad para soportar tráfico pesado y características ambientalmente sostenibles.

Otro objeto de la invención es proporcionar una membrana con una configuración interna innovadora que integra propiedades fundamentales como la adherencia

integral al sustrato, desacople mecánico controlado y capacidad de disipación direccional de tensiones.

Otro objeto de la invención es establecer un método de fabricación *in situ* mediante un proceso secuencial y controlado, que garantiza la integridad estructural y funcional de la membrana continua y reforzada.

Aún otro objeto de la invención es proporcionar un sistema de impermeabilización versátil, aplicable tanto en impermeabilizaciones básicas de cubiertas y terrazas residenciales como en obras civiles de alto tránsito vehicular que requieren especificaciones técnicas más exigentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entenderá de mejor manera con referencia a las figuras que acompañan este documento, se ilustra a modo de ejemplo una realización de la presente invención, pero sin limitar su alcance. En dichas Figuras, los códigos de referencia indican elementos idénticos o similares.

La figura 1 presenta un esquema en vista isométrica de una porción de membrana reforzada en una modalidad básica.

La figura 2 presenta una vista aumentada de la sección longitudinal de la membrana reforzada de la figura 1.

La figura 3 presenta una vista isométrica de una porción de membrana reforzada en una segunda modalidad para piso acabado.

La figura 4 presenta una vista aumentada de la sección longitudinal de la membrana reforzada en la segunda modalidad de la figura 3.

La figura 5 presenta una vista isométrica de una porción longitudinal de membrana reforzada en una tercera modalidad para tráfico vehicular.

La figura 6 presenta una vista aumentada de la sección longitudinal de la membrana reforzada de la figura 5.

LISTA DE ELEMENTOS DE LA INVENCION

El siguiente listado corresponde al conjunto de elementos que hacen parte de la presente invención. Al frente de cada elemento se indica el código de referencia incluido en el juego de figuras para su fácil identificación.

Membrana reforzada básica	100
Membrana reforzada de acabado rugoso	200
Membrana reforzada para tráfico vehicular	300
Sustrato estructural	10
Recubrimiento base	20
Malla de refuerzo	30
Primera capa de recubrimiento	40
Segunda capa de recubrimiento	50
Tercera capa de recubrimiento	60
Capa de adherencia	70
Capa de imprimante epóxico	80
Capa superior para tráfico intenso	90

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El sistema de la presente invención comprende una membrana continua y reforzada para la impermeabilización de obras civiles y su método de elaboración *in situ*.

El principio fundamental de la invención se basa en la creación de una ‘piel’ protectora de alta resistencia sobre la estructura base. Esta piel se genera mediante un proceso de elaboración *in situ* que produce una membrana multicapa con propiedades específicas. La membrana incorpora una malla de refuerzo preexistente, la cual se integra durante el proceso de elaboración.

La invención conserva las ventajas de los sistemas adheridos, pero incorpora un elemento de refuerzo que permite la detección temprana de fisuras posteriores.

La funcionalidad de la membrana se fundamenta en la resistencia independiente de la malla de refuerzo. Cuando la estructura impermeabilizada experimenta movimientos o

desarrolla fisuras, la malla permite que la membrana mantenga su integridad estructural, impidiendo la propagación de estos movimientos hacia las capas superiores. Como resultado, las fisuras quedan confinadas en la parte inferior de la membrana, mientras que la función impermeabilizante se preserva en las capas superiores.

La composición de la membrana, con su secuencia específica de conformación de capas poliuretano-malla-silicona, combinada con el método de curado *in situ*, constituye una solución técnica innovadora que resuelve problemas específicos de la industria. Los tiempos de curado controlados y los métodos de aplicación configuran un sistema técnico integral.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Esta divulgación corresponde a la explicación detallada de algunas de las modalidades de la invención y no implica la limitación del alcance de la invención definida en las reivindicaciones.

Para una comprensión más completa de la presente invención, ahora se hace referencia a la siguiente descripción de un modo ilustrativo y no limitativo de la misma, tomada en conjunto con los dibujos acompañantes en los cuales los números de referencia indican elementos idénticos o semejantes en los dibujos correspondientes.

Con el propósito de una mejor comprensión de la invención, el término “*membrana*” hace referencia a una placa o lámina de pequeño grosor, generalmente flexible, la cual puede estar conformada por al menos una película de naturaleza química definida.

El término “*sustrato estructural*” hace referencia a cualquier superficie de una edificación la cual será tratada superficialmente para lograr propósitos de impermeabilización. El sustrato estructural puede ser un techo, una cubierta, una azotea, una vía transitada por vehículos o cualquier superficie que requiera ser impermeabilizada y protegida contra filtraciones de agua.

