

@Tu Superficie

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN Y ACABADOS CEMENTOSOS

Inspírese e infórmese sobre las opciones de diseño, construcción y acabado de pavimentos de hormigón industrial.



DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN

Factores que influyen en la producción de pavimentos de hormigón de calidad

12

CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS

Construcción de juntas y control de fisuras.

41

PAVIMENTOS ADECUADOS PARA INSTALACIONES LOGÍSTICAS - CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Infórmese sobre las bases de diseño de pavimentos para instalaciones logísticas y almacenes

20

PAVIMENTOS ULTRAPLANOS

Demanda creciente de los requisitos de planeidad. ¿Qué es un pavimento plano?

26

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PULIDOS Y COLOREADOS

Tendencia en la producción de acabados de pavimentos de hormigón. Opciones y aplicaciones

61



04

05

06

06

07

07

08

08

09

09

10

10

11

11

12

12

13

13

14

14

15

15

LA LÍNEA DE META



En este número hablaremos sobre LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN Y LOS ACABADOS CEMENTOSOS. Nos complace presentar información sobre aspectos importantes relacionados con este tema y, al mismo tiempo, mostrar cómo Sika ayuda a los propietarios, diseñadores y jefes de proyectos a seleccionar e instalar los pavimentos adecuados y sus acabados cementosos.

El hormigón es el material de construcción más utilizado en el mundo y el que se utiliza con más frecuencia para superficies de pavimentos industriales. Cuando no se usa como acabado final, los pavimentos de hormigón se usan como losa base para la mayoría de los acabados de suelos comerciales e industriales. El hormigón se encuentra en una posición única para brindar la mayor durabilidad y versatilidad en relación con el coste.

Uno de los pasos más críticos cuando se construye una instalación nueva o cuando se reforma o reacondiciona un edificio es el pavimento de hormigón. No proporcionar una superficie de trabajo adecuada puede afectar negativamente a la rentabilidad y seguridad de las operaciones comerciales.

Además del desgaste predecible debido al tráfico constante, los pavimentos deben resistir el impacto de diversos tipos de objetos, las exposiciones químicas que varían según el uso, las temperaturas que pueden cambiar rápidamente incluso ser extremas, y las vibraciones o movimientos debidos a la operación o a las condiciones ambientales. Lo más importante es que el pavimento debe estar diseñado para que sea seguro para los empleados y para el equipo que cumple con las condiciones de la operación. El pavimento debe estar diseñado para satisfacer estas demandas de rendimiento a largo plazo. Las deficiencias en el pavimento no solo representan posibles problemas de seguridad, también pueden parar operaciones o ser la causa de la pérdida de producto.

Aunque se utiliza ampliamente, el diseño, la instalación y el acabado de un pavimento de hormigón de primera clase no es fácil. En esta edición se presentan los factores clave para el diseño de la mezcla de hormigón, el diseño de la instalación, las condiciones de la planta, la preparación del subsuelo del pavimento, la mano de obra, el diseño y la colocación de juntas, el acabado, el curado del hormigón y el medio ambiente, todos los cuales afectan la calidad de la instalación del pavimento de hormigón. También se examinan otros acabados y productos cementosos utilizados para reparaciones, superposiciones, soleras, endurecedores y colorantes. Los accesorios especiales pueden simplificar y mejorar el proceso de instalación, incluyendo: soluciones de juntas, colorantes, agentes de curado, etc. Las aplicaciones especializadas o los requisitos de diseño pueden requerir un mayor grado de rendimiento del hormigón y ciertas habilidades de instalación.

Sika ofrece una gama completa de productos de hormigón, cementosos y accesorios para ayudarlo en el diseño, instalación y acabado de un pavimento de hormigón que es mejor para su aplicación. Nuestro equipo de soporte está disponible para ayudarlo a través del proceso de construcción.

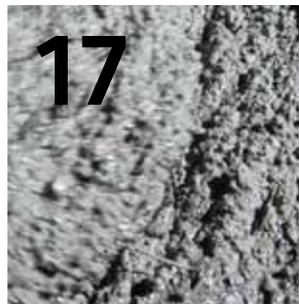
Gracias por su lectura.

Sinceramente,

Ari Tantt
Director de Desarrollo de Mercado
Mercado Objetivo de Pavimentos
Servicios Sika AG



CONTENIDOS



- | | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Construcción de una solera sobre el terreno – Lista de chequeo | 59 | Acabados cementosos en pavimentos de hormigón |
| 12 | Diseño de la mezcla de hormigón | 61 | Pavimentos de hormigón pulidos y coloreados. |
| 17 | Refuerzo de fibra en losas de forjados | 67 | Soluciones Sika para pavimentos de hormigón |
| 20 | Pavimentos adecuados para instalaciones de almacenaje y logística: consideraciones de diseño | 73 | Mantenimiento de pavimentos de hormigón industriales y endurecidos. |
| 26 | Pavimentos ultraplano | 76 | Humedad y secado de una losa de hormigón. |
| 33 | Endurecedores en polvo | 80 | Soluciones Sikafloor®: una combinación segura y duradera para sus necesidades específicas |
| 37 | Curado de la losa de pavimento de hormigón. | 88 | Gama completa de soluciones para cerramientos exteriores estancos y seguros |
| 41 | Construcción de juntas. | 90 | Sika como socio de confianza e innovador en construcción y rehabilitación. |
| 45 | Solución completa para la industria de pavimentos de hormigón- el paquete Sika | | |
| 48 | Calidad y rendimiento probados en la construcción de pavimentos de hormigón. | | |
| 51 | Defectos comunes en pavimentos de hormigón- causas y cómo evitarlos | | |
| 56 | Rehabilitación rápida de un pavimento de almacén - Deslaminación de un acabado con endurecedor | | |



CONSTRUCCIÓN DE UNA SOLERA SOBRE EL TERRENO - LISTA DE CHEQUEO

El hormigón es el material de construcción más utilizado en el mundo. Millones de metros cuadrados de pavimentos de hormigón se construyen cada día. Contando con toda la experiencia, el conocimiento y los equipos desarrollados, ¿podremos construir y terminar pavimentos de hormigón sin grietas y perfectamente planos? Claro, en la mayoría de los proyectos, el pavimento terminado es aceptable, pero con frecuencia ocurren fallos, a menudo evitables, que dan lugar a pavimentos no funcionales y clientes insatisfechos.

Construir un pavimento de hormigón de primera clase no es simple. El éxito está influenciado por muchos factores a lo largo del proceso de diseño, colocación y acabado, que incluyen: condiciones del terreno, carga, diseño de mezcla del hormigón, mezcla y calidad de áridos, armaduras, condiciones del sitio, colocación y acabado del hormigón y métodos y tiempo de curado por mencionar unos pocos. Los contratistas experimentados y capacitados no pueden terminar una losa de hormigón de primera clase con una mezcla de hormigón pobre y viceversa. Todo tiene que encajar. En la siguiente lista de chequeo se discutirán algunos de los factores más importantes que causan problemas en la colocación de pavimentos de hormigón y cómo evitarlos.

TERRENO

La integridad estructural de la sub-base debajo de una losa apoyada en el suelo es de vital importancia para la capacidad de carga y servicio a largo plazo. En realidad, los pavimentos de hormigón no suelen requerir un fuerte apoyo de la





sub-base porque las cargas se distribuyen en un área bastante grande y la presión es generalmente baja. Sin embargo, los problemas aparecen cuando la sub-base se asienta de manera diferencial o hay vacíos debajo de la losa del pavimento y el soporte de la losa no es uniforme. El asentamiento diferencial puede causar el agrietamiento de la losa. El asentamiento de la sub-base se convierte en un problema importante al aumentar las cargas de los equipos de manejo de materiales, estanterías y maquinaria. Con tipos de suelo críticos como arcilla y limo, el comprobar simplemente la integridad de la sub-base no es una medida adecuada. También es importante

modelar el comportamiento de asentamiento del terreno. Los materiales más cercanos a la superficie del suelo tienen más efecto en las propiedades medidas del subsuelo que aquellos que se encuentran a profundidades mayores. Muchas veces, se requiere usar un material de relleno compactado en la parte superior de la capa de subsuelo. Esto proporciona un soporte uniforme sin zonas blandas o duras debajo de la losa. Las condiciones geotécnicas inestables pueden requerir losas soportadas por pilotes en lugar de las losas directamente colocadas sobre el terreno, que supuyen un coste mayor pero pueden evitar sorpresas y reparaciones costosas.

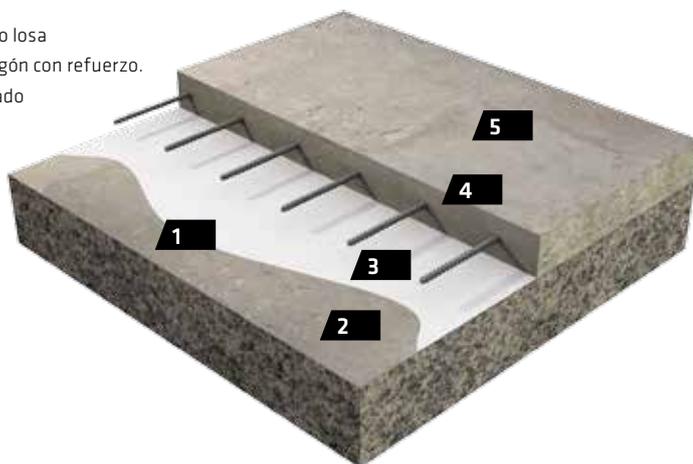
SUB-BASE Y CAPA BASE

Una sub-base tiene tres propósitos principales: proporcionar una plataforma de trabajo para la actividad de construcción, proporcionar una superficie nivelada para la construcción de la losa del pavimento y transmitir la carga de la losa a la sub-base. Por lo general, se construyen a partir de material granular compacto, con buena granulometría y estable, con un espesor mínimo de 150 mm.

Una capa base en la parte superior de la sub-base hace que sea más fácil llegar a la granulometría adecuada y hacerla más plana. Mediante el uso de una capa de grava fina en la parte superior de la sub-base, se permitirá el apoyo de las personas y el equipo durante la colocación del hormigón. También mantendrá uniforme el espesor de la losa, lo que ahorrará costes en el hormigón, la parte más cara del sistema.

ESTRUCTURA TÍPICA DE TERRENO EN SUELO

- 1 Subsuelo
- 2 Sub-base
- 3 Membrana bajo losa
- 4 Losa de hormigón con refuerzo.
- 5 Cubierta y curado



MEMBRANA BAJO LOSA

El propósito principal de la membrana debajo de la losa es minimizar la transmisión de agua y vapor de agua desde el sistema de soporte del suelo a la losa de hormigón y reducir la fricción entre la losa y la sub-base. Las membranas suelen ser láminas de plástico con un grosor de al menos 0,25 mm. Las membranas reforzadas se utilizan para prevenir daños y pinchazos durante el proceso de colocación del hormigón. Las membranas deben superponerse los bordes al menos 300 mm y sellarse.

Una membrana instalada de forma incorrecta o descuidada puede hacer que el hormigón se agriete o presente problemas relacionados con la humedad en el pavimento final.

CRITERIOS DE SERVICIO Y DISEÑO

El diseño de la solera consta de dos partes principales: primero comprender los requisitos de servicio y rendimiento establecidos por el usuario y las operaciones, y en segundo lugar, la definición del espesor, la armadura y los detalles de la losa. Muchas veces, los pavimentos de hormigón se especifican usando los mismos criterios de servicio que los cimientos de hormigón. Sin embargo, el servicio y las normas en los pavimentos requieren consideraciones adicionales. El diseño del pavimento también supone centrar la atención en como minimizar las posibles fisuras, en obtener una superficie resistente a la abrasión, en la colocación y el diseño de las juntas, así como en la definición de la planeidad y nivelación del pavimento.

Es crucial obtener los requisitos de planeidad correctos para las estanterías y las rutas de tráfico de vehículos en el pavimento. Por ejemplo, los requisitos de planeidad incorrectos en un almacén semiautomático de VNA (Pasillo muy estrecho) pueden causar trabajos de rectificación muy costosos y posteriores demoras.

El espesor y la armadura de la losa están fuertemente conectados en la capacidad de distribución de carga, pero también en el espaciado de las juntas. Las losas delgadas se alabean más y causan aberturas mayores en las juntas y aumentan el riesgo de desprendimiento de las mismas. Las losas más gruesas proporcionan una rigidez adicional (fuerza cohesiva) que reduce el agrietamiento por la flexión. Las losas más gruesas también pueden reducir la cantidad de armadura requerida. Dependiendo del acabado del pavimento, las juntas de hormigón pueden requerir bordes blindados en áreas de tráfico intenso.

MEZCLA DE HORMIGÓN

El hormigón es el material más crítico en un pavimento y hacerlo bien es fundamental para obtener un resultado satisfactorio. La magnitud de la contracción por secado en el hormigón se ve afectada por el contenido de agua en la mezcla. Un árido más grueso y menos agua significan menos retracción (por lo tanto, menos fisuras) en el hormigón. El tipo y el contenido de cemento tienen muy poco efecto en la retracción por secado. Es importante recordar que cada planta de hormigón en todo el mundo es única, tiene su propia operación y utiliza materias primas locales. Por lo tanto, escribir y seguir una prescripción detallada del diseño de la mezcla en la fase inicial del proyecto puede crear problemas. Para un buen pavimento de hormigón, es importante controlar la resistencia del cemento, la trabajabilidad y los tiempos de fraguado. Antes de definir la mezcla de hormigón final, se recomienda encarecidamente involucrar y consultar con todos los participantes del proyecto: contratista, ingeniero,

proveedor de hormigón, proveedor de materiales y contratista principal.

CONTROL DE FISURAS

La mayoría de las fisuras en pavimentos de hormigón son el resultado de tres acciones: cambio volumétrico debido principalmente a la retracción por secado, la tensión directa de las cargas aplicadas, y la tensión de flexión debido al alabeo. Las fisuras pueden ser el resultado neto de los tres efectos y pueden aparecer en cualquier momento y en cualquier lugar donde la tensión dentro del hormigón exceda la resistencia del mismo. Sin embargo, en realidad, la razón principal de la fisuración en etapas tempranas de los pavimentos de hormigón es el secado por retracción. Las medidas de control de fisuras incluyen la colocación y construcción de juntas, así como las dimensiones y el refuerzo de la losa. Estas están interconectadas, y el diseño del edificio y las dimensiones del espacio tienen una gran influencia. La retracción por secado es una propiedad inevitable del hormigón y es importante dejar que la losa se "deslice" en la





sub-base y limitar la tensión causada por la retención. Las losas de los pavimentos deben separarse de las paredes, columnas, tuberías y máquinas, lo que puede inhibir el movimiento de retracción. El refuerzo y las juntas se utilizan para controlar el agrietamiento, junto con el diseño de la mezcla de hormigón. El hormigón armado tiene una malla de acero o fibras de acero, nylon o polipropileno. El posicionamiento de la malla y la correcta instalación son cruciales para un refuerzo efectivo. Si se coloca la malla demasiado alta dentro del hormigón se corre el riesgo de cortarla cuando se cortan las juntas. La armadura cerca de la superficie de la losa proporciona pocos beneficios estructurales. Colocar el refuerzo a demasiada profundidad o doblar la malla de acero, no tendrá ningún efecto beneficioso en el control de las fisuras. Esto puede ocurrir durante la colocación del hormigón por la maquinaria utilizada en la colocación del hormigonado.

Las losas reforzadas con fibra se están utilizando cada vez más. Como las fibras se distribuyen uniformemente en la mezcla del hormigón, no hay problema con la colocación. Las fibras tienen efectividad en cualquier parte de la losa, incluida la superficie del pavimento. La utilización de fibras de refuerzo permite un mayor espaciado de las juntas de contracción. Sin embargo, dependiendo del diseño de la mezcla de hormigón un mayor espacio entre las juntas puede dar lugar a

aperturas más grandes en las juntas debido a la contracción.

Para maximizar el espaciado de juntas se requiere un alto contenido de fibras, una alta relación de cemento/agua y una baja proporción de pasta/áridos. Los aditivos reductores de agua se utilizan para mantener la trabajabilidad y minimizar la retracción. Al diseñar el espaciado de las juntas, las dimensiones del panel deben estar cerca de las de un cuadrado.

MANO DE OBRA

Colocar un pavimento de hormigón es un trabajo duro, uno de los trabajos más difíciles en una obra de construcción. La producción y el acabado de un pavimento de hormigón de alto rendimiento que cumpla con todas los requerimientos de servicio a largo plazo y la estética requiere contratistas profesionales con experiencia y conocimientos. Las tecnologías y los equipos se han desarrollado en los últimos años para facilitar y acelerar la colocación y el acabado, pero los conceptos básicos siguen siendo los mismos. Hoy en día, la mayoría de los grandes contratistas utilizan máquinas extendedoras guiadas por láser y pulidoras eléctricas que aumentan la calidad de la producción al proporcionar pavimentos más planos a la vez que hacen que el trabajo sea más rápido. El equipo de fratasado es mucho más rápido y más efectivo. El tiempo de transición entre las palas de alisado a y las cuchillas de fratasado es más crítico con este equipo. Realizar el acabado de los pavimentos de hormigón correctamente es una habilidad

que requiere tiempo, práctica y un entrenamiento. Un profesional de pavimentos debe saber cómo usar el equipo y comprender los conceptos básicos del hormigón y la influencia de las condiciones del lugar de trabajo

CURADO Y CUIDADO TRAS EL ACABADO

El curado del hormigón tiene una influencia significativa en la resistencia a la abrasión y la calidad final de la superficie de desgaste. Además, el curado reduce el riesgo de agrietamiento, el alabeo y el polvo. El propósito principal del curado es mantener las condiciones favorables en las que el hormigón se endurece (hidrata) y continúa ganando fuerza y resistencia al desgaste. El curado apropiado es especialmente importante en losas de hormigón con grandes superficies expuestas en relación con su volumen. Permitir que una losa se seque demasiado rápido es un gran error y afectará negativamente al rendimiento del pavimento. La losa debe estar continuamente mojada durante al menos de tres a siete días. Después del curado en húmedo, el secado debe ser un proceso largo y lento. En climas cálidos y si la superficie de la losa está expuesta al viento y la corriente de aire, la superficie se puede secar demasiado rápido. Las superficies de pavimentos recién terminadas deben estar protegidas.