El término “*sistema de impermeabilización*” es un término usualmente empleado en el ámbito de la ingeniería civil que corresponde al producto terminado e instalado que constituye la solución técnica que permite la protección de estructuras civiles contra las filtraciones de agua.

El término “*silicona*” hace referencia a lo que en química se conocen como resinas de siloxano. Estos son compuestos órganosilícicos, cuya estructura molecular está basada en enlaces Si-O-Si (silicio-oxígeno-silicio). Estas resinas pueden ser lineales,

cíclicas, ramificadas o entrecruzadas. Comúnmente contienen grupos funcionales unidos a los átomos de silicio.

El término “*poliuretanos*” hace referencia a una familia diversa de polímeros que contienen el grupo funcional uretano (o carbamato). Son compuestos orgánicos cuya estructura básica presenta un enlace o varios enlaces uretano: -NH-CO-O-. Este polímero puede presentar estructuras lineales, ramificadas o entrecruzadas.

En términos generales, respecto a la composición y estructura de la invención, la membrana reforzada presenta una estructura química multicapa específicamente diseñada para optimizar tanto las propiedades de adherencia como de resistencia. El producto terminado opera como un único manto o membrana, aunque esté elaborado por vertimiento de múltiples capas de diferente naturaleza química.

El sistema de impermeabilización presenta tres modalidades preferidas, cada una creada para satisfacer requisitos específicos de aplicación y exposición.

De acuerdo con las figuras 1 a 6, las modalidades preferidas de la invención se denominan: la membrana reforzada básica (100), la membrana reforzada de acabado rugoso (200) y la membrana reforzada para tráfico vehicular (300). Las dos últimas son ligeras modificaciones de la membrana reforzada básica (100).

A continuación, se realizará una definición aún más detallada de la invención con base en las modalidades preferidas:

Membrana reforzada básica

La membrana reforzada básica (100) es una película para superficies que permanecen expuestas a la intemperie, particularmente aquellas sometidas a rayos ultravioleta. En esta configuración, el sistema proporciona no solo impermeabilización sino también beneficios térmicos significativos convirtiéndolo en un producto ambientalmente sostenible.

De acuerdo con las figuras 1 y 2, la membrana reforzada básica (100) está conformada por cuatro capas enumeradas de abajo hacia arriba, colocada sobre un sustrato estructural (10): -un recubrimiento base (20), -una malla de refuerzo (30), -una primera capa de recubrimiento (40) y -una segunda capa de recubrimiento (50).

Cuando la membrana reforzada básica (100) es un producto terminado, la disposición de capas es la siguiente: el recubrimiento base (20) en contacto directo con el sustrato estructural (10), la malla de refuerzo (30) sobre el recubrimiento base (20), la primera

capa de recubrimiento (40) sobre la malla de refuerzo (30) y la segunda capa de recubrimiento (50) sobre la primera capa de recubrimiento (40).

En una modalidad preferida de la invención, el recubrimiento base (20) consiste en poliuretano impermeabilizante o silicona impermeabilizante, que cumple la función fundamental de crear adherencia entre el sustrato estructural (10) como lo puede ser un concreto base y la malla de refuerzo (30). Este recubrimiento base (20) debe aplicarse con un método particular que permita la penetración adecuada de la malla de refuerzo (30) durante el proceso de curado.

La segunda capa de abajo hacia arriba de la membrana (100) corresponde a la malla de refuerzo (30), la cual es un elemento crítico que define el comportamiento de la membrana (100). Esta malla de refuerzo (30) puede fabricarse en diferentes materiales seleccionados del grupo de fibra de vidrio, fibra de vidrio apresto, materiales plásticos o materiales metálicos, cada uno con características específicas que se adaptan a diferentes condiciones de aplicación. La malla de refuerzo (30) se aplica de manera simultánea con el recubrimiento base (20), aprovechando las propiedades del material fresco para lograr una integración óptima.

Las siguientes capas de abajo hacia arriba después de la malla de refuerzo (30) son la primera capa de recubrimiento (40) y la segunda capa de recubrimiento (50) que constituyen el acabado de la membrana (100).

En su forma más básica, la primera capa de recubrimiento (40) y la segunda capa de recubrimiento (50) consisten en impermeabilizante de silicona aplicada en dos manos, proporcionando protección contra rayos ultravioleta y manteniendo las propiedades impermeabilizantes de la membrana (100). Esta configuración básica resulta adecuada para superficies expuestas que no requieren acabados adicionales.