Se recomienda mantener el tránsito peatonal alejado por lo menos durante un día, y para vehículos ligeros con ruedas

de caucho durante siete días. No debe permitirse que las actividades de construcción subsiguientes dañen la superficie por negligencia y descuido. Puede ocurrir que la instalación posterior de estanterías u otras actividades realizadas sobre el pavimento lo dañen antes de que se ponga en servicio.

¿CÓMO GESTIONAR EL TRABAJO PARA REALIZAR UN PAVIMENTO DE HORMIGÓN SUPERIOR?

El dicho "Si planificas bien la mitad está hecho" se aplica a la construcción de pavimentos de hormigón. El diseño del pavimento debe corresponder a los

requisitos de rendimiento del cliente y la especificación debe ser detallada y realista. La buena planificación se aplica a la preparación del terreno, la preparación de la base, la colocación del hormigón, el acabado y el curado. El acabado del pavimento debe ejecutarse profesionalmente con el equipo adecuado y trabajadores experimentados. El contratista debe preparar un plan para el proyecto y tener un sistema de control de calidad adecuado. Antes de que comience el proyecto, es recomendable tener una reunión de equipo con todos los participantes principales del proyecto, incluidos el contratista principal, el supervisor del

cliente, el ingeniero de obra, el arquitecto, el proveedor de hormigón, cualquier proveedor de productos relevante, etc. La reunión debe tratar con los problemas más críticos de la ejecución, que incluyen: las condiciones del sitio, la entrega del hormigón, la mezcla del hormigón, los detalles técnicos, las áreas diarias, los detalles de ejecución, el curado y cuándo se puede abrir el pavimento al tráfico. Para que todo funcione, la cooperación del equipo para todos los participantes es una necesidad.



LISTA DE CHEQUEO PARA LA CONSTRUCCIÓN CON ÉXITO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

- Comprender las condiciones del terreno
- Construir una sub- base sólida y plana
- Instalación de membrana debajo de la losa
- Comprender y especificar los requisitos finales del pavimento
- Definir la mezcla de hormigón centrándose en limitar la retracción
- Definición del espaciado de juntas y estructuras de juntas
- Refuerzo y espesor de losa adecuado
- Aplicador profesional con experiencia
- Curado eficiente con tiempo adecuado
- Proteger el pavimento de las actividades de construcción posteriores
- Proveedor de material fiable con productos de alta calidad
- Comunicación del equipo antes y durante la instalación

DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN

Una gran cantidad de variables afectan la durabilidad y la funcionalidad del pavimento de hormigón a largo plazo. La calidad del hormigón, los procedimientos de acabado, las condiciones climáticas / entorno de colocación, juntas y sub-base, por mencionar algunos. El hormigón de calidad es sin duda una de las partes más importantes de la ecuación para obtener pavimentos duraderos. El mejor contratista del mundo no podrá cumplir con las expectativas sin un buen diseño de mezcla, por otro lado, una buena mezcla de hormigón no solucionará los procedimientos incorrectos realizados en la planta de hormigón, los fallos del terreno o mala colocación.

La calidad de la mezcla de hormigón es un paso crítico para garantizar una colocación, curado y, en última instancia, el rendimiento de la losa una vez endurecida. Mejorar los diseños de mezcla de hormigón es un desafío continuo para todos aquellos involucrados en el negocio del hormigón. En este artículo, discutimos las cuestiones relacionadas con el diseño de la mezcla de hormigón y la influencia de los componentes de la mezcla en la producción de losas de hormigón de alto rendimiento..

CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LA MEZCLA DE LOSAS DE HORMIGÓN

Primero, es importante afirmar que no existe una mezcla de hormigón universal. Los conceptos básicos de la química del hormigón se comprenden en su mayoría, pero las variaciones en las materias primas hacen que el control del proceso

industrial sea casi imposible. Por estas razones, se requieren controles para la producción de cemento, la granulometría y evaluación de áridos, la selección de aditivos, la supervisión de la mezcla de estos componentes y, finalmente la colocación del hormigón. Los áridos suelen comprender el 70% del volumen total

EL HORMIGÓN CONSTA DE CEMENTO, ÁRIDOS, ADITIVOS Y AGUA.





de los materiales. La calidad y cantidad de los áridos tiene un gran impacto en las características del hormigón. Los aditivos afectan la viabilidad de la colocación y afectan las propiedades de rendimiento del hormigón acabado. Se requiere agua para iniciar el proceso de formación del hormigón, pero la calidad y la cantidad de agua afectarán la funcionalidad de la losa de hormigón.

El cemento Portland y otros materiales de unión similares se mezclan con agua para producir una pasta, el pegamento que mantiene los áridos dentro del

hormigón. Este proceso químico se llama hidratación y continúa a lo largo de la vida útil de la losa de hormigón. Dependiendo de la composición química del cemento, diferentes tipos de cristales (calcio-silice-hidratos) crecerán y se entrelazarán. Este proceso define las características finales de la losa endurecida, p. ej. resistencia, dureza, resistencia a la abrasión, etc. Los componentes de todos los diseños de mezcla de hormigón son básicamente los mismos. Sin embargo, el hormigón destinado a las aplicaciones de losa para pavimentos requiere algunas consideraciones especiales de diseño de mezcla. Los pavimentos de hormigón requieren un diseño de mezcla que proporcione una baja contracción para minimizar el agrietamiento y el alabeo mientras que mantiene la dureza del hormigón para conseguir una alta resistencia a la abrasión y un alto rendimiento en cuanto a soporte de cargas. La mezcla también debe permitir una fácil colocación y acabado.

ÁRIDOS

El tipo, la dureza, la forma y la granulometría de los áridos afectan el rendimiento. Una buena granulometría y una relación de áridos/pasta de cemento alta producirá una losa de hormigón de baja porosidad.

Los áridos desempeñan un papel importante en la determinación de la viabilidad del hormigón, la facilidad de acabado y el grado de retracción plástica y de secado. También afectan a la transferencia de carga en las grietas y en las juntas inducidas. Los áridos se dividen en gruesos y finos según los tamaños del tamiz. El árido grueso, también llamado piedra o grava, consiste en un tamaño de partículas de al menos 5 mm de ancho y un tamaño máximo de 37.5 mm. El árido fino, también llamado arena o finos, consiste en partículas de menos de 4 mm de ancho (Norma EN 206)

El árido grueso puede ser de grava natural o roca triturada. Las partículas de grava tienden a ser lisas y redondeadas, lo que hace que el hormigón sea más fácil de bombear y arrancar. Las partículas de roca triturada son más ásperas y más angulares, lo que fortalece el hormigón y mejora el bloqueo de las grietas. El árido grueso desempeña un papel vital en el control de la contracción, una gran preocupación en la construcción de pavimentos. Las mezclas de áridos bien graduadas minimizan los huecos en el hormigón, lo que produce una mezcla más fuerte y más económica. El contenido de finos es normalmente del 35 al 45% del contenido total de árido. Un mayor



Corte de sección de hormigón endurecido.

porcentaje de áridos finos da como resultado una mayor cantidad de pasta de cemento. Esto aumenta la trabajabilidad pero hace que el hormigón sea menos económico y aumente la retracción y la porosidad de la losa. La granulometría del árido determina el contenido de huecos y consecuentemente la cantidad de cemento y agua (pasta) requerida para rellenar el espacio vacío. La granulometría del árido se realiza por medio de una serie de tamices para generar una curva granulométrica. El objetivo de la granulometría del árido es maximizar el árido grueso, minimizar los vacíos, reducir el contenido de cemento y agua, mientras se mantiene una buena trabajabilidad. En la práctica, no existe una única granulometría ideal. Los sitios donde hay que colocar el hormigón y los requerimientos de rendimiento del pavimento necesitan diferentes tipos y diseños de mezcla. La siguiente lista contiene algunas consideraciones para la selección de áridos:

- Utilice el tamaño más grande de áridos con la granulometría correcta disponible; sin embargo, si el hormigón se distribuye por bomba, contiene fibras de acero o se requieren propiedades de suavizado, seleccione un tamaño máximo de agregado de 16 mm.



PRUEBA DE CAÍDA EN EL SITIO

La caída es una medida de la consistencia del hormigón fresco. Cuanto mayor es la caída, más manejable es el hormigón. Si la caída del hormigón es demasiado baja, no se moldeará fácilmente. Si es demasiado alta, corre el riesgo de que la grava, la arena y el cemento se sedimenten en la mezcla.

- El árido grueso debe comprender aproximadamente el 60% de la mezcla total de los áridos
- Pueden usarse áridos aplastados o redondos, sin embargo, se prefieren los áridos redondos finos para mejorar la trabajabilidad y reducir la relación de agua / cemento (a / c) Además de la granulometría de los áridos, la selección del árido en sí es fundamental para el rendimiento del pavimento de hormigón.

Algunos áridos son expansivos en presencia de condiciones alcalinas húmedas. Igual que la formación de óxido en las barras de refuerzo, los áridos expansivos causarán que el hormigón se agriete o aparezcan como "ampollas".

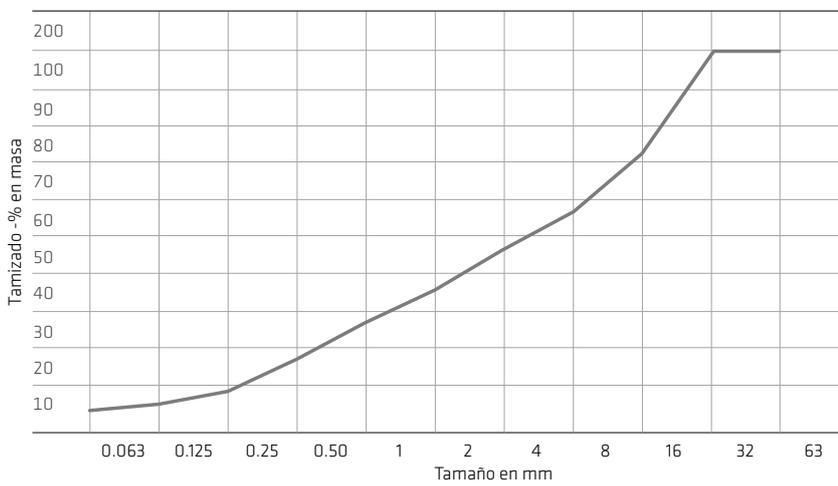
Este proceso se llama "Reacción de silicato alcalino" (ASR). La aparición de estos áridos expansivos variará según el origen geográfico de los áridos. Los áridos deben probarse antes de la aprobación de la mezcla para evitar este problema potencial.

CEMENTO

Las mezclas de hormigón para pavimentos generalmente usan cemento Portland CEM I o CEM II. El cemento Tipo I se recomienda en condiciones de invierno, el cemento Tipo II en verano o en condiciones de temperatura ambiental caliente. En muchos países, el diseño de la mezcla de hormigón tiende a reducir el contenido de cemento. Con áridos bien graduados, la resistencia puede no ser un problema, pero la facilidad de acabado puede convertirse en un problema con estos diseños de mezcla. El acabado adecuado requiere al menos 250 kg / m³ de cemento para producir un acabado duro, denso y pulido. Dependiendo de la clase de exposición al ambiente del pavimento, la mezcla de hormigón de pavimento industrial típica contiene aproximadamente 300 - 360 kg / m³ de cemento.

Las mezclas de hormigón de retracción compensada (SCC) hechas con cemento expansivo son otra opción. El hormigón convencional se contrae durante la etapa de secado inicial y requiere una unión adecuada para evitar la fisuración aleatoria. SCC inicialmente se expande, compensando el secado posterior de la contracción y, por lo tanto, reduce la necesidad de juntas de retracción.

DIAGRAMA CURVA DE TAMIZADO DE ÁRIDO



ADICIONES

Las adiciones son materiales a base de silicatos que reaccionan durante la hidratación del cemento y forman hidratos de silicato de calcio adicionales, el material responsable de mantener el hormigón unido. Estas adiciones aumentan la resistencia y la densidad del hormigón, disminuyen la formación de eflorescencias y, a través de la incorporación de hidróxido de calcio, pueden reducir significativamente el riesgo de ASR.

Las adiciones reducen la cantidad de cemento requerido en el diseño de la mezcla de hormigón. Las adiciones típicamente empleados incluyen cenizas volantes, metacaolín, humo de sílice, escorias, esquistos calcinados, y polvo de piedra caliza.

Las cenizas volantes no se recomiendan como adiciones para pavimentos de hormigón si se usan endurecedores en polvo. Las cenizas volantes se llevan una gran cantidad de agua de la mezcla de hormigón en el proceso de endurecimiento inicial y la humedad no está disponible para la reacción del endurecedor en polvo. Esto puede conducir a la deslaminación de la cubierta.

AGUA

Se debe usar agua potable para la fabricación de materiales cementosos.

La relación de agua a cemento es uno de los factores clave que determinan las propiedades mecánicas y funcionales, como la resistencia y la porosidad. Los áridos con la debida granulometría reducen los requisitos de agua y cemento. La relación agua-cemento (a / c) no debe exceder de 0,55. Cuanto más baja sea la relación a / c, menos agua necesita para evaporarse. Por lo tanto, se recomienda una relación a / c más baja, sin embargo, es importante recordar que si se usa recubrimiento con endurecedores en polvo, la relación a / c no debe estar por debajo de 0.50 para asegurar la humectación adecuada. En aplicaciones de pavimentos, la consistencia del hormigón debe estar en el rango de 70 a 100 mm. Una consistencia demasiado alta puede causar la segregación de los áridos.

La consistencia no es una indicación real del contenido de agua de una mezcla, pero en el trabajo, es a menudo la razón principal para agregar más agua. La modificación de la mezcla de hormigón en la obra debe limitarse para mantener las propiedades de rendimiento de la losa terminada.

ADITIVOS

TABLA DE LA OFERTA DE MEZCLAS SIKA

| MEZCLAS | |
|-------------------------|--------------------------------------------|
| Sikaplast® | Reductor de agua de rango medio |
| SikaMent® | Alto reductor de agua |
| Sika® ViscoCrete® | Reductor de agua de alta gama ¹ |
| Sika® ViscoFlow® | Potenciador de la trabajabilidad |
| SikaRapid® | Acelerador de hormigón |
| Sika® Retarder | Retardador |
| ADITIVOS | |
| Sikafiber® | Micro / macro sintético / fibras de acero. |
| SikaColorflo® | Colores del hormigón |
| SikaFume® | Humo de sílice |
| MEZCLAS DE DURADERAS | |
| SikaControl® AER | Arrastrador de aire |
| SikaControl® Antifreeze | Clima frío |
| SikaControl® | Reductor de la retracción |
| Sika® Ferrogard® | Inhibidor de corrosión |
| ESENCIALES | |
| SikaPump® | Agente de bombeo |
| Sika® Separol® | Agente desmoldante |
| Sika® Antisol® | Agente de curado |

¹Solo en raras ocasiones debido a la alta viscosidad del hormigón.

Para obtener consejos sobre aditivos, comuníquese con el departamento técnico local de Sika®.

DISEÑO DE LA MEZCLA

Al considerar los diseños de mezcla para los pavimentos de losas de hormigón, las expectativas de las partes interesadas se unen para formar los requisitos de mezcla:

| | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Propietario: | Costo, estética, servicio rápido, ubicaciones conjuntas, sin grietas |
| Productor de hormigón: | Sin ingredientes especiales, cantidad de producción, temperatura del agua, temperatura ambiente, tiempo de mezcla rápido, transporte. |
| Ingeniero: | Cargas de diseño, espesor de la losa, resistencia del hormigón, permeabilidad a la exposición / durabilidad, control de la contracción, superposición, sin agrietamiento, |
| Contratista: | Rentable, ubicaciones conjuntas, consumo, colocación y técnica de acabado, temperatura ambiente, tiempo de trabajo, fácil de colocar, rápida configuración, endurecimiento rápido, curado, fácil acabado de superficies |



super-plastificantes se utilizan normalmente en diseños de mezcla de hormigón para losas de pavimentos de hormigón para ajustar la consistencia. Estos aditivos mejoran la resistencia del hormigón porque reducen la cantidad de agua requerida para mantener una buena trabajabilidad. Esto minimiza la relación de agua a cemento y disminuye la permeabilidad del hormigón.

No se recomienda un plastificante especial para el diseño de mezclas para pavimentos, pero generalmente no se recomienda el superplastificante fuerte con alta reducción de agua y retención prolongada del asentamiento debido a la alta viscosidad de la pasta de cemento ("efecto de piel de elefante en la superficie"). Los plastificantes de rango medio o una mezcla de plastificantes y polímeros de rango medio con propiedades moderadas de reducción de agua son una mejor solución. El diseño de la mezcla y la cantidad de plastificantes deben ajustarse a las condiciones del sitio, el tiempo de transporte, la capacidad de la planta de hormigón, el espesor de la losa, el área de pavimento terminada diariamente y las condiciones climáticas. Por lo tanto, se recomienda una prueba de la mezcla de hormigón.