Membrana reforzada de acabado rugoso

La membrana reforzada de acabado rugoso (200) es una película para superficies que permanecen expuestas a la intemperie pero que reciben enchapes posteriores. En esta modalidad, se adiciona una capa de adherencia (70) sobre la segunda capa de recubrimiento (50) antes de su curado completo.

De acuerdo con las figuras 3 y 4, la membrana reforzada de acabado rugoso (200) está conformada por cinco capas enumeradas de abajo hacia arriba, colocadas sobre un sustrato estructural (10): -un recubrimiento base (20), -una malla de refuerzo (30), -una primera capa de recubrimiento (40), -una segunda capa de recubrimiento (50) y -una capa de adherencia (70).

Cuando la membrana reforzada de acabado rugoso (200) es un producto terminado, la disposición de capas es la siguiente: el recubrimiento base (20) en contacto directo con el sustrato estructural (10), la malla de refuerzo (30) sobre el recubrimiento base (20), la primera capa de recubrimiento (40) sobre la malla de refuerzo (30), la segunda capa de recubrimiento (50) sobre la primera capa de recubrimiento (40) y la capa de adherencia (70) aplicada sobre la segunda capa de recubrimiento (50).

En una modalidad preferida de la invención, el recubrimiento base (20) consiste en poliuretano impermeabilizante o silicona modificada con polímeros, que cumple la función fundamental de crear adherencia entre el sustrato estructural (10) como lo puede ser un concreto base y la malla de refuerzo (30). Este recubrimiento base (20) debe aplicarse con un método particular que permita la penetración adecuada de la malla de refuerzo (30) durante el proceso de curado.

La segunda capa de abajo hacia arriba de la membrana (200) corresponde a la malla de refuerzo (30), la cual es un elemento crítico que define el comportamiento de la membrana (200). Esta malla de refuerzo (30) puede fabricarse en diferentes materiales seleccionados del grupo de fibra de vidrio, materiales plásticos o materiales metálicos, cada uno con características específicas que se adaptan a diferentes condiciones de aplicación. La malla de refuerzo (30) se aplica de manera simultánea con el recubrimiento base (20), aprovechando las propiedades del material fresco para lograr una integración óptima.

Las siguientes capas de abajo hacia arriba después de la malla de refuerzo (30) son la primera capa de recubrimiento (40) y la segunda capa de recubrimiento (50) correspondientes a capas de impermeabilizante de silicona aplicada en dos manos.

Un material preferido el cual conforma la capa final superior o capa de adherencia (70) es la arena de cuarzo o también la arena de concreto. Esta arena se aplica manualmente, utilizando una técnica similar a la siembra de semillas, y debe realizarse dentro de las primeras cuatro horas posteriores a la aplicación de la segunda capa de recubrimiento (50) para garantizar una adherencia adecuada.

Membrana reforzada para tráfico vehicular

La membrana reforzada para tráfico vehicular (300) es una película de alta resistencia para superficies que permanecen expuestas a la intemperie pero que también están sometidas a tráfico vehicular pesado y constante. Es la modalidad más robusta de la invención, desarrollada específicamente para parqueaderos y superficies que soportan cargas vehiculares. Esta modalidad surge de la observación de que los sistemas adheridos tradicionales fallan frecuentemente en parqueaderos multinivel, donde las estructuras experimentan movimientos constantes debido a las cargas vehiculares.

De acuerdo con las figuras 5 y 6, la membrana reforzada para tráfico vehicular (300) está conformada por ocho capas enumeradas de abajo hacia arriba, colocadas sobre un sustrato estructural (10): -una capa de imprimante epóxico (80), -un recubrimiento base (20), -una malla de refuerzo (30), -una primera capa de recubrimiento (40), -una segunda capa de recubrimiento (50), -una tercera capa de recubrimiento (60), -una capa de adherencia (70) y una capa superior para tráfico intenso (90).

Cuando la membrana reforzada para tráfico vehicular (300) es un producto terminado, la disposición de capas es la siguiente: la capa de imprimante epóxico (80) en contacto directo con el sustrato estructural (10), el recubrimiento base (20) sobre la capa de imprimante epóxico (80), la malla de refuerzo (30) sobre el recubrimiento base (20), la primera capa de recubrimiento (40) sobre la malla de refuerzo (30), la segunda capa de recubrimiento (50) sobre la primera capa de recubrimiento (40), la tercer capa de recubrimiento (60) sobre la segunda capa de recubrimiento (50), la capa de adherencia (70) aplicada sobre la tercera capa de recubrimiento (60) y la capa superior para tráfico intenso (90) sobre la capa de adherencia (70).