Se pueden emplear aditivos para acelerar o retardar la hidratación del cemento (endurecimiento) para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales durante la colocación. Los retardadores se utilizan en vertidos grandes o difíciles cuando el ajuste parcial antes del vertido no es deseable; por ejemplo, en el tiempo de transporte largo o en condiciones de clima cálido. Los aceleradores aceleran la hidratación y se utilizan normalmente en condiciones de clima frío. Los agentes reductores de la retracción se utilizan en las losas de hormigón in situ para reducir la retracción por secado, lo que

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS Y RECOMENDACIONES PARA EL HORMIGÓN DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Fuerza | min 30 MPa |
| Cemento | 300 - 360 kg/3 (Dosificación de CEM I o CEM II según el árido) |
| Grava / arena | 0 - 16 / 22 mm (4 - 8 mm de fracción baja) |
| Finos | 425 - 450 kg/m ³ |
| Fracción de arena | (0 - 4 mm) ≥40 % |
| Consistencia | 70 - 100 mm (e.g. S4 según EN 206) |
| Ratio W/C | 0.50 - 0.55 (menor a / c posible si no se usa algún acabado de endurecedor en polvo) |
| Aire | Max 3 % |

limita el riesgo de fisuración y permite un mayor espaciado de las juntas. Los agentes reductores de la retracción también se utilizan para minimizar la retracción entre las nuevas capas de acabado adheridas a un sustrato existente.

Los aditivos de inclusión de aire agregan y distribuyen pequeñas "burbujas" de aire en el hormigón y se utilizan para reducir los daños durante los ciclos de hielo-deshielo y, por lo tanto, aumentar la durabilidad. En aplicaciones de interiores, el volumen de aire ocluido en la mezcla es del 1 - 2%. La cantidad de aire nunca debe exceder el 3%. El aire ocluido reduce la resistencia del hormigón y dificulta el acabado.

El diseño de la mezcla reúne todos los requisitos:

- Tipo y contenido de cemento
- Relación agua-cemento
- Curva de tamiz agregada
- Relación árido/ pasta de cemento
- Aditivos
- Consistencia
- Densidad
- Contenido de aire
- Rendimiento
- Tiempo de mezcla
- Evolución del calor de hidratación

- Tiempo de trabajabilidad
- Tiempo de fraguado y endurecimiento
- Acabado superficial
- Sin sangrado ni segregación
- Baja contracción
- Baja permeabilidad / porosidad
- Coste

Siempre se recomienda hacer un lote de prueba del diseño de la mezcla para verificar que las propiedades deseadas están de acuerdo con los requisitos.

SERVICIO SIKA Y LA HERRAMIENTA DE DISEÑOS DE MEZCLA

No existe una mezcla de hormigón universal. El diseño apropiado del hormigón es crítico para la producción de una losa de pavimento de hormigón de alto rendimiento. La herramienta de diseño de mezcla Sika® es una calculadora de diseño de mezcla completa y una base de datos de materias primas para optimizar diseños de mezcla rentables. Es una herramienta útil para una planta de hormigón cuando se adapta el diseño de su mezcla. Además, los expertos en hormigón de Sika le pueden ayudar con sus preguntas acerca del diseño y brindar apoyo técnico en el sitio de construcción en la preparación de lotes o problemas del hormigón.



REFUERZO DE FIBRAS EN LOSAS DE FORJADO

El hormigón es el material idóneo para suelos industriales e instalaciones de almacenamiento en todo el mundo. Tiene una resistencia a la compresión excelente, pero es frágil bajo tensión. Para solucionar esto el hormigón necesita ser reforzado con otro material para que tenga resistencia a la tracción.



Esto se consigue habitualmente con barras de acero, tejidos o fibras. Recientemente se han desarrollado soluciones con macro fibras sintéticas y otras fibras poliméricas. Estos métodos de refuerzo influyen en el comportamiento de fisuración posterior del hormigón. Para que el material disponga de una capacidad de carga segura y se garantice su ductilidad en la fisuración posterior es necesario que la cantidad de refuerzo (barras o fibras) sea mínima.

El refuerzo no se requiere solo para aumentar la capacidad de carga de las losas de hormigón, sino también para controlar las fisuras inducidas por la retracción. Si el diseño de las losas tiene un refuerzo demasiado ligero, el desarrollo de micro fisuras debido a la retracción durante el secado no puede ser controlado. Como resultado, las micro fisuras se unen y se desarrollan fisuras de retracción sin control. Estas pueden ampliarse hasta el punto de perder el árido de entrelazamiento, y entonces la transferencia de carga desde un lado

de la grieta a otro no puede tener lugar. Para evitar la formación de fisuras aleatorias, hay que diseñar las losas de forjado normales para que tengan fisuras en posiciones determinadas (juntas serradas inducidas). Estas pueden ser consideradas como "fisuras planificadas".

REFUERZO CON FIBRAS

El hormigón reforzado con fibras es un hormigón al que se le han añadido fibras durante su producción para mejorar su comportamiento de fisuración y fractura. Las fibras están embebidas en la matriz de cemento y no tienen ningún efecto significativo hasta que, durante el proceso de endurecimiento, inhiben la aparición de fisuras a través de su resistencia a la tracción y extensibilidad. Donde hay una mayor tensión ellas evitan la aparición de fisuras mayores, dando lugar a otras más pequeñas pero más finas y generalmente inocuas. Las fisuras pueden aparecer en el hormigón en diferentes momentos: al principio, durante el proceso de endurecimiento, se produce la fisuración por la retracción en su fase inicial; luego, con el

aumento del tiempo y la dureza, se pueden producir fisuras por tensión al cargar.

Las fibras son fáciles de manipular y dosificar para su mezcla, tienen una buena adherencia en la matriz y son ideales para mejorar el rendimiento del hormigón o el mortero para muchas aplicaciones. El uso de fibras adecuadas mejora significativamente las propiedades de la losa de hormigón o solera, incluyendo:

- Menor fisuración debido a la retracción inicial.
- Mejor cohesión en el hormigón fresco
- Mayor resistencia a la flexión y al corte ("dureza")
- Mejor capacidad de carga y ductilidad
- Mejor resistencia a la abrasión
- Protección contra el ataque de heladas
- Resistencia al fuego mejorada.

Las fibras se distribuyen en toda la matriz de la mezcla del hormigón y son especialmente efectivas para reforzar los bordes y las esquinas donde los refuerzos de acero convencionales no pueden llegar.

MEJOR UTILIZACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE FIBRAS

| Estado del hormigón o mortero | Mejora del efecto /propiedad | Tipo de fibra recomendada |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|
| Fresco | Mejora de la homogeneidad | Fibras Micro-PP |
| 12 horas aproximadamente | Reducción del agrietamiento temprano | Fibras Micro-PP |
| 1-2 días | Reducción de fisuras inducidas por control o temperatura | Fibras Micro & Macro-PP |
| 28 días o más de curado | Transmisión de fuerzas externas | Fibras Micro & Macro-PP |
| 28 días o más de curado | Mejora de la resistencia al fuego | Fibras Micro-PP |

TIPOS DE FIBRAS

El hormigón se ha desarrollado considerablemente en las últimas décadas y la tecnología de fibras ha evolucionado rápidamente con él. Diferentes tipos de fibras se han ido añadiendo, en función de su rendimiento, al hormigón o a las soleras para pavimentación. Los tres tipos de fibras más utilizados son: macro-fibras sintéticas, fibras de acero y micro-fibras sintéticas.



Fibras de acero. Tamaño normal Φ 1.0 - 1.5 mm, longitud 35 - 45 mm. Dosificación: 20 - 45 kg/m³.

FIBRAS DE ACERO

Las fibras de acero se caracterizan por tener un Módulo E y una resistencia a la tracción alta. Evitan la fluencia del hormigón pero no interactúan contra la retracción temprana. Se pueden usar altas dosis de fibras de acero largas en los diseños de losas "sin juntas", cuando se prefiere eliminar las juntas de control de corte con sierra. En el diseño de losas para losas de forjados, las fibras largas de acero pueden sustituir a los refuerzos tradicionales con barras de acero. La corrosión no causa el desconchamiento del hormigón sino solo un cambio de color en la superficie.



SikaFiber® Force (macro fibra sintética). Tamaño Φ 1.0 mm, longitud 54 mm. Dosificación: 3 - 8 kg/m³.

MACRO-FIBRAS SINTÉTICAS

Las macro-fibras sintéticas tienen un Módulo E mas bajo que las fibras de acero. Se emplean para transferir las fuerzas cuando el hormigón está endurecido. No pueden soportar cargas tan extremas como las fibras de acero, pero funcionan de manera muy efectiva en las fases tempranas del endurecimiento para evitar y/o reducir el tamaño de las fisuras que se producen en el hormigón. Son resistentes a la corrosión y aportan al hormigón una mayor ductilidad. Las macro-fibras pueden ser utilizadas también en el refuerzo convencional con acero, economizando el volumen de acero y ahorrando dinero



SikaFiber® (micro fibra sintética). Longitud normal 6 - 12 mm. Dosificación: 0.6 - 0.8 kg/ m³.

MICRO-FIBRAS SINTÉTICAS

Las micro-fibras sintéticas tienen un Módulo E similar al de las macro-fibras sintéticas. Se utilizan principalmente para reducir las fisuras que se producen en la retracción temprana y también para mejorar la resistencia al fuego gracias a su bajo punto de fusión. Mejoran la cohesión del hormigón dando lugar a una mezcla más estable y a una menor retracción plástica.

DISEÑO Y MEZCLA DEL HORMIGÓN

Los diseñadores y fabricantes de fibras han desarrollado métodos de diseño propios que tienen en cuenta la capacidad del material compuesto para redistribuir las tensiones. La metodología de diseño de sistemas con fibras combina la teoría de líneas de fluencia (e. g. Johansson, Meyerhof) junto con otras teorías de diseño elástico reconocidas para controlar los estados de servicio.

Un diseño bien equilibrado de la mezcla es un factor clave para conseguir un rendimiento optimo de las fibras. Esto incluye la elección adecuada de la proporción de aglomerante y de agua, la correcta curva granulométrica del árido,

Los factores más críticos son habitualmente la selección del tipo de fibra o combinación (material y tamaño): cómo se modifica el diseño de la mezcla del hormigón, incluyendo el sistema de dosificación de fibra y los tiempos de mezclado, junto con el procedimiento completo de la mezcla

La dosificación de las fibras y el método de mezcla tiene una gran influencia sobre su distribución óptima en el hormigón. Las macro-fibras están normalmente en forma de haces, que sólo pueden dispersarse durante el proceso de la mezcla húmeda. Se usan bolsas solubles en agua para dosificar pequeñas cantidades de fibras y evitar la formación de pellets..

CONSIDERACIONES ADICIONALES

El hormigón se ha desarrollado considerablemente en las últimas décadas y la tecnología de fibras ha evolucionado rápidamente con él. Las aplicaciones del hormigón con fibras han aumentado y ahora fibras de nuevos materiales son capaces de sustituir a fibras tradicionales como el acero y el vidrio.

El paquete completo de productos para pavimentos de hormigón que ofrece Sika también incluye diferentes tipos de fibras, lo que permite al ingeniero seleccionar la más adecuada para el proyecto. El último desarrollo de SikaFiber® (micro-fibra sintética) y SikaFiber® Force (macro-fibras sintéticas) de Sika completa la oferta de fibra.



PAVIMENTOS ADECUADOS PARA ALMACENAMIENTO E INSTALACIONES LOGÍSTICAS – CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En los almacenes y edificios logísticos las soleras de hormigón y los pavimentos son críticos para el funcionamiento eficiente de las operaciones. Sin embargo, a menudo se tiene la sensación de que el suelo de hormigón es una de las partidas más simples del proyecto, y muchas veces la atención global que se dedica al diseño y a la construcción en detalle del mismo es menor a la que le corresponde por su decisiva importancia en la operación eficiente de la instalación. Se espera que estas grandes superficies de pavimentos deben ser construidas al menor coste posible y den un servicio sin problemas año tras año. Este resumen describe los puntos clave asociados al diseño y la construcción de pavimentos de hormigón para almacenamiento y operaciones logísticas.





LA FUNCIÓN DE LAS SOLERAS DE HORMIGÓN

Las soleras de hormigón se construyen para proporcionar una superficie resistente al desgaste en la cual se puedan realizar las operaciones de la instalación de una forma eficiente y segura. En el caso de losas de cimentación, la solera de hormigón distribuye las cargas al subsuelo sin deformaciones ni fisuras. Cuando las losas se apoyan sobre pilotes se denominan losas de cimentación suspendidas.

Estos requerimientos también pueden ser aplicados a otros pavimentos comerciales si existe tráfico sobre el hormigón o si están recubiertos con sistemas de acabados de altas prestaciones. La siguiente lista de chequeo trata algunos de los temas principales que hay que tener en cuenta cuando se especifican y diseñan losas de cimentación de hormigón para instalaciones logísticas. Las especificaciones de construcción de las losas pueden ser diferentes para cada tipo de industria o incluso dentro de una misma industria.

La logística y el almacenamiento es un sector que requiere

especialmente losas de pavimento específicas para su uso con los siguientes requisitos típicos:

- Soportar cargas estáticas y de operación sin fisuraciones y deformaciones.
- Minimizar el número de juntas visibles.
- Utilizar juntas de aislamiento de mantenimiento que no impidan la velocidad normal de los vehículos
- Proporcionar superficies resistentes a la abrasión, duraderas y libres de polvo.
- Alcanzar el grado de nivelación y planimetría apropiado para soportar sistemas de manejo de materiales ("MHE").
- Balance entre la tracción y la facilidad de limpieza en superficies texturizadas
- Flexibilidad para introducir cambios de las operaciones en el futuro
- Proporcionar un entorno de trabajo seguro y agradable.



CARGAS EN PAVIMENTOS

Las losas de cimentación de hormigón reciben dos tipos de cargas: Cargas estáticas y dinámicas. Las cargas estáticas incluyen, por ejemplo, el apilamiento de bloques, el equipamiento, la maquinaria y los sistemas de almacenamiento en estanterías. Las cargas dinámicas incluyen los equipos de manejo de materiales ("MHE") y sistemas de transporte como carretillas elevadoras, traspaletas, montacargas y otros vehículos.

CARGAS ESTÁTICAS

Las cargas estáticas se pueden dividir en tres tipos: cargas uniformemente distribuidas, cargas lineales y cargas puntuales (ver tabla 1).

Las cargas distribuidas uniformemente son generalmente cargas distribuidas en grandes áreas, por ejemplo palets de madera o rollos de papel apilados unos contra otros. En la mayoría de las instalaciones comerciales los pavimentos se diseñan para soportar cargas nominales, que son significativamente más bajas que las cargas distribuidas en las áreas industriales. Cuando las máquinas y los equipos de producción se instalan directamente sobre el pavimento, su soporte se considera como una carga uniforme. Cuando se instalan máquinas y equipos de producción es importante considerar y amortiguar la vibración potencial. Las cargas puntuales surgen en cualquier equipo o estructura montados sobre patas con placas base. Las instalaciones transportadoras fijas dan lugar a puntos de carga variable y requieren que se tenga en cuenta la vibración. Las cargas puntuales más habituales son las producidas por los sistemas de almacenamiento en estanterías. En un sistema convencional de estanterías industriales, la carga es transmitida a la losa a través

de las placas base. Las placas base tienen un contacto con el suelo relativamente poco efectivo. La mayoría de las placas base se fijan al suelo con pernos distribuyendo la carga. Los distintos sistemas de estanterías industriales son los siguientes:

- Centros de recogida y depósito
- Sistemas de paletización móviles
- Sistemas de almacenamiento en vivo
- Estanterías de paletización compacta
- Almacenaje por acumulación (push-back)
- Estanterías Cantilever
- Entreplantas
- Almacenes autoportantes

Las cargas lineales, como su nombre indica, son cargas que actúan a lo largo de una línea, por ejemplo el apoyo sobre el suelo de un tabique, calculado como unidades de fuerza por unidad de longitud. Algunos sistemas de almacenamiento o equipos montados sobre railes son cargas lineales que se pueden colocar en cualquier parte de un pavimento y pueden ser uniformes, escalonadas o de magnitud.

DEFINICION Y EJEMPLOS DE TIPOS DE CARGA ESTÁTICOS (TABLA 1)

CARGAS DISTRIBUIDAS UNIFORMEMENTE

Carga actuando uniformemente sobre un área grande

- Bloques apilados, palets y bobinas de papel (cargas unitarias)
- Cargas de maquinaria y equipo
- Cargas nominales para usos recreativos y comerciales

CARGA LINEAL

Carga actuando uniformemente sobre una longitud amplia

- Sistemas móviles compactos de estanterías
- Tabiques
- Equipos montados sobre railes

CARGA PUNTUAL

Carga concentrada en una placa base o rodamiento

- Asientos de estadios
- Almacenes autoportantes
- Soportes de entreplantas
- Puntos de carga de maquinaria fijada
- Anclajes de transelevadores
- Patas de estanterías de almacenamiento
- Cargas de ruedas de equipos de manejo de materiales.

REGULARIDAD SUPERFICIAL Y PLANEIDAD

La regularidad superficial se define y se comprueba habitualmente de dos formas, la planeidad y la nivelación. Estos dos factores son importantes para que las operaciones en un almacén sean seguras, eficientes y económicas. La nivelación, o la ausencia de inclinación de un pavimento depende del encofrado, la técnica de desencofrado y las herramientas utilizadas. La planeidad del pavimento, o uniformidad superficial, depende del acabado del hormigón, las juntas y otras discontinuidades. Un pavimento puede estar nivelado pero no ser plano o liso. Alternativamente un pavimento puede ser plano o liso pero no estar nivelado

CARGAS DINÁMICAS

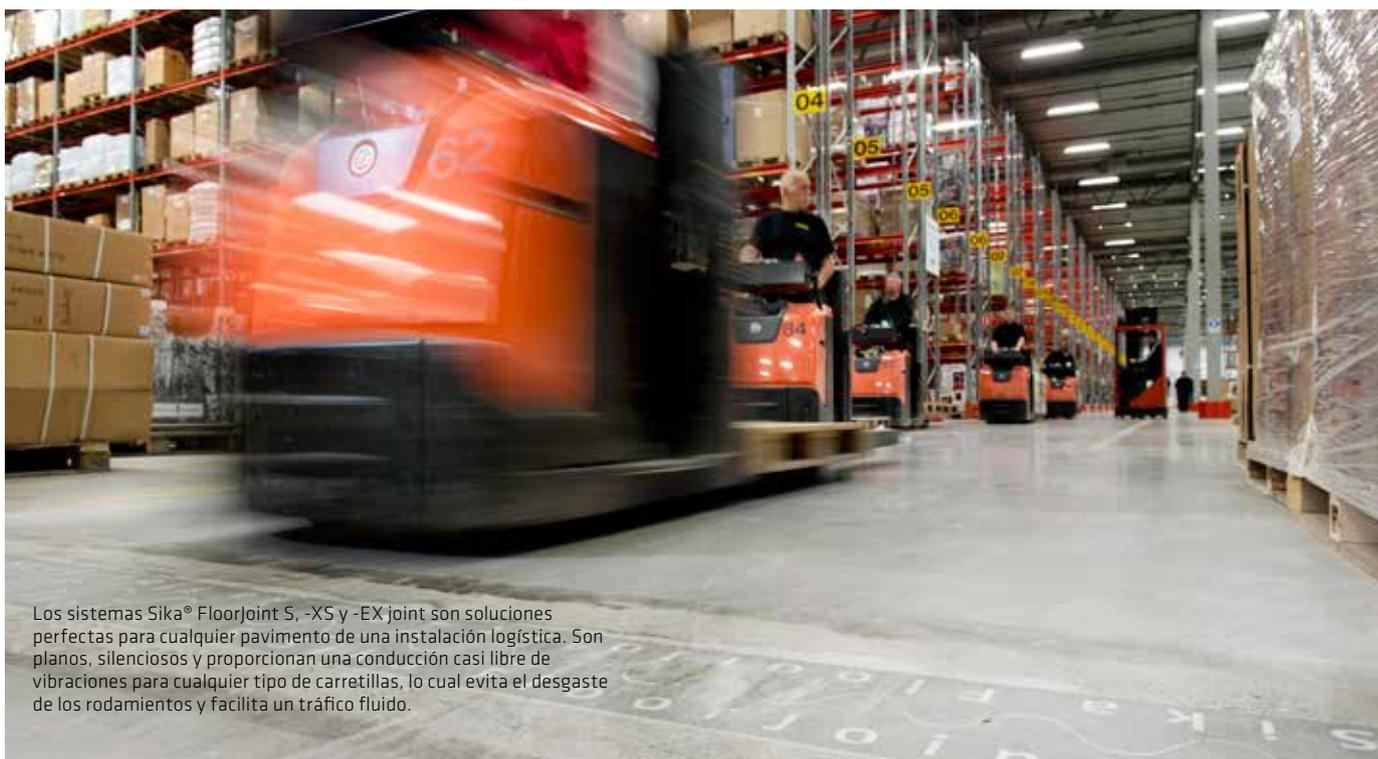
El tráfico tiene una gran impacto sobre el pavimento y su diseño. Los equipos de manejo de materiales dan lugar a cargas dinámicas y puntuales. Las carretillas elevadoras, transpaletas y apiladoras mueven palets y contenedores para productos a granel o para la preparación de pedidos. Los artículos individuales se recogen del almacén, se trasladan para su envasado y posterior envío. Las clases de tráfico se pueden dividir por su función y tipo. Operaciones MHE en áreas de movimiento libre y corredores amplios y operaciones MHE en pasillos muy estrechos.

Los vehículos típicos que operan a nivel del suelo son las transpaletas, carros o remolques manuales, que tienen a menudo una capacidad máxima de 3 toneladas y unas ruedas de poliuretano para cargas pequeñas. El contacto superficial de las ruedas pequeñas y duras sobre el suelo generan una presión local alta sobre la superficie del pavimento. Este tipo de equipo de transporte ligero es frecuente encontrarlo en la distribución de alimentos y en otros centros logísticos. Para evitar el deterioro de las juntas y el correspondiente deslaminado, las juntas de retracción deberían estar diseñadas con aperturas estrechas y/o rellenas con resinas elásticas para soportar el tráfico.

La carretilla elevadora para pasillos muy estrechos (VNA) requiere un pavimento con un grado de planeidad y nivelación alto. Este equipo opera en un pasillo fijo y estrecho entre estanterías elevadas recogiendo y colocando palets. Las ruedas de

estos equipos son habitualmente de caucho duro de neopreno. El vehículo tiene un trayecto marcado y generalmente no genera una abrasión alta y agresiva sobre el pavimento. Esta carretilla tiene normalmente tres ruedas y está guiada por raíles o por cables de guía inductiva. Los pavimentos en las áreas VNA deberían ser planos y nivelados, sin juntas anchas, escalonadas e irregulares. En las instalaciones semiautomáticas, se debe considerar las áreas donde el vehículo realiza giros frecuentes, especialmente cuando la tercera rueda gira en ese lugar.

En las áreas de movimientos libres y en los pasillos anchos, las carretillas elevadoras contrapesadas equipadas con mástiles telescópicos son utilizadas frecuentemente para el manejo de materiales. La capacidad de carga puede ser de 10 toneladas o superior, sin embargo en edificios industriales no exceden normalmente de 4 toneladas, dependiendo de la distribución de la carga. Las alturas de elevación están limitadas y no suelen sobrepasar los 7 metros. Las llantas son de caucho macizo o neumáticas, y producen una presión superficial menor que las pequeñas ruedas duras. Estos vehículos toleran superficies desiguales y se admiten aperturas de juntas más anchas que los vehículos de las ruedas duras MVE. Sin embargo, los neumáticos más blandos tienden a recoger desechos y desperdicios, lo que da lugar a un desgaste excesivo del pavimento debido a la alta abrasión.



Los sistemas Sika® FloorJoint S, -XS y -EX joint son soluciones perfectas para cualquier pavimento de una instalación logística. Son planos, silenciosos y proporcionan una conducción casi libre de vibraciones para cualquier tipo de carretillas, lo cual evita el desgaste de los rodamientos y facilita un tráfico fluido.

DISEÑO ESTRUCTURAL Y TIPOS DE LOSAS

Para garantizar que el pavimento de hormigón va a mantener sus propiedades de diseño (carga) con éxito, es fundamental diseñar y construir la capa base (terreno) tan cuidadosamente como el propio pavimento. Las presiones ejercidas en la capa base debido a las cargas son generalmente bajas debido a la rigidez de las losas del pavimento de hormigón, y porque las cargas de las carretillas elevadoras o de los soportes de las estanterías altas se dispersan sobre grandes áreas. Por tanto, los pavimentos de hormigón no requieren necesariamente un soporte fuerte para la capa base. Sin embargo, el soporte de la capa base debe ser razonablemente uniforme, sin huecos ni cambios bruscos que lo debiliten.

Los terrenos se consideran problemáticos cuando son altamente expansivos o altamente compresibles como los limos y las arcillas que no proporcionan un soporte uniforme razonable. Para evitar problemas se debe llevar a cabo una clasificación del suelo bajo el

pavimento. El informe de clasificación aporta información para tomar medidas de mejora del terreno y para modificar los parámetros de diseño en la especificación de la losa de hormigón.

El diseño estructural de la losa de hormigón sobre el suelo está determinado por las condiciones del terreno y las cargas del pavimento. Las dos opciones de diseño son las losas de hormigón sobre el terreno o las losas suspendidas soportadas por pilotes. Si la consolidación de suelos plásticos puede ser un problema potencial entonces la losa suspendida puede ser una solución efectiva; así la losa de cimentación se construye sobre pilotes o entre vigas apoyadas sobre el terreno.

Los dos tipos de diseño se pueden reforzar con mallas o fibras de acero, y pueden ser tensados posteriormente. La tecnología de macro fibras de polipropileno es cada vez más popular para losas de cimentación.

JUNTAS

Los almacenes y los centros logísticos tienen un tráfico de vehículos alto. Para mantener la funcionalidad y la seguridad de estas instalaciones a largo plazo hay que minimizar y reparar las fisuras no planificadas del hormigón, y simultáneamente establecer las juntas de contracción y expansión para soportar el tráfico. El diseño adecuado de la mezcla del hormigón, la utilización de hormigón reforzado, un buen proceso de curado y un buen espaciado de las juntas impiden de forma conjunta la formación de grietas. La fisuración se produce cuando el esfuerzo de tracción en una sección de la losa excede la resistencia a la tracción del hormigón. Las fisuras no planificadas en el pavimento de almacenes o instalaciones logísticas dan lugar rápidamente al deterioro del mismo, causando problemas de seguridad y posibles daños al producto. Cuando se producen fisuras hay que limpiarlas y rellenarlas con resina semiflexible que soporte el tráfico.

El diseño de juntas de separación, que permiten el movimiento estructural normal, conlleva el relleno de las mismas con un sellante muy flexible. Esta práctica no funcionará en almacenes y centros logísticos cuando las juntas de separación se encuentran en una zona de tráfico. En este caso se debe especificar un sistema de juntas especial que permita el movimiento estructural y soporte el tráfico sin crear discontinuidades en la superficie. Las juntas de retracción, en teoría, permiten el movimiento creado por la retracción del hormigón durante su curado. En la práctica, estas uniones siguen experimentando movimiento debido a los cambios de temperatura y humedad. Estos cortes de las juntas deben rellenarse en las zonas de previsible tráfico de vehículos. Si no se tratan, las ruedas duras impactarán en los bordes de las juntas produciendo deslaminación. Igual que en el tratamiento de grietas, se utiliza para el relleno de juntas una resina semiflexible que pueda soportar el tráfico.



El innovador sistema de panel de juntas de Sika con Sika® FloorJoint XS se ha desarrollado para juntas con poco movimiento y por tanto es una solución excelente para cubrir las juntas de contracción.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE

La propiedad más importante y solicitada para la superficie de un pavimento de almacenes es que sea resistente al desgaste y a la formación de polvo. Hoy también se considera importante la buena apariencia y la reflectividad de la luz según el color usado para alcanzar objetivos estéticos y el control de direcciones.

RESISTENCIA A LA ABRASION

La resistencia a la abrasión o el desgaste es la capacidad de una superficie para resistir el deterioro producido por fuerzas de rozamiento, rodadura, deslizamiento, corte e impacto. Los mecanismos de abrasión variarán ampliamente en función de las distintas aplicaciones. Pueden producirse combinaciones complejas de acciones diferentes, por ejemplo, tránsito de carretillas o de personas y raspadoras. El desgaste prematuro y excesivo puede tener lugar en hormigones de baja resistencia o mal especificados o con una débil resistencia superficial, situaciones que están relacionadas con las condiciones de construcción.

Los endurecedores en polvo, los endurecedores químicos y los revestimientos de alto rendimiento proporcionan soluciones rentables para alcanzar una resistencia a la abrasión alta. Cada

uno de estos productos mejora el rendimiento del pavimento de hormigón y permite cumplir con las especificaciones requeridas para aplicaciones concretas.

La resistencia a la abrasión del pavimento depende en gran medida de la composición del hormigón y de la dureza y resistencia del material de revestimiento, incluidos los revestimientos de acabado. Existen varios test disponibles para medir la resistencia al desgaste y al impacto. Algunos miden la dureza del material en sí, otros la capacidad de resistencia al desgaste de la superficie. Las normas EN BS 8204-2: 2002 y ASTM C779 y ASTM C944 son la guía sobre la resistencia a la abrasión, las clases de rendimiento, las condiciones de servicio y las aplicaciones típicas.

RESISTENCIA QUÍMICA

El hormigón es un material poroso con una resistencia química limitada. Los ácidos orgánicos y minerales reaccionan con el material cementoso alcalino erosionando la superficie. Muchos otros agentes, incluidos la mayoría de los alimentos, aceites y algunos productos químicos, atacan el hormigón con el paso del tiempo. Donde exista la probabilidad de un ataque químico hay que proteger el pavimento con un material resistente a los productos químicos y con un revestimiento que resista a la sustancia agresiva.

COLOR Y APARIENCIA

El aspecto final de un pavimento de hormigón nunca será tan uniforme como cuando está recubierto con un acabado superficial. Los pavimentos de hormigón se construyen con materiales naturales y se terminan con técnicas que no se pueden controlar con la misma precisión que en una fábrica, y además las condiciones durante la instalación pueden variar. Un pavimento de hormigón típico tiene un color gris. Sin embargo, existen formas de producir pavimentos de hormigón con colores y crear diferentes tipos de acabados. Los endurecedores de polvo que contienen pigmentos proporcionan un acabado coloreado al pavimento. El pavimento de hormigón se puede colorear agregando colorante en la mezcla de hormigón o usando tinción con ácido o tintes con base de agua para proporcionar color en la superficie. Una innovación reciente utiliza un endurecedor de color en el que

los pigmentos finos suspendidos en agua se mezclan "in situ" con los endurecedores líquidos para pavimentos. Los tonos de colores claros, como el amarillo, el beige, el gris claro o incluso el blanco, proporcionan una mayor reflectividad y brillo en el recinto. Esto puede reducir los requisitos de iluminación y ahorrar costes de energía. En grandes almacenes, esto puede tener un gran impacto para la calificación de sostenibilidad.

Las marcas de la fratasadora y la decoloración debidas al pulido son a menudo una consecuencia de las variaciones normales en el fraguado del hormigón o de un acabado deficiente, como el exceso de fratasado. El exceso de compuesto de curado puede ocasionar zonas más oscuras. Estas se desgastan y desaparecen con el tiempo y con el uso del pavimento sin tener un efecto en la superficie.

CONCLUSIONES

El pavimento de un almacén permitirá que las operaciones se realicen de la forma esperada, con la máxima eficiencia y rentabilidad, solo si se proporciona la combinación correcta de capacidad de carga, control de grietas, tratamiento de juntas, tolerancias apropiadas y rendimiento de la superficie de uso. Cualquier defecto del pavimento debido a la especificación o a la mano de obra se pondrá de manifiesto rápidamente por el tráfico constante y exigente que existe en estos entornos. Por lo tanto, el requisito más importante para un pavimento en almacenes e instalaciones logísticas es proporcionar una plataforma sin problemas para las operaciones, atendiendo a la funcionalidad, la durabilidad y la economía.



PAVIMENTOS ULTRAPLANOS

Los operadores de almacenes e instalaciones logísticas modernas utilizan sistemas de almacenamiento de alta densidad para minimizar la inversión en suelo y optimizar el almacenamiento del material y las operaciones de manipulación. La automatización de las operaciones incrementa el flujo y la rotación de materiales aumentando la eficiencia y la productividad y disminuyendo los costes de equipos y mano de obra. La incorporación de sistemas automáticos de manejo de material (MHE) puede "disparar" la altura de las estanterías hasta 20 m y permite utilizar el espacio disponible de forma más eficiente.





¿QUÉ REQUERIMIENTO TIENE UNA ZONA DE OPERACIONES AUTOMATIZADA EN RELACIÓN AL PAVIMENTO Y SUS TOLERANCIAS?

Los pavimentos deben ser especialmente planos, lisos y nivelados dentro de unas tolerancias específicas para permitir el movimiento programado de equipos MHE para que puedan seleccionar y almacenar materiales a través de pasillos muy estrechos (VNA) y alturas muy grandes. Los pavimentos lisos y nivelados, sin fisuras, protuberancias y discontinuidades también reducen las averías de las carretillas elevadoras y los costes de mantenimiento. En pavimentos lisos y nivelados los equipos pueden operar y moverse con mayor rapidez.

ZONAS DE OPERACIÓN

En general hay dos tipos de zonas de operación en un almacén: áreas de tráfico con movimiento libre y áreas de tráfico con movimiento definido. Las áreas de "movimiento libre" son zonas donde los vehículos pueden transitar de forma aleatoria, en cualquier dirección y con un número infinito de recorridos. Las áreas de "movimiento definido" son aquellas donde los vehículos viajan en vías fijas, generalmente entre estanterías y en pasillos muy estrechos (VNA).

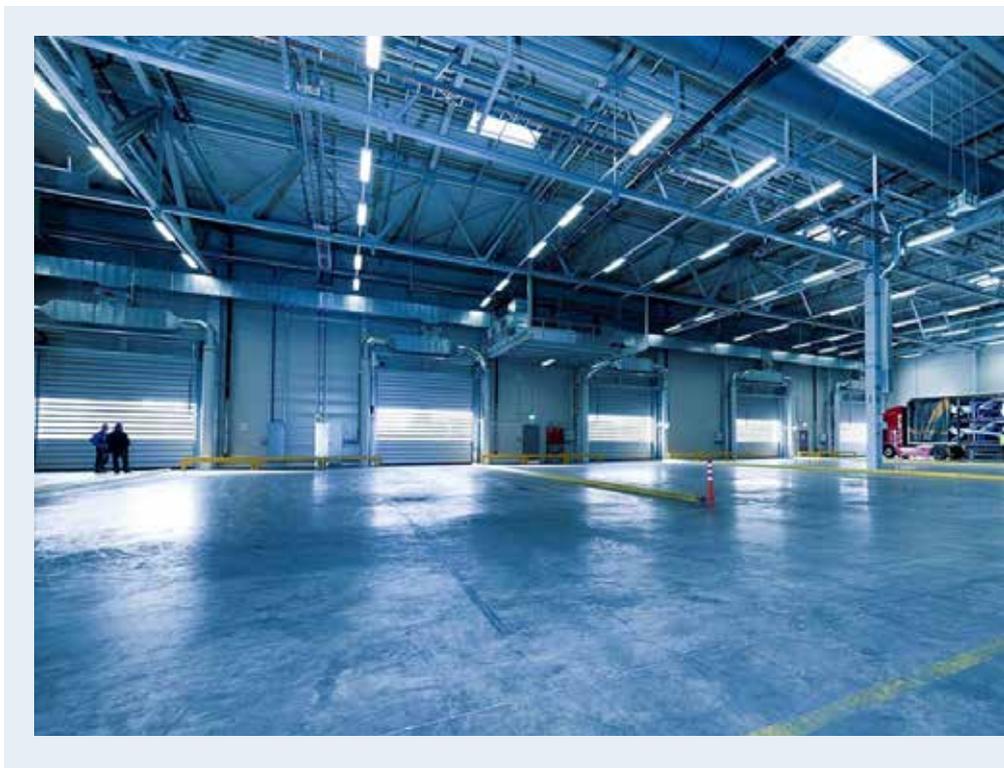
Los almacenes y las instalaciones de distribución combinan con frecuencia estos dos tipos de áreas. En las áreas de libre movimiento tienen lugar actividades de baja intensidad como descarga, embalaje o expedición. Las áreas de movimiento definido se encuentran en los pasillos con un nivel de almacenamiento alto donde la carretilla elevadora siempre sigue el mismo camino. Estos dos usos del pavimento requieren diferentes especificaciones de regularidad de la superficie. Las áreas de movimiento definido cubren tan solo el 1% de todos los pavimentos del almacén, pero pueden tener un impacto decisivo en la eficiencia de las instalaciones.