En una modalidad preferida de la invención, el recubrimiento base (20) consiste en poliuretano impermeabilizante o silicona modificada con polímeros. Este recubrimiento base (20) debe aplicarse con un método particular que permita la penetración adecuada de la malla de refuerzo (30) durante el proceso de curado.

Las capas de recubrimiento (40, 50, 60) son capas de poliuretano impermeabilizante resistentes a los rayos ultravioleta; la capa de adherencia (70) es arena de cuarzo y la capa superior para tráfico intenso (90) es una capa final de imprimante epóxico.

Materiales

Los materiales utilizados en el sistema requieren características específicas para garantizar el desempeño adecuado.

La malla de refuerzo (30) incorporada en cualquiera de las modalidades preferidas de la invención es una red o armadura para recubrimientos constructivos. En modalidades preferidas, la malla de refuerzo (30) es una red de fibra de vidrio aprestada consistente en una red cruda al 100% de fibra de vidrio.

La malla de refuerzo (30) es de tipología entrelazada lo cual significa que está fabricada con filamentos de vidrio tejidos en forma de malla y se encuentra tratada con un apresto o recubrimiento que mejora la resistencia alcalina, aumenta la adherencia, protege las fibras y optimiza su manipulación.

El apresto es un componente para protección química de las fibras, que mejora la compatibilidad con matrices poliméricas, incrementa la durabilidad y facilita la manipulación durante la instalación.

La malla de refuerzo presenta especificaciones dimensionales críticas que afectan directamente el desempeño del sistema. El gramaje debe mantenerse entre 65 y 150 gramos por metro cuadrado, rango que proporciona el equilibrio óptimo entre resistencia y manejabilidad. Son preferibles de 75 o 110 gramos por metro cuadrado, sin ser limitantes estas magnitudes. El tamaño de la abertura (luz de malla) debe controlarse cuidadosamente, ya que aberturas excesivamente grandes comprometen la efectividad del refuerzo.

La silicona impermeabilizante es la expresión general que define a las resinas de siloxano como compuestos órganosilícicos con estructuras moleculares basadas en enlaces Si-O-Si. La columna vertebral de las resinas está conformada por tales unidades moleculares.

La silicona impermeabilizante tiene propiedades como excelente resistencia térmica, alta resistencia a la intemperie y la radiación UV, propiedades dieléctricas superiores, hidrofobicidad, flexibilidad a altas temperaturas, compatibilidad con productos orgánicos. proporciona mayor espesor al sistema, resiste empozamientos de agua, es decir que no se deteriora con el efecto lupa; requiere características específicas de reflectancia solar para proporcionar los beneficios térmicos del sistema. Esta característica no solo contribuye a la durabilidad del sistema, sino que también genera beneficios energéticos en las edificaciones donde se aplica. La resistencia a rayos ultravioleta constituye otro requisito fundamental para garantizar la durabilidad del sistema en aplicaciones expuestas.

El poliuretano impermeabilizante puede consistir en diferentes tipos de poliuretanos dependiendo de los monómeros utilizados en la polimerización, la estructura química de los componentes, el peso molecular, el grado de entrecruzamiento y los aditivos y modificadores incorporados.

Entre los componentes principales de los poliuretanos se encuentran los diisocianatos y los polioles. Diisocianatos como el TDI, MDI, HDI y polioles como poliéter polioles, poliéster polioles y policarbonato polioles.

El poliuretano impermeabilizante puede presentar diferentes configuraciones químicas, incluyendo formulaciones aromáticas, alifáticas y tixotrópicas. La selección del tipo específico depende de las condiciones de aplicación y los requisitos de durabilidad del proyecto según lo que se espere lograr: rangos de dureza, resistencia mecánica, grado de impermeabilidad, entre otros.

Método de elaboración

Dentro del objeto de la invención es esencial que la membrana sea producida en sitio. No es una simple aplicación de productos en sitio, sino que debe seguirse un procedimiento específico y condiciones particulares de curado para lograr que la membrana logre resolver los problemas técnicos para los cuales ha sido desarrollada.

La diferencia entre una membrana prefabricada convencional y una fabricada en sitio, es que la prefabricada no queda adherida a la superficie, por lo tanto, en el momento de una falla, se filtra el agua y al llegar al elemento impermeabilizado, en este caso mortero o concreto que está fisurado, el agua migra y no es posible identificar en qué parte en específico se presentó la falla. En cambio, cuando es un sistema adherido porque ha sido fabricado en sitio, si la membrana falla es exactamente en ese sitio en donde se debe corregir, dado que no viaja el agua por toda la superficie, generando esto reducción en riesgo.