PLANEIDAD Y NIVELACIÓN

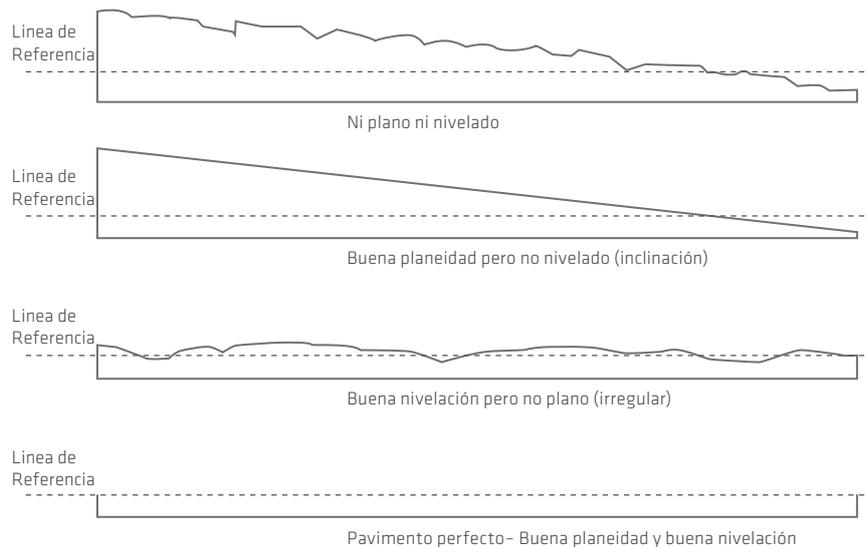
La regularidad superficial se define y se mide con dos propiedades: planeidad y nivelación.

La planeidad se relaciona con las irregularidades del pavimento, un pavimento plano minimizará la ondulación y los baches. Una mala planeidad afecta el manejo de los vehículos, lo que causa problemas en su maniobrabilidad y seguridad. Los equipos MHE deben operar a velocidades reducidas para evitar los daños materiales y las caídas de cargas. Las superficies desiguales causan tensiones dinámicas en los cojinetes y en la suspensión de las carretillas elevadoras.

La nivelación se relaciona con la inclinación o pendiente de la superficie. Esta se mide en un espacio más largo que el que se requiere para las mediciones



PLANEIDAD Y NIVELACIÓN DEL PAVIMENTO



de planeidad. Las estanterías elevadas precisan pavimentos nivelados para entrada, ubicación y salida de materiales. Las pequeñas variaciones en la nivelación de la superficie del pavimento amplían el movimiento en la parte superior del mástil de la carretilla elevadora a 20 m de altura. Las variaciones en la nivelación del pavimento provocan movimientos en el mástil de la carretilla elevadora cuando el vehículo se desplaza por el pasillo. En pasillos estrechos esto puede dar lugar a daños catastróficos en vehículos y materiales almacenados.

TOLERANCIAS Y ESPECIFICACIONES

Las especificaciones del almacén definen las tolerancias de planeidad y nivelación

para las áreas de movimiento libre y también para las áreas de tráfico definido que necesitan pavimentos ultra planos. Desafortunadamente, no es raro ver una especificación diseñada para tolerancias de tráfico aleatorio cuando realmente se necesitan tolerancias ultra planas. Hay varios instrumentos disponibles para medir con precisión la nivelación y la planeidad de los pavimentos de las áreas de movimiento libre, pero no deben usarse los mismos métodos para medir los pavimentos de tráfico definido. En las áreas VNA, en lugar de un muestreo aleatorio, cada ruta de tráfico debe medirse directamente utilizando un perfilógrafo de pavimento de grabación continua que se mueve exactamente sobre las pistas de



ÁREAS DE MOVIMIENTO LIBRE

En las áreas de libre movimiento, los vehículos pueden desplazarse al azar en cualquier dirección. Estas áreas suelen ser pavimentos de fábricas, puntos de venta, almacenamiento en oficinas y distribución de alimentos.



ÁREAS DE MOVIMIENTO DEFINIDO

En las áreas de movimiento definido, los vehículos transitan por caminos fijos en pasillos muy estrechos. Por lo general, este tipo de áreas se pueden encontrar en almacenes con estanterías elevadas que alcanzan una altura de hasta 20 metros. En estas áreas, el requisito de tolerancia del pavimento es alto, estas aplicaciones a menudo se denominan "superplanas", pero ahora se conocen como pavimentos "ultraplanos" o VDMA.



Robot perfilógrafo AlphaPlan guiado por láser para la medida de tolerancia del pavimento en acción

NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Hay pocas especificaciones importantes que se utilizan en cierta medida en toda Europa y en otras partes del mundo:

- Concrete Society's Technical Report 34 (TR 34) Free Movement and Defined Movement Tables (UK)
- ASTM F-number system (ASTM E1155) and the ACI F_{min} number system (ACI 117) (USA)
- DIN 18202 and DIN 15185/EN 15620 (Europe and Germany)
- VDMA Guideline for Defined Movement and very narrow aisle areas (Europe and Germany)

rodadura. El perfilógrafo de pavimento mide y documenta las diferencias de elevación transversales y longitudinales de las ruedas a lo largo de todo el recorrido. No existe un estándar de medida universal. Se han desarrollado estándares sofisticados en EE. UU., Reino Unido y Alemania, pero no son totalmente comparables. La especificación y el estándar dependen de la ubicación de la instalación para asegurar que el contratista del hormigón esté familiarizado con los requerimientos. Además, las especificaciones deben cumplir con las tolerancias indicadas por el fabricante de

MHE para garantizar el funcionamiento correcto de sus equipos. La tendencia dentro de la recomendación de los fabricantes más importantes de carretillas elevadoras es utilizar VDM (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau - German Engineering Federation) Guideline "Floors to Use with VNA Trucks".. Esta guía es también una base para el próximo estándar europeo EN para áreas VNA y se centra en los requisitos operativos exactos acordados por los fabricantes de carretillas elevadoras. Antes de comenzar la fase de construcción, todos los participantes del

proyecto deben tener una idea muy clara de los requisitos de tolerancia de la superficie, y de cómo y cuándo va a ser medida. Los contratistas de hormigón prefieren medir el pavimento inmediatamente después del acabado del hormigón, pero debido a la naturaleza del curado del hormigón y a su potencial de movimiento, es más práctico medirlo mucho después de la instalación. Incluso si el pavimento hubiera tenido un acabado perfectamente plano, la losa de hormigón permanecerá "viva" y la planitud "final" puede variar de 6 a 8 meses después de la instalación.

CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS ULTRAPLANOS

Hay tres formas muy diferentes para construir un pavimento con tolerancias altas:

- Construcción en bandas estrechas para evitar juntas, con el objetivo de instalar y dar un acabado al pavimento de hormigón de forma que cumpla directamente con las tolerancias requeridas.
- Construcción de una base de losa de hormigón y, posteriormente, aplicación de un acabado o revestimiento para lograr las tolerancias requeridas.
- Construcción de la losa de hormigón con tolerancias "normales" y aplicación de un pulido para lograr la planeidad deseada



LOSA DE HORMIGÓN INSTALADA EN BANDAS

El primer método es el más económico y el más utilizado. El éxito de este método depende de la mezcla de hormigón y una distribución consistente del mismo. En este caso la velocidad de exudación, la facilidad de acabado, las características de curado y la trabajabilidad son propiedades más críticas que la propia mezcla del hormigón para un pavimento "normal". Una de las variables de instalación más importantes es la consistencia entre las cargas de hormigón. Los pavimentos súper planos requieren que no exista variación de las propiedades de fraguado del hormigón entre los lotes colocados.

No se pueden colocar juntas en los pasillos. Las juntas deben situarse debajo del sistema de estanterías. La ubicación preferida para la colocación de la junta es a mitad de camino de las patas traseras de las estanterías colocadas espalda contra espalda. Los cortes de junta transversales y las juntas de construcción deben evitarse y no es necesario reforzarlas si no están en las calles de tráfico rodado. El alabeo causado por la retracción durante el secado puede dejar el pavimento súper plano inutilizado. Por lo tanto, como se espera que se produzca un agrietamiento transversal, la losa debe reforzarse contra las tensiones de retracción longitudinales.

Un pavimento ultra plano puede ser coloreado utilizando revestimientos



1 Banda instalada de losa de hormigón.

2 Pavimento pulido dentro de tolerancias en un área de movimiento libre.

espolvoreables aplicados al hormigón fresco. Es importante aplicarlos de manera muy uniforme y con cuidado para lograr altas tolerancias.

CAPA DE ACABADO

En los proyectos de rehabilitación donde hay daños en la superficie o existen grandes variaciones en el nivel, se instala normalmente una capa de acabado o de rodadura independiente. Por lo general, solo se mejoran las áreas de los pasillos o las superficies de rodadura. Los productos utilizados pueden ser revestimientos bombeables cementosos modificados con polímeros bombeables o soleras o acabados de resina.

PULIDO

Es probable que la mayoría de los pavimentos superplanos necesiten un poco de pulido, incluso cuando se tiene mucho cuidado para alcanzar las tolerancias directamente a través del proceso de Las especificaciones a menudo anticipan que el 3 - 5% de la longitud del pasillo debe ser pulido.

Si a un pavimento de tolerancia "normal" se le exige una especificación ultraplana, entonces necesitará más pulido. El pulido puede ser un método muy rentable para mejorar las losas de pavimento existentes. El equipo de pulido moderno, robotizado y guiado por láser, es muy eficiente y puede alcanzar un rendimiento de 100 m² por día con precisión extrema.



Hans Voet, Director General.

Hans Voet, Director General, AlphaPlan

Cuánto tiempo lleva AlphaPlan involucrado en el negocio de los pavimentos ultraplano y cuál es su servicio principal?

Hemos estado trabajando en pavimentos de alta tolerancia durante 26 años y nuestro servicio principal es FloorProfiler (Perfilador de pavimentos) y FloorShaver (Pulido de pavimentos).

¿Qué tipo de tolerancias son requeridas normalmente? ¿Qué tipo de precisión puedes alcanzar?

Hoy en día, los fabricantes de carretillas elevadoras para pasillos VNA requieren el estándar VDMA, en este caso, pulimos con 0.2 mm de precisión o menos, nadie se acerca a esto.

El funcionamiento y la ergonomía de cualquier flota de carretillas elevadoras son tan buenos como el pavimento del almacén. La amplia experiencia de AlphaPlan le ofrece calidad a través de un enfoque muy científico, no solo por medio de una encuesta, sino también por adaptar el pavimento a las necesidades específicas del cliente.

¿Qué tipo de proyecto es habitual?

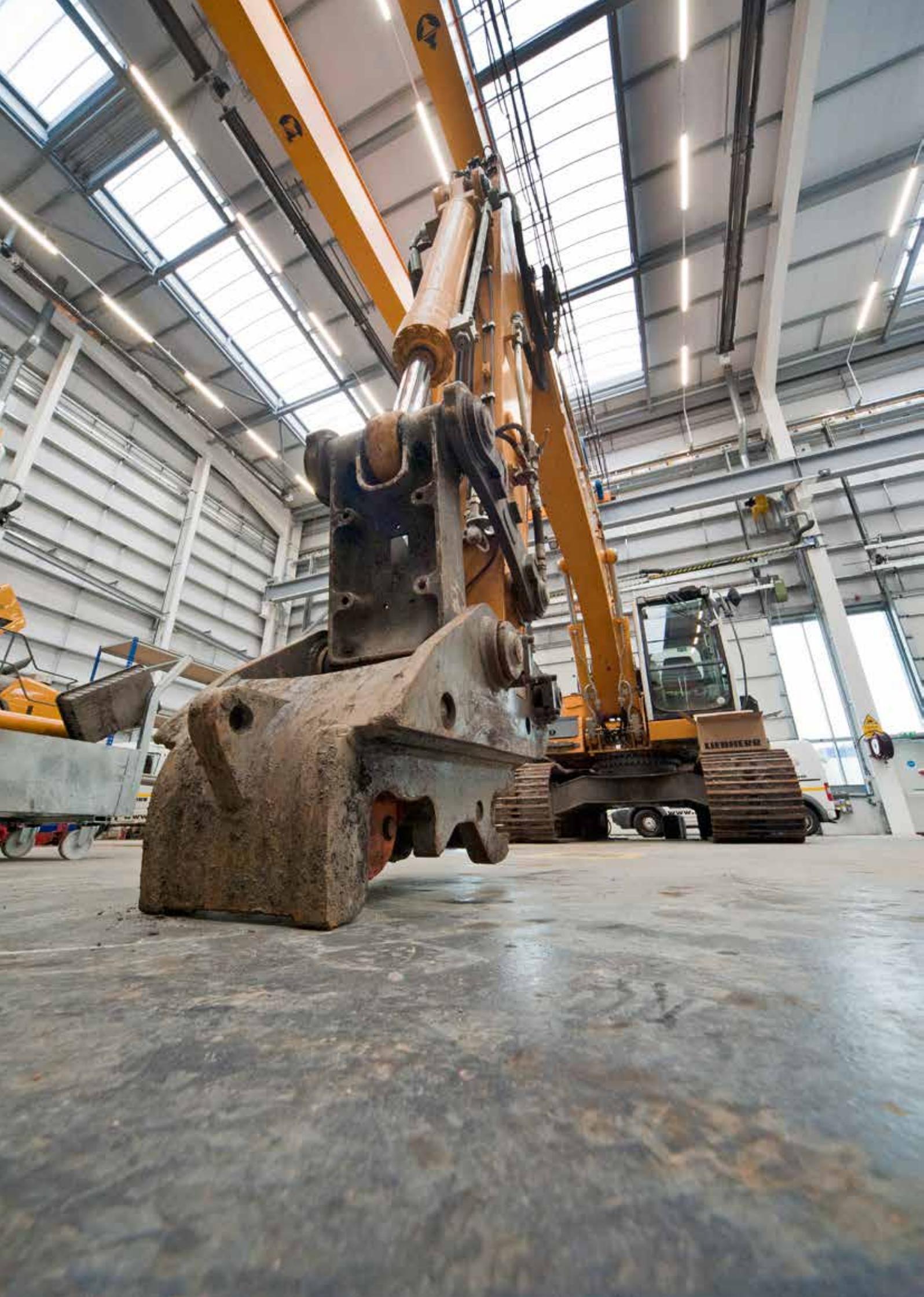
Hoy en día, un proyecto normal consiste en aproximadamente 1,700 metros lineales de trabajo de pulido con FloorShaver, realizando más de 100 metros lineales en solo 1 día.

¿Ve alguna tendencia en este negocio o están cambiando los requisitos del cliente?

Ambos. Los clientes quieren que todo sea más rápido y más stock en menos espacio. Esto requiere que las carretillas elevadoras operen más rápido y más alto, esto solo puede significar que los pavimentos deben alcanzar la tolerancia estricta del estándar VDMA. Creemos que este será el caso durante los próximos 30 años.



Robot de pulido AlphaPlan FloorShaver produciendo una superficie ultra plana rápidamente y sin polvo.



ENDURECEDORES EN POLVO

Los endurecedores para pavimento están formados por áridos en polvo que se aplican habitualmente sobre la superficie del hormigón recién colocado para mejorar la resistencia al desgaste y, a veces, para colorear la superficie del hormigón. Estos productos minimizan las propiedades negativas típicas del hormigón simple como la formación de polvo y la absorción de líquidos al mejorar la resistencia a la abrasión y reducir la permeabilidad de la superficie.

Los endurecedores en polvo son materiales mezclados en fábrica que contienen un aglomerante cementoso, áridos, aditivos y otros compuestos. Pueden incorporar pigmentos inorgánicos o tener un color propio natural. La capacidad de un material en polvo para proporcionar una superficie de desgaste dura y resistente a la abrasión depende de la presencia de suficiente agua libre en la superficie del hormigón fresco, de forma que permita que la capa de acabado se humedezca completamente y se integre monolíticamente con la base del hormigón. El proceso de hidratación del material cementoso de un endurecedor en polvo consume agua libre de la mezcla del hormigón y elimina la mayor proporción de agua-a-cemento (a/c) que existe en el hormigón cercano a la superficie.

POR QUÉ UTILIZAR ENDURECEDORES EN POLVO

Todos los pavimentos de áreas comerciales, fábricas y almacenes requieren una superficie de trabajo de alta calidad que proporcione durabilidad a largo plazo, alta resistencia a la abrasión, protección contra el polvo, baja permeabilidad y seguridad. En la mayoría de las aplicaciones industriales, los pavimentos endurecidos tienen la mejor relación precio/ rendimiento en comparación con otros acabados o tratamientos del hormigón alternativos. Las principales características y ventajas que presentan los endurecedores en polvo son las siguientes: ahorro de tiempo de instalación, durabilidad mejorada, seguridad de tracción mejorada, variedad estética y economía general.

Tiempo

Cuando se aplica un endurecedor en polvo sobre el hormigón fresco, la superficie se termina durante los trabajos de hormigonado en un solo paso. La superficie del pavimento se termina simultáneamente a la construcción de la losa de hormigón

dentro de las 8 a 12 horas posteriores a la colocación del hormigón.

La superficie es transitable después de 24 horas y es posible realizar operaciones ligeras después de 3 a 7 días

Durabilidad

La durabilidad es el requisito principal de un pavimento industrial de calidad. Con respecto al endurecedor en polvo, la durabilidad está determinada por la resistencia a la abrasión de la capa final y su adhesión a la base de hormigón. La superficie del pavimento endurecido proporciona una cobertura resistente y duradera al hormigón que no se daña por otras operaciones de construcción. La aplicación y el acabado adecuado del endurecedor en polvo reducen la porosidad del hormigón, disminuyendo la absorción de grasa y otras sustancias químicas y su daño potencial. Los pavimentos de hormigón de alta durabilidad minimizan el mantenimiento y las reparaciones, las paradas de operaciones y los costes generales de las instalaciones. Los pavimentos de hormigón recubiertos con endurecedores en polvo presentan calificaciones de alto rendimiento en los cálculos de evaluación del ciclo de vida (LCA), gracias a su larga vida útil y la economía de la instalación.

Seguridad y sostenibilidad

La superficie del pavimento debe contribuir a un entorno de trabajo seguro en cualquier tipo de operaciones, incluso cuando la superficie se encuentra húmeda, seca y con suciedad. Los resbalones y caídas son el resultado más frecuente de la suciedad en el pavimento. Un pavimento antideslizante depende de que disponga de una superficie de tracción segura y de un mantenimiento rutinario eficiente. El mantenimiento del pavimento de las superficies endurecidas con polvo es fácil, se pueden usar máquinas de limpieza comunes. Los

sellantes también pueden proporcionar una protección adicional contra el polvo en la superficie, lo que hace que el entorno sea higiénico y fácil de usar. Las aplicaciones de endurecedores en polvo son seguras y respetuosas con el medio ambiente en su instalación. El contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC) afecta poco al fuego y la seguridad de la salud.

Economía

Los pavimentos tratados con endurecedores en polvo son soluciones económicas que tienen una relación precio/ rendimiento muy eficiente. El coste inicial del material y el coste moderado de la mano de obra durante la construcción son relativamente bajos. La reducción de los costes de mantenimiento y el largo ciclo de vida minimizan las paradas de la planta y el coste de las operaciones perdidas. En resumen, los endurecedores en polvo ofrecen ahorros de costes a corto y largo plazo.

Estética

El color típico de un pavimento endurecido es gris. Durante muchos años, la estética ha tenido una importancia menor en los edificios industriales, sin embargo, ahora está cobrando más importancia debido a su contribución en la moral de los trabajadores y en la imagen corporativa. Los endurecedores en polvo no solo presentan mejores propiedades de rendimiento sino que también pueden contribuir al diseño estético de la instalación. Los endurecedores en polvo se pueden fabricar con pigmentos inorgánicos para una gran variedad de colores, incluyendo tonos muy claros como el amarillo y el blanco. Los pavimentos reflectantes permiten iluminar un espacio de trabajo, mejorar la eficiencia del trabajo y reducir los costes de iluminación. El valor estético de los endurecedores en polvo ha incrementado su uso en edificios públicos y casas particulares.

CLASIFICACIÓN DE ENDURECEDORES EN POLVO

Los endurecedores en polvo se dividen en tres grupos básicos según el tipo de agregado que contienen:

- Árido natural de cuarzo.
- Áridos minerales sintéticos (no metálicos).
- Áridos metálicos y de aleaciones metálicas.

El componente de agregado existente en una mezcla de endurecedor en polvo puede variar desde el 100% de uno de estos grupos hasta una mezcla de algunos o de todos ellos. La flexibilidad de la mezcla ofrece muchas posibilidades en cuanto a las propiedades de rendimiento y el color. La amplia gama de materiales disponibles puede crear cierta confusión a la hora de seleccionar el endurecedor en polvo apropiado. El tipo de agregado tiene una influencia importante sobre la apariencia del pavimento final y las propiedades de rendimiento, pero no hay estándares internacionales definitivos que especifiquen el tipo o contenido del agregado.

La decisión de especificar un tipo de endurecedor en polvo dependerá de varios factores entre los que se incluyen las condiciones de servicio, la durabilidad, la estética y el coste. Para las aplicaciones industriales, la mejor guía para especificadores consiste en comparar las propiedades de resistencia a la abrasión de los productos.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y TENACIDAD

La resistencia a la abrasión es la capacidad de una superficie para resistir el desgaste causado por el roce, las rodaduras, el deslizamiento, el corte y, en cierta medida, las fuerzas de impacto. Los mecanismos de abrasión son complejos y las combinaciones de acciones realizadas por diferentes objetos, como neumáticos de camiones, paletas, tránsito peatonal e impactos, pueden ocurrir en muchos entornos.

La resistencia a la abrasión del suelo depende de la composición del material y de cómo se haya instalado. La dureza y la tenacidad del material dependen de la dureza



Espolvoreado mecánico del endurecedor en polvo Sikafloor®-2 SynTop sobre hormigón fresco.

del árido y de composición de la mezcla. La dureza mineral se mide utilizando la escala de Mohs, donde 10 es el índice más alto y está asignado al diamante, mientras que 1 es el valor más bajo y está representado por el talco.

El método de prueba más común para la resistencia a la abrasión en Europa se describe en la norma EN 13892-4. La prueba BCA produce la abrasión mediante unas ruedas de acero sometidas a una carga definida y durante un cierto número de ciclos. A continuación se mide

la profundidad máxima de desgaste. En función de los resultados de las pruebas, las superficies del pavimento se clasifican en las clases AR 0,5 - AR 6 (EN 13813). La clase AR 2 es habitualmente el mínimo requerido para pavimentos industriales.

Otro método para determinar la resistencia a la abrasión es la prueba de Böhme.

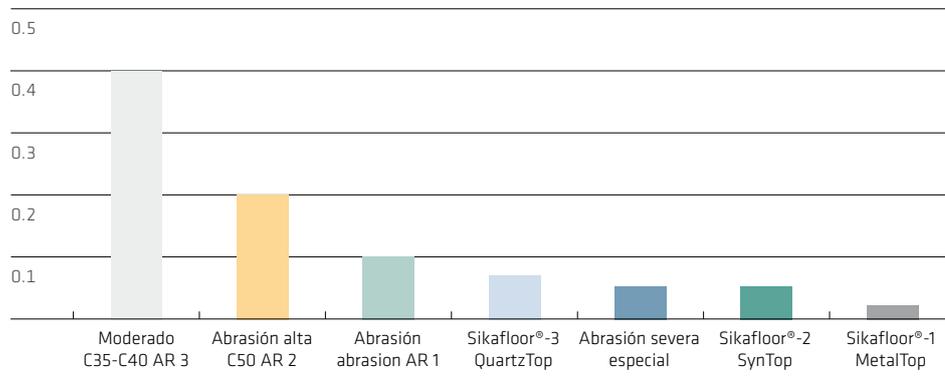
De acuerdo con este método (EN13892-3), la superficie de una muestra de la solera se presiona sobre un disco de acero giratorio. Entre la muestra de prueba y la placa de acero se utiliza una arena abrasiva.

El Método de Prueba Estandar para la



Equipo de test para medir la resistencia al desgaste de un suelo de hormigón según la norma EN 13892-4.

TABLA DE RESISTENCIA DE DISTINTOS ENDURECEDORES VS. HORMIGÓN



Valores de material en mm medidos con el método BCA

NOTA: Las condiciones de la instalación, la calidad del hormigón y del curado pueden tener influencia en los valores finales de la abrasión

CONSUMO TÍPICO SEGÚN EL USO FINAL

| END USE | APPLICATION RATE |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Tráfico peatonal | 3 kg/m ² u hormigón con baja relación agua/cemento |
| Tráfico de carretilla ligera / Abrasión | 3 kg/m ² |
| Tráfico de carretilla media / Abrasión | 5 kg/m ² |
| Tráfico de carretilla pesada / Abrasión | 5 - 7 kg/m ² |

NOTAS:

Se recomienda que los endurecedores pigmentados se apliquen con una dosificación mínima de 6 kg/m².

El hormigón puede requerir un ajuste de agua para dosificaciones más altas.

Resistencia a la Abrasión de Superficies Horizontales de Hormigón de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) C779 / C779M contiene tres procedimientos para determinar la

resistencia relativa a la abrasión de las superficies horizontales de hormigón. Los procedimientos difieren en el tipo y grado de fuerza abrasiva que aplican y están diseñados para determinar las

variaciones de las propiedades de la superficie del hormigón cuando se modifican las proporciones de la mezcla, el acabado y el tratamiento de la superficie. El tráfico industrial pesado y las



Aplicación de color Sikafloor®-3 QuartzTop.

operaciones diarias dan como resultado algo más que un desgaste abrasivo. Los impactos, los cambios de temperatura, las fuerzas de compresión y las vibraciones de varias fuentes pueden generar una gran tensión. La tenacidad general y la capacidad del pavimento para soportar las tensiones comunes tienen una influencia significativa en la vida útil del pavimento. La tenacidad se puede medir como "el área bajo la curva de tensión/deformación" e indica la capacidad de absorción de energía del material antes de la ruptura. Los niveles de resistencia a la compresión y a la flexión del material son una buena muestra de la resistencia de un pavimento y se pueden usar para comparar los endurecedores en polvo.

MÉTODOS DE APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN

Los endurecedores en polvo se aplican sobre la superficie del hormigón fresco mediante un procedimiento manual o mecánico. La aplicación manual se realiza normalmente después del fraguado inicial y el alisado del hormigón. La aplicación mecánica se lleva a cabo frecuentemente justo después de la colocación del hormigón y antes de que el fraguado inicial haya tenido lugar. El espesor final de la capa de acabado de un hormigón endurecido debe ser de 2 a 3 mm. El consumo necesario para lograr esto depende de la densidad aparente del endurecedor en polvo. El consumo típico de producto está determinado por el uso

final del pavimento y el tipo de endurecedor. En un mismo edificio se pueden especificar diferentes dosificaciones para adaptarse a los distintos usos y lugares. La aplicación mecánica del endurecedor en polvo es ideal para dosificaciones de 5 kg/m² y no es aconsejable para dosificaciones más bajas debido a la posibilidad que tiene el agregado para hundirse en la superficie plástica de la losa de hormigón. La dosificación manual típica es de 4 a 5 kg / m². Es posible una dosificación mayor (hasta 7 kg / m²), pero depende en gran medida de las condiciones del sitio y de la composición y contenido de agua del hormigón. Para dosificaciones manuales más altas es mejor usar dos etapas

ALGUNAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Algunas condiciones ambientales y mezclas de hormigón con una relación agua/cemento baja pueden hacer que las aplicaciones de endurecedor con dosificaciones medias y altas sean extremadamente difíciles de instalar y deben tenerse muy en cuenta durante las etapas de planificación. La mezcla de hormigón a/c debe ser de al menos 0.50 para asegurar la cantidad adecuada de agua para la hidratación del endurecedor. Las mezclas de hormigón para pavimentos interiores no deben incluir aire incorporado y deberían tener un contenido de aire ocluido medido del 3%. Por lo general, los endurecedores en polvo no se recomiendan para pavimentos ultra planos. El método de aplicación y el

proceso de acabado hacen difícil alcanzar las tolerancias críticas requeridas a los pavimentos ultra planos.

OBSERVACIONES SOBRE ACABADOS

La construcción de un pavimento endurecido de primera clase requiere una estricta planificación, coordinación y control. La mezcla de hormigón debe ser consistente y el proceso de entrega del hormigón en el sitio debe ser controlado y continuo. Las condiciones ambientales influyen en la humedad de la superficie del hormigón y, por lo tanto, en la aplicación y la calidad del producto. Los procedimientos de acabado de alisamiento y de pulido deben estar perfectamente sincronizados. Finalmente, el curado apropiado del hormigón es crítico para las propiedades del acabado de la losa y del endurecedor.

Un contratista con experiencia en pavimentos de hormigón que comprenda la variabilidad y los detalles de la colocación del hormigón y utilice el equipo adecuado, juega un papel esencial en el éxito de la instalación. Los contratistas profesionales utilizan un sistema de control de calidad, que incluye el plan de colocación y la documentación del trabajo. El informe debe proporcionar información sobre los horarios, los consumos y las incidencias surgidas durante los trabajos de la aplicación.

RESUMEN

Los endurecedores en polvo proporcionan un acabado económico y duradero para pavimentos de hormigón industriales. Los acabados pueden variar para adaptarse al rendimiento y a los requisitos estéticos. Al igual que con todos los productos de construcción, la instalación adecuada es fundamental para el rendimiento general. La selección de los mejores productos y del contratista de la instalación dará como resultado un pavimento de hormigón con un acabado que soportará las operaciones y una superficie de trabajo duradera, de fácil mantenimiento y segura.



CURADO DE LA LOSA DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN

El curado de la losa de hormigón tiene dos objetivos. Primero, retiene la humedad en la losa, lo que facilita el proceso de hidratación y permite que el hormigón gane resistencia, y en segundo lugar, reduce la retracción del hormigón debido a la evaporación hasta que el hormigón es lo suficientemente fuerte como para resistir el agrietamiento por retracción. El curado es el proceso de controlar la velocidad y la extensión de la pérdida de humedad del hormigón durante la fase inicial de la hidratación del cemento, de modo que el hormigón pueda desarrollar completamente las propiedades de rendimiento del diseño de mezcla.

La reacción química de hidratación del hormigón comienza inmediatamente después de añadir agua al diseño de mezcla. La velocidad y la duración de la reacción dependen del diseño de mezcla, la temperatura, la humedad, la superficie expuesta y el espesor de la losa. El proceso de curado debe comenzar inmediatamente después de la colocación y el acabado del hormigón, ya que la hidratación inicial de éste se desarrolla rápidamente. Este proceso decrece exponencialmente pero continuará durante la vida útil de la losa. Por lo tanto, la práctica de la industria es realizar el proceso de curado controlado

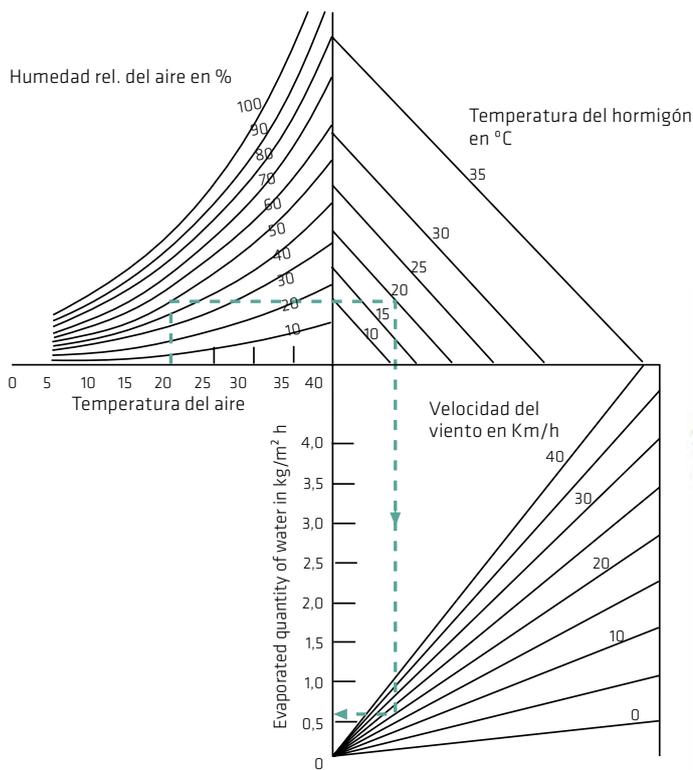
durante un periodo de entre tres a siete días después de la colocación inicial. El curado de las losas en su fase inicial es vital para minimizar el riesgo de agrietamiento por contracción plástica, especialmente en condiciones climáticas con altas temperaturas y fuertes vientos de secado. El período de curado variará según las propiedades del hormigón requeridas, la finalidad de uso prevista y las condiciones ambientales, es decir, la temperatura y la humedad relativa de la atmósfera circundante.

Si el hormigón no se cura correctamente y la humedad necesaria para la hidratación

se evapora demasiado rápido, la losa desarrollará fisuras y no logrará la resistencia de diseño. Si se emplea un proceso de curado húmedo que retenga la humedad en la losa durante los primeros 7 días dará como resultado un hormigón que es aproximadamente un 50% más resistente que un hormigón que se deja secar durante el mismo período.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y DE LAS CONDICIONES DEL DE LA OBRA

Las temperaturas extremas hacen difícil la colocación, el acabado y el curado adecuado del hormigón. En los días calurosos, se



Este gráfico muestra la cantidad de agua que se evapora en la superficie si no se realiza el curado. En este ejemplo hay una pérdida de agua de aproximadamente 0,6 litros por metro cuadrado y hora (l / m² h).



Principio de curación efectiva de suelos de hormigón. La membrana de curado reduce la evaporación del agua en la losa de hormigón en su fase inicial.