Dado lo anterior, el método para elaborar las modalidades preferidas de la membrana es una materia esencial. A continuación, se realiza la descripción de cada método:

Método para elaborar la membrana (100)

En términos generales, el método de elaboración *in situ* de la membrana reforzada consiste en tres etapas fundamentales:

- A. Preparar la superficie del sustrato estructural (10);
- B. Formar el recubrimiento base (20) y tender la malla de refuerzo (30);
- C. Formar al menos una capa de recubrimiento (40, 50, 60) sobre la malla de refuerzo (30); e
- D. Inundar la membrana para verificar la impermeabilización.

Según el sustrato estructural que sea tratado para la impermeabilización, se presentan algunas modificaciones del método general.

Para el caso de sustratos estructurales (10) expuestos directamente a la intemperie, tales como terrazas, azoteas y similares, el método de elaboración de la membrana reforzada básica (100), presenta las siguientes etapas:

A. Preparar de la superficie del sustrato estructural (10)

El método de elaboración de la membrana reforzada para impermeabilización de obras civiles inicia con una preparación cuidadosa de la superficie del sustrato estructural (10), etapa fundamental para el éxito del sistema.

Esta preparación incluye la limpieza exhaustiva de la superficie, seguida por la identificación y remediación de fisuras existentes que provocan filtraciones.

En modalidades preferidas se realiza la limpieza mediante lavado con hidrolavadoras.

Las fisuras identificadas se cortan con pulidora y luego se sellan utilizando preferiblemente poliuretano o masilla de silicona, creando una base uniforme para la aplicación de las siguientes capas de la membrana. Esta operación se realiza preferiblemente con compresores.

B. Formar el recubrimiento base (20) y tender la malla de refuerzo (30)

La formación del recubrimiento base (20) sobre el sustrato estructural (10), que en modalidades preferidas es poliuretano base, consiste en verter dicho componente y requiere coordinación precisa al colocar la malla de refuerzo (30).

Tanto el recubrimiento base (20) como la malla de refuerzo (30) se colocan simultáneamente, aprovechando las propiedades del poliuretano fresco para lograr la penetración adecuada de la malla de refuerzo (30). Esta simultaneidad es crítica para el desempeño del sistema, ya que garantiza la integración óptima entre los componentes.

El proceso puede realizarse mediante métodos manuales utilizando brochas, o mediante métodos mecanizados empleando compresores. La técnica mecanizada resulta similar a la aplicación de pintura automotriz, proporcionando mayor uniformidad y velocidad en proyectos de gran escala. La selección del método depende de las características específicas del proyecto y los recursos disponibles.

Una vez realizada la etapa b, se permite un tiempo de curado de entre 4 y 48 horas, preferiblemente entre 4 y 24 horas.

Los tiempos de curado constituyen un aspecto crítico del proceso de aplicación. Entre la aplicación del poliuretano base con malla y la aplicación de la silicona impermeabilizante, debe transcurrir un período de 4 a 48 horas, dependiendo de las características específicas del producto utilizado. Este tiempo permite el curado inicial del poliuretano, proporcionando la base adecuada para las capas posteriores.

C. Verter y extender al menos una capa de recubrimiento

En una modalidad preferida de la invención, se realiza el vertimiento y extendido de una primera capa de recubrimiento (40) que, en modalidades también preferidas, es silicona impermeabilizante. Se permite un tiempo de curado de entre 4 y 24 horas, preferiblemente de cuatro horas, para permitir la polimerización.

En otra modalidad preferida de la invención, se realiza el extendido adicional de una segunda capa de recubrimiento (50) que, en modalidades también preferidas, es silicona impermeabilizante, y se permite un tiempo de curado para esta última capa también con el fin de permitir la polimerización.

D. Inundar la membrana para verificar la impermeabilización

Finalmente, se realiza un proceso de verificación de la impermeabilización mediante inundación con agua después de 24 horas de curado total de la membrana (100).

Método para elaborar la membrana (200)

Para el caso de sustratos estructurales que después de la impermeabilización serán sometidos a enchapados, el método de elaboración de la membrana de acabado rugoso (200), presenta las mismas etapas "A." a "D." del método de elaboración de la membrana reforzada básica (100) señalada previamente, pero la etapa C. presenta una variación designada como etapa C':

C'. Verter al menos una capa de recubrimiento con adición de material particulado

Se realiza el vertimiento y extendido de una primera capa de recubrimiento (40) que, en modalidades también preferidas, es silicona impermeabilizante. Se permite un tiempo de curado de entre 4 y 24 horas, preferiblemente de cuatro horas, para permitir la polimerización.