EJEMPLO SIN CURADO

| | |
|---------------------------|------------------------------|
| Temperatura del aire 20°C | Temperatura del mortero 20°C |
| Humedad rel. del aire 50% | Velocidad del viento 20 km/h |

pierde demasiada agua por evaporación del hormigón recién colocado. Por otro lado, si la temperatura cae demasiado cerca del punto de congelación, la hidratación se ralentiza hasta casi detenerse. En estas condiciones, el hormigón deja de ganar resistencia y otras propiedades deseables. En general, no se debe permitir que la temperatura del hormigón fresco caiga por debajo de 10 C (50 F) durante el período de curado. Cuando se dan las peores condiciones de clima cálido y vientos fuertes, se recomienda tomar precauciones adicionales para hacer frente a las condiciones de secado rápido. Las pantallas cortavientos pueden reducir el movimiento del aire en la superficie para minimizar la evaporación. Cubrir la losa con plástico o arpillera húmeda también ayudará a mantener un

ambiente de humedad alta. El sombreado puede ayudar a controlar las variaciones de temperatura de la superficie debido a la luz solar directa.

MÉTODOS DE DE CURADO

Después del acabado final, la superficie del hormigón debe mantenerse continuamente húmeda o sellada para evitar la evaporación durante un período de al menos siete días. Cuanto antes comience el curado mejor será para el hormigón. El curado es, en definitiva, una gestión equilibrada de la humedad.

Una práctica común para gestionar las condiciones de humedad en el curado de losas es usar alguna forma de "curado en húmedo", es decir, añadir agua adicional para controlar la tasa de evaporación de la

humedad y la temperatura de curado del hormigón. Existen varios métodos para curar en húmedo, sin embargo los medios más apropiados pueden estar predeterminados por las condiciones del sitio o el método de construcción.

Método de retención de agua

Se colocan esteras húmedas de arpillera o algodón sobre la superficie de hormigón terminada. Se utiliza una manguera o rociador para mantener las alfombras húmedas. El material debe instalarse tan pronto como el hormigón se haya endurecido lo suficiente y debe mantenerse húmedo durante el período de curado para evitar daños en la superficie. Se han desarrollado sistemas más avanzados como mantas de retención de agua que mantienen húmeda la superficie del hormigón, después de la humectación inicial, sin necesidad de agregar agua durante el tiempo de curado planificado.

Curado por riego

El hormigón se inunda, se encharca o se rocía con agua. Este es el método de curado más efectivo para prevenir la evaporación



Una solución de curado definitiva: el sistema de manta de retención de agua Sika® Ultracure combina métodos de curado en húmedo y en lámina.

de la mezcla de agua, pero resulta difícil de implementar de manera efectiva. No se puede permitir que el hormigón se quede seco entre los remojos y el período de remojo debe tener un tiempo apropiado. El agua utilizada para este fin no debe estar más fría de 5 ° C que la superficie del hormigón. La pulverización de agua fría sobre hormigón caliente puede provocar un "choque térmico" que puede causar grietas o deslaminación de la superficie

Compuestos de curado de membrana líquida

Los compuestos de curado son líquidos que normalmente se rocían directamente sobre la superficie del hormigón y luego al secarse forman una membrana que retarda la pérdida de humedad del hormigón. El compuesto de curado debe aplicarse inmediatamente después de terminar la losa de hormigón. No puede haber agua en la superficie o agua de exudado durante la aplicación. Los compuestos de curado generalmente se formulan a partir de emulsiones de cera, cauchos clorados, emulsiones de acetato de polivinilo (PVA) y resinas naturales o sintéticas. La efectividad varía ampliamente, dependiendo del material y la fuerza de la emulsión. Los compuestos de curado también se pueden usar para reducir la pérdida de humedad del hormigón después del curado húmedo

inicial. La aplicación de compuestos de curado líquidos son un medio eficiente y rentable para curar el hormigón. Su eficiencia se clasifica en función de su capacidad para proporcionar una barrera a la evaporación. Sin embargo, afectarán la unión entre el hormigón y los tratamientos posteriores de la superficie. Los compuestos de curado con frecuencia deben eliminarse antes de la aplicación de productos de revestimiento del hormigón.

Cubiertas de láminas de plástico

Las láminas de plástico u otros materiales similares de baja permeabilidad forman una barrera efectiva contra la pérdida de agua, siempre que se mantengan en su lugar y estén protegidos contra daños. Su efectividad se reduce si no se mantienen en su lugar de una manera segura o si el aire circula debajo de las láminas. Éstas deben colocarse sobre las superficies expuestas del hormigón tan pronto como sea posible hacerlo sin deteriorar el acabado. En las construcciones de losas al aire libre se debe tener cuidado de que el color sea apropiado para las condiciones ambientales. Por ejemplo, las láminas blancas o de colores claros reflejan los rayos del sol, por lo tanto, ayudan a mantener el hormigón relativamente fresco durante el clima cálido. El plástico negro, por otro

lado, absorbe el calor en gran medida y puede causar temperaturas en el hormigón inaceptablemente altas..

CONCLUSIONES

La importancia de un proceso de curado adecuado se conoce bien dentro de la industria de la construcción del hormigón. Sin embargo, muchos problemas de los pavimentos de hormigón pueden atribuirse a un curado inadecuado. Las propiedades de rendimiento del hormigón dependen de un curado adecuado. Los ingenieros y arquitectos deben especificar el método de curado apropiado y el tiempo mínimo de curado. Los supervisores de construcción y los ingenieros de planta deben garantizar que el proceso de curado se ejecute correctamente y deben proporcionar los recursos necesarios para mantener niveles satisfactorios de curado.

Igual que un bebé recién nacido necesita del mayor cuidado para su desarrollo y protección en su nuevo entorno, una losa de hormigón recién colocada requiere protección y cuidado del medio ambiente para que pueda desarrollar completamente sus propiedades. Adoptar estrictamente las buenas prácticas de curado ayudará al hormigón a conseguir las propiedades de resistencia diseñadas, una durabilidad mejorada, una microestructura mejorada y una capacidad de servicio duradera.



THIS IS A FUN FLOOR

CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS

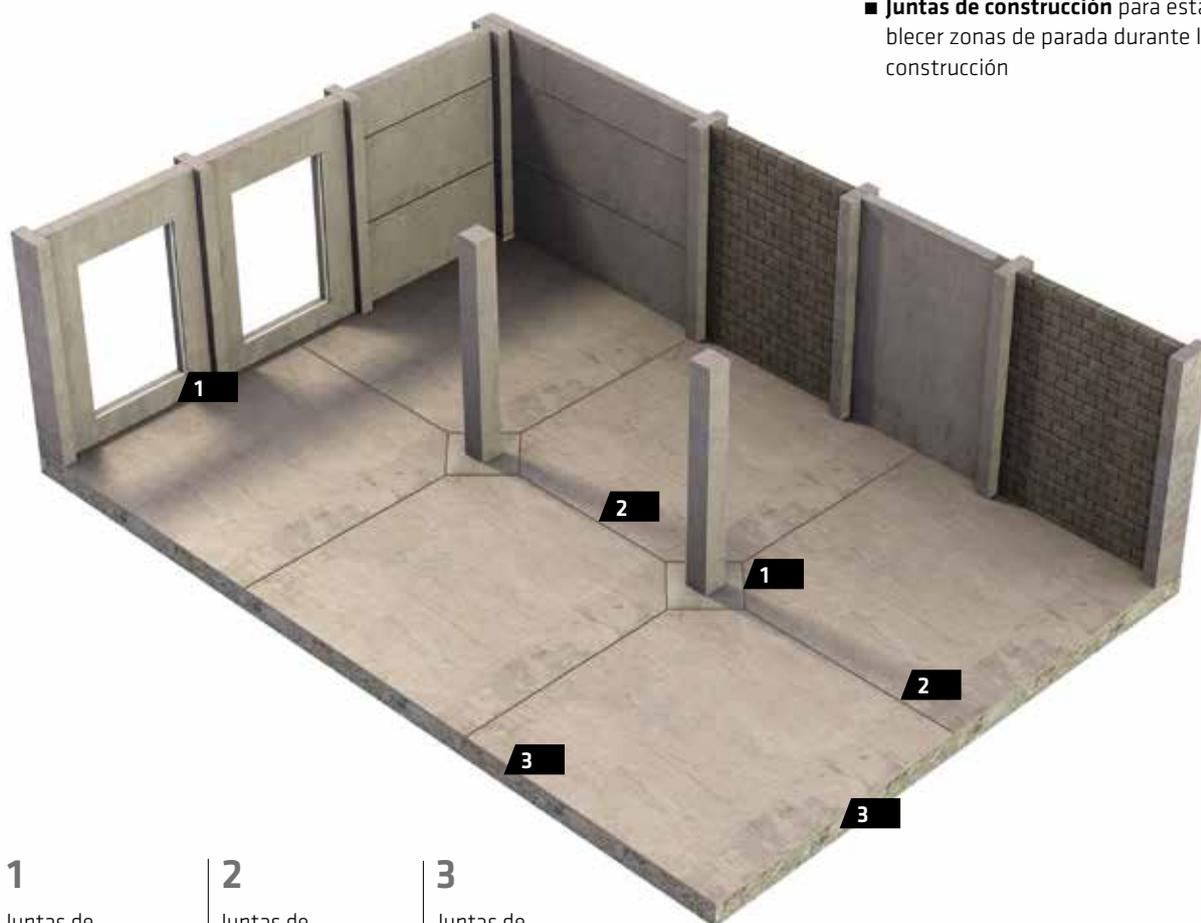
El objetivo de una buena construcción de juntas es permitir el movimiento en la losa de hormigón durante toda su vida útil, evitando la tensión dentro del hormigón que provoca grietas y protegiendo las uniones de daños producidos por el tráfico de las operaciones.

Las juntas de un pavimento de hormigón se diseñan en función del uso previsto y las modalidades de tráfico. Se utilizan tres tipos de juntas:

■ **Juntas de aislamiento** (también llamadas juntas de expansión) para permitir el movimiento previsto entre el pavimento y otras partes fijas del edificio, como columnas, paredes y bases de maquinaria.

■ **Juntas de retracción** (también llamadas juntas de control) para inducir el agrietamiento causado por la retracción del hormigón durante el curado y los cambios ambientales que causan el movimiento del hormigón

■ **Juntas de construcción** para establecer zonas de parada durante la construcción



1
Juntas de
aislamiento

2
Juntas de
retracción

3
Juntas de
construcción



JUNTAS DE AISLAMIENTO

Las juntas de aislamiento del hormigón se usan para separar losas de hormigón de otras partes de la estructura donde se espera el movimiento. Las juntas de aislamiento permiten que los elementos estructurales se muevan independientemente sin dañarse. Las juntas de aislamiento permiten el movimiento diferencial horizontal y vertical entre las caras de apoyo de la losa del pavimento y otras partes del edificio. No hay cuña, enlace o conexión mecánica a través de la junta. Las columnas apoyadas sobre bases separadas se aíslan de la losa del pavimento, ya sea con una junta de aislamiento circular o de forma cuadrada (en forma de diamante) alrededor de la columna. La forma cuadrada se gira para alinear sus esquinas con juntas de retracción y construcción.

Como estas juntas deben mantenerse debido a los posibles movimientos, hay que utilizar sellantes de juntas flexibles para evitar que el agua, el hielo y la suciedad entren en la junta (y en el subsuelo) y para evitar su penetración debajo de la losa. La colocación del sellante es crítica para que éste funcione correctamente. Hay que colocar un perfil dentro de la junta para sostener el sellante y controlar la profundidad

de aplicación. El sellante se instala a una profundidad que corresponde a la mitad del ancho de la junta. Un acabado cóncavo del sellante permite la compresión de la junta.

Cuando existe un tráfico intenso sobre las juntas de aislamiento, hay que poner un puente adecuado para transferir la carga sin restringir el movimiento. Se deben usar sistemas de juntas prefabricados o protectores de borde de acero para soportar el tráfico y evitar el desprendimiento de bordes.



Las juntas de retracción serrada permiten la retracción inicial de la losa de hormigón.

JUNTAS DE RETRACCIÓN

Las juntas de retracción permiten la contracción inicial de la losa de hormigón. En un entorno controlado, se espera que existan pocos movimientos de la junta después de que el hormigón se haya curado. Sin embargo, los cambios grandes de temperatura y humedad crearán movimiento en estas juntas. Cuando se va a usar un pavimento de hormigón que no dispone de un acabado adicional, se recomienda que las juntas de retracción se llenen con una resina semiflexible que soporte el tráfico. Con este material se consigue un sellado de borde a borde y es compatible con el tráfico, lo que evita daños en las juntas.

Las juntas de retracción, para hacer su trabajo, deben permitir que las losas se muevan horizontalmente para liberar las tensiones que se producen durante el proceso de curado. Por el contrario, el movimiento vertical en las juntas casi nunca es deseable. Cuando los dos lados de una junta se mueven hacia arriba y hacia abajo entre sí menos de un milímetro, pueden ocurrir varios problemas, entre ellos: agrietamiento del borde de la articulación, desprendimiento expansivo, daños en las ruedas de los vehículos o en los productos que transportan y riesgos en los desplazamientos.



Solución de juntas de libre movimiento del Grupo Peikko®. TERAJOINT® es un sistema prefabricado de juntas para dejar preparado en la obra, diseñado para construir juntas de libre movimiento, compuesto por bordes de refuerzo de gran resistencia, encofrado permanente y un sistema de transferencia de carga. Es adecuado para todos los métodos de construcción, para pavimentos de hormigón sobre cimentación o sobre pilotes..

El movimiento vertical se manifiesta de dos formas. En un caso uno de los lados de la junta queda permanentemente más alto que el otro debido al proceso de curado o a un asentamiento desigual de la capa sub-base. Esto puede ocurrir poco después de la colocación o presentarse varios años después.

En otros casos, los bordes de la losa parecen nivelados, pero se crea un movimiento vertical cada vez que un vehículo pasa a través de la junta. Cuando un vehículo se acerca a las juntas, empuja el lado más próximo hacia abajo, quedando el lado opuesto hacia arriba de forma que los neumáticos del vehículo golpean el borde.

Los MHE (equipos de manejo de materiales) con neumáticos pequeños y de plástico duro pueden romper el borde de la junta más rápido que los neumáticos blandos. En estas condiciones, las juntas de control deben rellenarse con resinas que soporten el tráfico para evitar daños. El material de relleno semiflexible de epoxi o poliurea se aplica hasta el fondo de la junta de control serrada. En situaciones donde se forma una grieta grande en la base de la junta de contracción, se puede usar arena para evitar la pérdida de material. El exceso de relleno se lija después del curado para proporcionar una superficie nivelada y una protección completa de los bordes..

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas de construcción forman normalmente los bordes del trabajo realizado diariamente. Su ubicación se ajusta al patrón de juntas del pavimento. Lo ideal es que las juntas de aislamiento se puedan

coordinar con las terminaciones de colocación diarias. Cuando no se desea que una junta de construcción sirva como junta de aislamiento, se deben utilizar métodos de transferencia de carga y espigas para evitar el movimiento diferencial en vertical de la losa y el daño potencial a la junta.

TRANSFERENCIA DE CARGAS A TRAVÉS DE JUNTAS

La transferencia de carga positiva es clave para la estabilidad de la junta sometida a una carga e influye directamente en el grado de deterioro o desprendimiento de la junta. La transferencia de carga evita el daño causado por las cargas dinámicas que atraviesan la junta. El sistema ideal de transferencia de carga es aquel que permite que las uniones se abran horizontalmente al tiempo que restringe el movimiento verticalmente.

Hay varios métodos utilizados para la transferencia de carga, como el refuerzo a través de las juntas, cuñas, áridos de entrelazamiento, pasajuntas redondos, fibras y pasajuntas planos. Algunos de ellos proporcionan una transferencia de carga positiva o permiten movimientos laterales entre los paneles de losa, pero muy pocos tienen ambas funcionalidades.

Los pasajuntas redondos son el método más utilizado y ofrecen una transferencia de carga positiva, pero no permiten ningún movimiento en el plano horizontal. Las pasajuntas redondos deben colocarse paralelos a la superficie de la losa y en un ángulo de 90 grados con

respecto a la junta.

Es fundamental que la instalación sea precisa para que el rendimiento sea el adecuado. Los pasajuntas desalineados limitan el movimiento, lo que puede dar lugar a agrietamiento por tensión y retención.

La industria ha desarrollado un sistema combinado de regla y pasajuntas que permite la contracción del hormigón, proporciona un método de encofrado perdido e incorpora el sistema de pasajuntas para la transferencia de carga.

Hay varios diseños de estas "juntas alfa" que comparten estas características:

- Tiras de acero de 10 x 40 mm que forman las aristas de la unión en cada lado de las losas
- Una placa divisoria plana de acero que separa las losas y monta los pasajuntas (barras de transferencia de carga) y los manguitos (cartuchos deslizantes) en la posición correcta.
- El sistema de transferencia de carga (pasajuntas y manguitos) son placas individuales y separadas, a diferencia de las barras redondas o de acero; no hay placas continuas, ya que tienen un rendimiento deficiente y no se recomiendan (consultar Concrete Society TR34).
- Varillas en zigzag, inclinadas hacia abajo y generalmente soldadas directamente a las tiras de acero superiores de 40 x 10 mm.
- Fijaciones de plástico o nailon, que se separan a medida que las losas se encogen y aumenta el espacio de la junta.

GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS

FISURAS

Todas las aplicaciones de juntas tratadas aquí están destinadas a prevenir fisuras y daños en el hormigón. Desafortunadamente, muchas veces las fisuras se desarrollan en el hormigón debido a estrés o incidentes aislados. Las fisuras en el hormigón son juntas involuntarias. En las losas de hormigón bien diseñadas, estas fisuras generan normalmente separaciones horizontales, pero el movimiento vertical también puede ocurrir debido al alabeo o al apoyo deficiente. Todas las fisuras deben tratarse para evitar daños adicionales. En las áreas de tráfico, las fisuras se canalizan y nivelan si es necesario para proporcionar una buena superficie de unión. Luego se rellenan con sellantes de juntas epoxi o poliurea semiflexibles similares a los utilizados en el tratamiento de las juntas de control.