Se realiza el extendido de la segunda capa de recubrimiento (50) y antes del curado (tiempo de curado entre 0 y 4 horas), se esparce un material particulado para conformar una capa de adherencia (70) sobre dicha segunda capa de recubrimiento (50). En modalidades preferidas, el material particulado es arena de cuarzo, el cual se esparce de modo similar a la siembra de semillas.

Se permite un tiempo de curado de mínimo 24 horas, con el fin de permitir la polimerización total.

Método para elaborar la membrana (300)

Para el caso en el que el sustrato estructural (10) corresponde a una carretera, un camino, el pavimento de un parqueadero, o similares que tengan tráfico vehicular, el método de membrana reforzada para tráfico vehicular (300), presenta las mismas etapas A. a D. pero con unas algunas variaciones:

El método inicia con una variación de la etapa A.:

A. Preparar la superficie del sustrato estructural con adición de imprimante epóxico

El método de elaboración de la membrana reforzada para impermeabilización de obras civiles inicia con una preparación cuidadosa de la superficie del sustrato estructural (10), etapa fundamental para el éxito del sistema.

Esta preparación incluye la limpieza exhaustiva de la superficie, seguida por la identificación y remediación de fisuras existentes que provocan filtraciones. Las fisuras identificadas se sellan utilizando preferiblemente poliuretano masilla, creando una base uniforme para la aplicación de las siguientes capas de la membrana.

En seguida, se realiza el vertido de imprimante epóxico sobre el sustrato estructural (10) para conformar una capa de imprimante epóxico (80). Este imprimante epóxico es esencial porque provee propiedades de resistencia a la fricción de las ruedas durante el tráfico vehicular. No se incorporan compuestos siliconados porque estos no poseen la resistencia para tráfico vehicular.

B. Verter el recubrimiento base y tender la malla de refuerzo

Esta etapa es la misma descrita en el método (100) o (200).

Una vez realizada la etapa B, se permite un tiempo de curado de entre 4 y 48 horas, preferiblemente entre 4 y 24 horas.

C". Verter y extender al menos una capa de recubrimiento

En una modalidad preferida de la invención, se realiza el vertimiento y extendido de la primera capa de recubrimiento (40) que es poliuretano impermeabilizante en modalidades preferidas de la invención. Luego, se realiza el extendido de la segunda capa de recubrimiento (50) y se permite un tiempo de curado para esta última capa también con el fin de permitir la polimerización.

Seguido a lo anterior, se realiza el extendido de la tercera capa de recubrimiento (60) con esparcido de material particulado para conformar la capa de adherencia (70) y se permite un tiempo de curado para esta última capa también con el fin de permitir la polimerización.

Finalmente, se vierte y extiende al menos una capa superior para tráfico intenso (90) que es una capa final preparada a partir de material poliuretano epóxico y colocada sobre la capa de adherencia (70). Esta capa (90) es la que está en contacto con las llantas de los automóviles y ofrece resistencia mecánica durante el tráfico.

En esta etapa pueden verse varias capas superiores para tráfico intenso (90), según el criterio del experto con el fin de tapar la capa de adherencia (70), lograr un grado de resistencia a la fricción de las llantas y a la incidencia de los rayos UV.

Los componentes siliconados no tienen resistencia para tráfico vehicular y por ello, la membrana (300) presenta una naturaleza polimérica y una disposición particular de sus capas, tal como se ha descrito.

En este método, el tiempo de curado también es un factor esencial, pues se deben dejar entre 4 y 48 horas, preferiblemente entre 4 y 24 horas, entre cada etapa de vertido y conformación de capa.

D. Inundar la membrana para verificar la impermeabilización

Finalmente, se realiza un proceso de verificación de la impermeabilización mediante inundación con agua después de 24 horas de curado total de la membrana (100).

Efectos

La invención proporciona beneficios térmicos significativos que trascienden su función impermeabilizante básica. La silicona impermeabilizante con alta reflectancia solar actúa como una barrera térmica, reduciendo la temperatura interior de las edificaciones. Este efecto resulta particularmente beneficioso en zonas climáticas cálidas, donde la reducción del consumo de aire acondicionado genera ahorros energéticos considerables.

La capacidad de reflectancia solar del sistema ha sido certificada, cumpliendo con estándares internacionales que permiten su utilización en proyectos de construcción sostenible. Esta certificación facilita la obtención de puntos en sistemas de calificación ambiental LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) desarrollado por el Consejo de Construcción Verde de Estados Unidos (USGBC), agregando valor a los proyectos donde se implementa.

El comportamiento térmico del sistema se fundamenta en su capacidad para actuar como una "piel" protectora del concreto. Esta piel no solo protege contra la infiltración de agua sino también contra los efectos térmicos del exterior, contribuyendo al confort interior y la eficiencia energética de las edificaciones.

Ventajas operacionales

Las ventajas operacionales del sistema desarrollado se manifiestan en múltiples aspectos del ciclo de vida de la impermeabilización. La identificación de daños resulta considerablemente más simple comparada con sistemas tradicionales, ya que la ubicación de las filtraciones corresponde directamente con la ubicación del problema en la membrana. Esta correspondencia directa elimina la necesidad de investigaciones extensas para localizar el origen de las filtraciones.

Las reparaciones se caracterizan por su naturaleza puntual y simplicidad. Cuando se identifica un problema, la reparación se realiza únicamente en el área afectada, consistiendo en un refuerzo localizado del sistema. Esta característica reduce significativamente los costos de mantenimiento y minimiza las molestias para los usuarios de la edificación.

La instalación del sistema es muy fácil, pues no requiere equipos especializados, agilizando su preparación en diferentes condiciones de proyecto. Los tiempos de elaboración se reducen comparados con sistemas tradicionales, ya que el proceso de curado in situ elimina la necesidad de múltiples etapas de preparación y aplicación que caracterizan otros sistemas de impermeabilización.

Solución a Problemas Constructivos Específicos

El sistema desarrollado aborda problemáticas específicas que se presentan en juntas constructivas, área donde los sistemas tradicionales presentan limitaciones significativas. La mala adherencia entre materiales diferentes, como poliuretano y manto asfáltico, genera juntas frías que constituyen puntos vulnerables para filtraciones. El sistema propuesto actúa como un puente adherente que se adhiere efectivamente a ambos materiales, eliminando esta vulnerabilidad.

Los cambios de superficie, como la transición entre cubierta de concreto y techo de madera, representan otro desafío constructivo que el sistema resuelve efectivamente. La capacidad de adaptarse a diferentes materiales base mientras mantiene sus propiedades impermeabilizantes permite aplicaciones versátiles en proyectos arquitectónicos complejos.

El sistema también elimina la necesidad de morteros de nivelación que tradicionalmente se requieren con mantos asfálticos para la aplicación de pisos acabados. La rugosidad generada por la arena de cuarzo en la modalidad correspondiente permite la aplicación directa de enchapes, eliminando sobre espesores y simplificando el proceso constructivo.

Garantías y Durabilidad

El sistema desarrollado ofrece garantías superiores comparadas con sistemas tradicionales de impermeabilización. Mientras que los sistemas convencionales típicamente proporcionan dos años de garantía en mano de obra y diez años en materiales, el sistema propuesto extiende la garantía de mano de obra a cinco años y en materiales a veinte años, reflejando la mayor confianza en su durabilidad.

El primer mantenimiento del sistema se programa a los cinco años, período superior al típico de sistemas tradicionales. Esta extensión resulta de la resistencia inherente del sistema a la transmisión de fisuras estructurales, principal causa de falla en sistemas convencionales. La garantía extendida del sistema alcanza veinte años, condicionada a la realización de mantenimiento preventivo cada cinco años.

Las consideraciones de durabilidad varían según la modalidad aplicada. El sistema básico para exposición solar requiere mantenimiento estándar cada cinco años, mientras que la modalidad con acabado rugoso prácticamente no requiere mantenimiento al quedar protegida por el enchape. La modalidad para tráfico vehicular requiere mantenimiento más frecuente debido a la exposición a cargas mecánicas superiores.

Resultados de Pruebas y Certificaciones

Las pruebas realizadas al sistema han demostrado características técnicas superiores en varios aspectos clave. La resistencia térmica del sistema ha sido documentada mediante pruebas de laboratorio, estableciendo que la temperatura de fusión se alcanza a niveles muy superiores a las condiciones normales de exposición. Esta característica garantiza la estabilidad del sistema en condiciones climáticas extremas.

Las pruebas de comportamiento mecánico han revelado características interesantes del sistema. Sin la malla de refuerzo, el sistema presenta alta elasticidad, pero baja resistencia a desgarros. La incorporación de la malla modifica este comportamiento, proporcionando menor elasticidad, pero resistencia estructural significativamente superior. Esta modificación representa el equilibrio óptimo para aplicaciones de impermeabilización.

* * * * *

RESUMEN

La presente invención comprende una membrana continua y reforzada para la impermeabilización de obras civiles y su método de elaboración *in situ*.

La invención comprende: una capa base de poliuretano adherente, una malla de refuerzo intermedia que funciona como barrera mecánica de desacople, y una capa superior de silicona impermeabilizante, donde la secuencia del método de elaboración garantiza adherencia integral al sustrato y previene la migración subsuperficial de agua. La disposición de la malla confiere comportamiento elástico-direccional selectivo con anisotropía controlada que disipa tensiones estructurales en cubiertas, terrazas, parqueaderos y superficies expuestas a condiciones climáticas adversas, incluyendo métodos específicos de elaboración *in situ* con tiempos de curado controlados.

* * * * *

REIVINDICACIONES

1. Una membrana continua y reforzada para la impermeabilización de obras civiles, colocada sobre un sustrato estructural (10), dicha membrana **caracterizada por:**

un recubrimiento base (20) dispuesto sobre el sustrato estructural (10);
una malla de refuerzo (30) dispuesta sobre el recubrimiento base (20);
una primera capa de recubrimiento (40) dispuesta sobre la malla de refuerzo (30); y
una segunda capa de recubrimiento (50) dispuesta sobre la primera capa de recubrimiento (40).

2. La membrana de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el recubrimiento base (20) es un poliuretano impermeabilizante o una silicona impermeabilizante para la adherencia de la malla de refuerzo (30) con el sustrato estructural (10); la malla de refuerzo (30) es de fibra de vidrio o fibra de vidrio apresto; y la primera capa de recubrimiento (40) y la segunda capa de recubrimiento (50) son compuestos de silicona.
3. La membrana de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la segunda capa de recubrimiento (50) posee una capa de adherencia (70) que corresponde a arena de concreto o arena de cuarzo.

4. La membrana de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

una capa de imprimante epóxico (80) se encuentra en contacto con el sustrato estructural (10) y el recubrimiento base (20) está sobre dicha capa de imprimante epóxico (80);
una segunda capa de recubrimiento (50) y una tercera capa de recubrimiento (60) adicional, dispuestas sobre la primera capa de recubrimiento (40);
una capa de adherencia (70) dispuesta sobre la tercera capa de recubrimiento (60); y
al menos una capa superior para tráfico intenso (90) dispuesta sobre la capa de adherencia (70).

5. La membrana de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el recubrimiento base (20) es un poliuretano impermeabilizante para la adherencia de la malla de refuerzo (30) con el sustrato estructural (10); las capas de recubrimiento (40, 50, 60) son capas de poliuretano impermeabilizante; y la o las capas superiores para tráfico intenso (90) son capas de imprimante epóxico.

6. Un método de elaboración de la membrana continua y reforzada para la impermeabilización de obras civiles, **que se caracteriza por** las siguientes etapas *in situ*:
- A. Preparar la superficie del sustrato estructural (10);
 - B. Formar el recubrimiento base (20) y tender la malla de refuerzo (30);
 - C. Formar al menos una capa de recubrimiento (40, 50, 60) sobre la malla de refuerzo (30); e
 - D. Inundar la membrana para verificar la impermeabilización.
7. El método de elaboración de la membrana reforzada de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa A. consiste en limpiar rigurosamente la superficie y sellar sus fisuras para crear una base uniforme; la etapa B. consiste en el vertido del recubrimiento base (20) sobre el sustrato estructural (10), el tendido simultáneo de la malla de refuerzo (30) y el curado; la etapa C. consiste en el vertido y extendido de al menos una capa de recubrimiento (40), su curado, el vertido y extendido adicional de una segunda capa de recubrimiento (50) y su curado; y la etapa D. consiste en inundar con agua la membrana continua terminada y curada.
8. El método de elaboración de la membrana reforzada de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa C'. después de verter, extender y curar la primera capa de recubrimiento (40), se vierte y extiende una segunda capa de recubrimiento (50) con adición de material particulado para conformar una capa de adherencia (70) antes del curado.
9. El método de elaboración de la membrana reforzada de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa A. es preparar la superficie del sustrato estructural (10) con adición de imprimante epóxico (80); y en la etapa C" después de extender la segunda capa de recubrimiento (50), se vierte y extiende una tercera capa de recubrimiento (60) con dispersión de material particulado sobre ella para conformar la capa de adherencia (70) para luego curarla; y seguido a ello se vierte, extiende y cura al menos una capa superior para tráfico intenso (90) de material poliuretano epóxico.
10. El método de elaboración de la membrana reforzada de acuerdo con la reivindicación 9, en donde las fisuras se sellan mediante poliuretano masilla y la adición de imprimante epóxico está libre de compuestos siliconados.

* * * * *