CÓMO CONTROLAR LA FISURACIÓN

Una idea equivocada muy generalizada es que la armadura de acero dentro de la losa evita las fisuras. De hecho, la armadura puede inducir una tensión de retención durante la contracción normal del hormigón y, por lo tanto, puede inducir el agrietamiento. Es cierto que si la armadura está diseñada correctamente (dimensionado y espaciado), colocado con precisión y bien apoyado durante la colocación del hormigón, mantendrá las fisuras bien cerradas y las fisuras resultantes no se convertirán en un problema de servicio.

En general, hay dos opciones para controlar las fisuras en losas sobre suelo:

- Controlar la ubicación de las fisuras instalando juntas de retracción; el ancho de las fisuras variará según el grado de contracción del hormigón y el número de las juntas colocadas
- Utilizar armaduras para minimizar el ancho de la grieta, aunque la armadura no controla la ubicación de la grieta.

En la primera opción, la junta de retracción serrada debilita la losa y estimula la formación de fisuras dentro de la junta. El ancho de las juntas de retracción o las fisuras en

la junta se controlan mediante el espaciado de las juntas y la retracción del hormigón. Cuanto mayor sea el espaciado de la junta y cuanto más se contraiga el hormigón, mayor será el ancho de la junta.

La segunda opción permite que la losa se agriete al azar, pero con las barras de refuerzo de acero o fibras se puede controlar y limitar el ancho de la grieta.

Por lo tanto, la mejor forma de trabajar es utilizar ambos métodos para minimizar y controlar el agrietamiento. Sin embargo, demasiado refuerzo restringirá el movimiento en la junta de retracción. Si las juntas de retracción no se agrietan y no se abren debido al refuerzo, aumentará el riesgo de agrietamiento aleatorio o fuera de la junta.

ARMADURAS

Las barras de refuerzo de acero o la malla de alambre soldada deben colocarse en el tercio superior del grosor de la losa debido a que las fisuras por contracción y temperatura se originan en la superficie de la losa. Las juntas de retracción serradas se suelen cortar a una profundidad del 25% del espesor de la losa, la armadura debe colocarse por debajo de este nivel para evitar su corte. La recomendación típica en la industria es colocar el acero a aproximadamente 5 cm por debajo de la superficie o dentro del tercio superior del espesor de la losa, lo que esté más cerca de la superficie.

Las fibras de acero, nylon o polipropileno dispersas en el hormigón, son otra posibilidad para evitar el agrietamiento descontrolado. Las fibras redistribuyen las tensiones que se producen durante la contracción del hormigón. Las fibras forman un puente sobre las fisuras que aparecen en el hormigón, lo que proporciona un grado de transferencia de carga posterior al agrietamiento y ayuda a evitar que las micro fisuras se conviertan en macro fisuras. Las fibras dentro del hormigón aumentan la dureza y la resistencia a las cargas de impacto y fatiga, mejoran la resistencia al choque térmico y pueden mejorar también la resistencia a la abrasión de la superficie de la losa.

- Las juntas de aislamiento vienen determinadas por el movimiento previsto dentro de un edificio y se diseñan en la losa de hormigón para permitir el diferente movimiento que se produce de forma continua entre los elementos estructurales.
- Cuando las juntas de aislamiento están dentro de las zonas de tráfico, se deben usar ensamblajes de juntas prefabricados para salvar la transferencia de carga y proteger el hormigón contra daños.
- Las juntas de aislamiento que no tienen que soportar el tráfico se rellenan con un sellador altamente flexible para mantener la integridad del espacio por encima y por debajo de la losa.
- Las juntas de contracción (control) son fisuras planificadas que permiten los movimientos causados por los cambios de temperatura y la contracción por secado.
- Hacer las juntas con la sierra (radial) tan pronto como el hormigón sea lo suficientemente duro de manera que los bordes del corte no se deterioren con la hoja de sierra.
- Las juntas de retracción deben cortarse inicialmente con un ancho de 3 mm y a un 25% del espesor de la losa para que funcionen correctamente.
- Espacie las juntas adecuadamente. El espaciado entre las juntas no debe ser superior a 24 veces el espesor de la losa y no deben colocarse a más de 6 metros de distancia.
- Forma del panel. Evite las formas del panel que excedan las proporciones de 1.5 a 1.
- Evite las esquinas entrantes (interiores) sin juntas asociadas. Esto no siempre es posible, pero la planificación de la disposición de las juntas a veces puede eliminar las esquinas entrantes.
- Utilice el sistema de transferencia de carga adecuado.
- Planifique e incluya detalles de refuerzo y colocación de juntas en el diseño del pavimento.
- En áreas de tráfico, proteja los bordes de las juntas con sistemas de perfiles de juntas adecuados.



INDUSTRIA DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN – EL PAQUETE SIKA

Una instalación de pavimento de hormigón bien realizada depende de varias variables. Ante todo, el diseño debe satisfacer las necesidades del propietario y los requisitos de rendimiento de la aplicación. El proceso de instalación se puede dividir en distintas fases que incluyen la construcción de la base y la subbase, el diseño de la mezcla de hormigón y la armadura, el acabado de superficies, el curado y la colocación de juntas.

Cada uno de estas fases, por separado y en conjunto, influyen en la durabilidad y la funcionalidad del pavimento final. La ejecución de la especificación, la mano de obra y el control de calidad durante el proceso de construcción aseguran el éxito de la instalación de pavimentos de hormigón. ¿Cómo puede Sika contribuir a la construcción de pavimentos de hormigón de primera clase? Sika es una compañía global que lidera el avance de la ciencia de la construcción a través del desarrollo de componentes y productos químicos para la construcción. Nuestro equipo de soporte en todo el mundo ofrece un paquete de servicios completo con productos recomendados y tecnología para la construcción de pavimentos de hormigón de primera clase. Sika ofrece consultoría, formación y ayuda

a los propietarios, diseñadores y contratistas en las diferentes fases del proyecto.

OBTENER EL HORMIGÓN ADECUADO

El primer paso es optimizar el hormigón para que cumpla con las condiciones de instalación, los plazos y las propiedades de rendimiento. El diseño de la mezcla se modifica en función del tipo de cemento y áridos locales incorporando la tecnología de superplastificantes, e.g Sikament®, para lograr manejabilidad de colocación y resistencia a la compresión mientras se mantiene una baja proporción de agua/ cemento. La retracción se minimiza utilizando aditivos expansivos o de compensación de la retracción para reducir los riesgos de fisuración y curado. Las fibras de acero o polipropileno de Sikafiber® proporcionan refuerzo del

hormigón en toda la losa para minimizar la colocación de juntas y la posibilidad de fisuración.

JUNTAS REFORZADAS Y

Sin juntas adecuadas, las losas podrían curvarse y agrietarse al azar. Estas grietas estarían sujetas a fallas y desconchados bajo el tráfico rodado y podrían convertirse en un problema de mantenimiento. Para que las juntas de construcción funcionen correctamente, debe haber una transferencia de carga adecuada para que las cargas dinámicas puedan atravesarlas sin causar fallas o impactos en los bordes de las juntas. Los sistemas de unión Sika refuerzan y protegen las juntas de construcción, reducen las desigualdades y evitan el desplazamiento vertical con una excelente transferencia de carga.

ENDURECEDORES SUPERFICIALES

El hormigón, por sí mismo, tiene limitaciones en términos de polvo, porosidad, sustancias químicas, abrasión, resistencia al impacto y estética. Con el fin de mejorar drásticamente la vida útil de un pavimento de hormigón, se le puede endurecer o “blindar”, además de agregarle color y vivacidad. Los endurecedores de superficie

pueden ser un compuesto químico líquido o un polvo seco. Los endurecedores líquidos Sikafloor® CureHard impregnan la superficie y reaccionan químicamente con los componentes del hormigón y mejoran las propiedades. Los endurecedores en polvo se aplican al hormigón nuevo y húmedo para formar una capa "blindada" monolítica en la superficie, de unos 2-3 mm de espesor. Sika tiene una gama completa de endurecedores –en polvo, desde el económico agregado mineral Sikafloor®-3 QuartzTop, hasta el metálico de alto rendimiento Sikafloor®-1 MetalTop.

SOLUCIONES DE CURADO

Un hormigón que ha sido curado correctamente aumenta la dureza de la superficie y la resistencia a la abrasión al tiempo que reduce la permeabilidad de la superficie, el agrietamiento, la emisión de polvo y la eflorescencia. Los métodos de curado se pueden dividir en dos métodos: curado en húmedo o espolvoreado de compuestos de curado. El curado en húmedo mantiene la superficie hidratada utilizando láminas de plástico, arpillera húmeda o mantas de curado especiales de alto rendimiento, por ejemplo, Sika® UltraCure NCF™, para minimizar la evaporación. Los compuestos de curado en polvo se aplican espolvoreándolos en la superficie del hormigón terminado para formar una membrana que reduce la evaporación y facilita la correcta hidratación del hormigón. Los acabados del hormigón con endurecedores en polvo generalmente utilizan compuestos de curado Sikafloor® ProSeal.

TRATAMIENTO DE JUNTAS DE AISLAMIENTO Y RETRACCIÓN

Las juntas de retracción e incluso las fisuras que se encuentran a la vista deben rellenarse con materiales que den soporte a los bordes y eviten que la suciedad entre en la junta. Los selladores de junta flexibles, de epoxi y poliurea, fabricados por Sika protegen los bordes de las juntas al tiempo que ofrecen soporte para el tránsito rodado.

Las juntas de aislamiento requieren un mayor grado de movimiento que las juntas de contracción. El sellador de juntas elásticas Sikaflex® Pro 3 se puede utilizar para sellar las juntas del pavimento. En áreas con mucho tráfico, el panel de juntas Sika® FloorJoint proporciona un sistema integrado para permitir un tránsito sobre las juntas suave y sin vibraciones.

PROTECCION DEL PAVIMENTO

La propia construcción de un pavimento de hormigón y el tráfico que se produce en el mismo antes de que entre en servicio suele ser más agresivo y perjudicial que la exposición a las operaciones reales. Para evitar el daño antes de la "apertura" del pavimento, Sika recomienda el uso de un sistema de planchas de protección del pavimento, por ejemplo, Sika® EZcover, que también se puede utilizar en combinación con el sistema de curado de mantas húmedas Sika.

REVESTIMIENTOS DE ALTAS PRESTACIONES

En muchos entornos operativos, un hormigón o un acabado cementoso simple no es lo suficientemente resistente a

las tensiones mecánicas o exposiciones químicas que se puedan presentar.

Los sistemas de revestimiento de pavimentos de alto rendimiento a base de resina protegerán el hormigón y mejorarán el rendimiento del pavimento. Sika tiene una gama completa de productos para pavimentos continuos de resinas. La familia de sistemas de pavimentos de Sika, que incluye Sikafloor® Multidur®, Sikafloor® MultiFlex, Sikafloor® Pronto y Sikafloor® PurCem®, ofrece soluciones para áreas de servicio que requieren sistemas altamente robustos y resistentes o donde se prefiere un suelo más decorativo y resistente. Estas soluciones de líquidos aplicados sin uniones son ideales para una amplia variedad de aplicaciones.

SERVICIO SIKA

El paquete completo de soluciones para pavimentos de Sika cubre el espectro completo de necesidades de productos para la construcción de pavimentos industriales de hormigón. El paquete se entrega con la colaboración de profesionales altamente capacitados y experimentados de Sika que ofrecen una gama de servicios de valor añadido y apoyo a arquitectos, diseñadores, propietarios y contratistas en todas las fases del proyecto.

El personal experto de Sika está disponible para asistir en las reuniones de diseño, recomendando las especificaciones y la selección de productos. Los técnicos de Sika apoyan al equipo de instalación con formación sobre el producto e instrucciones previas a la instalación para evitar problemas y lograr resultados de calidad. A veces puede ser beneficioso hacer un pavimento de muestra o una zona de prueba para confirmar que las expectativas y el pavimento final coinciden. Antes de que comience el proyecto, Sika recomienda asistir a una reunión previa al trabajo con el propietario, el arquitecto, los contratistas, los ingenieros, el representante de Sika y otras partes involucradas para el proyecto del pavimento. La reunión previa al trabajo tiene como objetivo detallar las especificaciones de instalación, aclarar cualquier problema y responder las preguntas que surjan con el fin de conseguir un pavimento de primera clase.





VISION GLOBAL DE SIKA PARA LOSAS DE HORMIGON NUEVAS

| Función del producto | Uso del producto | Producto | Ejemplo de producto Sika* | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| Sistemas de juntas de transferencia de carga | Perfiles de juntas | | Sikafloor®-2 Seam AM | |
| | Sistemas de pasajuntas | Manguitos en placa | Sika® Speed Plate | |
| | | Sellador de huecos en pavimentos | Sika® G-Seal | |
| | | Perfiles de solera | Sika® Laser Form Sika® | |
| | | Pasajuntas | | Speed Load Sika® |
| | | | | Speed Dowel |
| Hormigón | Aditivos del hormigón | Reductor de agua | SikaMent® | |
| Refuerzo de losas y soleras | Refuerzo de losas | Macrofibras PP | SikaFiber® Force | |
| | Refuerzo de soleras | Microfibras PP | SikaFiber® | |
| | Refuerzo de losas | Fibras de acero | SikaFiber® FE | |
| Endurecedores superficiales | Endurecedores en polvo | Agregado de cuarzo | Sikafloor®-3 QuartzTop | |
| | | Agregado sintético | Sikafloor®-2 SynTop | |
| | | Agregado metálico | Sikafloor®-1 MetalTop | |
| | Endurecedores de soleras | Agregado de cuarzo | Sikafoor®-1+ CorCrete | |
| | | Agregado sintético | Sikafoor®-2+ CorCrete | |
| | | Agregado metálico | Sikafoor®-3+ CorCrete | |
| | Endurecedores líquidos | | Sika® CureHard Li | |
| | | | Sika® CureHard-24 | |
| | Curado | Agentes de curado | Agentes de curado de aplicación líquida | Sikafloor® ProSeal-22 |
| Sikafloor® ProSeal W | | | | |
| Mantas de curado | | Mantas de curado | Sika® UltraCure DOT | |
| | | | Sika® UltraCure NCF | |
| Protección del pavimento | Planchas de protección del suelo | | Sika® Ezcover | |
| Juntas | Juntas de movimiento | Panel de juntas | Sika® FloorJoint S | |
| | Selladores de juntas | Sellador PU | Sikaflex® Pro 3 | |
| | Perfiles de soporte | | Sika® Backing Rod | |

* Por favor consulte al representante de Sika local para más detalles y disponibilidad del producto



CALIDAD Y RENDIMIENTO PROBADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Con más de 20 años de experiencia en la industria del hormigón, Techfloor s.r.o. se ha convertido en el especialista líder en la fabricación de pavimentos industriales de alta calidad en la República Checa.

Techfloor ofrece soluciones completas de pavimentos industriales para diferentes sistemas de pavimentos: pavimentos de hormigón, sistemas de epoxi y poliuretano y sistemas especiales para instalaciones de alimentos y bebidas.

El equipo de Tech Tech de 130 profesionales con experiencia y totalmente cualificados instala más de 1 millón de m² de pavimentos cada año.

Techfloor se ha especializado en la construcción de pavimentos de hormigón compuestos de alta calidad. Las losas del suelo son uno de los elementos

más importantes en la construcción de edificios comerciales e industriales modernos. La experiencia de la empresa proporciona a sus clientes el paquete completo de diseño del hormigón, colocación y acabado.

La compañía opera no solo en la República Checa, sino que también cubre una amplia área geográfica que incluye Dinamarca, Eslovaquia, Polonia, Suecia, Rusia, Ucrania y el Reino Unido. La empresa está totalmente equipada y organizada para grandes proyectos como Amazon, República Checa (100.000 m²); Volkswagon, Eslovaquia (80.000 m²); y Škoda, Mladá Boleslav, República

Checa (300.000 m²). Techfloor tiene una capacidad demostrada para realizar reuniones de instalación, instalaciones rápidas y plazos de ejecución cortos. La superficie media diaria terminada es de unos 3.000 m²

El director del área de hormigón, **Sr. Jiri Buksa**, ha comentado lo siguiente acerca de las nuevas tendencias en el negocio de pavimentos:

“Hoy en día se ve una tendencia a simplificar los proyectos de pavimentos y la solución de materiales. Los plazos son mucho más ajustados que hace 10 años. Por otro lado, hay más inversores que buscan no solo las propiedades técnicas de los pavimentos, sino que también se preocupan por el aspecto y el diseño de la superficie. Las personas también están mucho más interesadas en la seguridad del material y su bajo impacto en la salud y el medio ambiente.

En el segmento de pavimentos industriales de hormigón, el sistema de pavimentos continuos se ha empleado cada vez más en los últimos años, limitando así el número de juntas en el pavimento como fuente de posibles fallos. Para nuestra empresa, esto implica conocer bien las diferentes áreas de la industria de la construcción y mejorar de forma continua nuestras habilidades de gestión y aplicación. Nosotros preferimos trabajar solo con socios fiables para eliminar posibles problemas o reclamaciones. Nosotros consideramos que la fiabilidad, la competencia y el trato cercano con nuestros clientes es la base de nuestro potencial para el desarrollo de la compañía en los próximos años". La compañía ha estado trabajando con Sika desde principios de 2010.

Mr. Jiri Buksa: "Realmente aprecio nuestra cooperación a largo plazo con Sika. La producción de productos de alto rendimiento y seguridad no es la única razón para que cooperemos. Tenemos que concentrarnos en nuevos materiales, lo que nos ayuda a disminuir el tiempo de instalación del pavimento. Sika también nos brinda excelentes servicios de soporte que son necesarios en todas las fases de nuestros proyectos. Muchas veces nos han ayudado a ofrecer una solución especial para satisfacer la demanda del cliente.

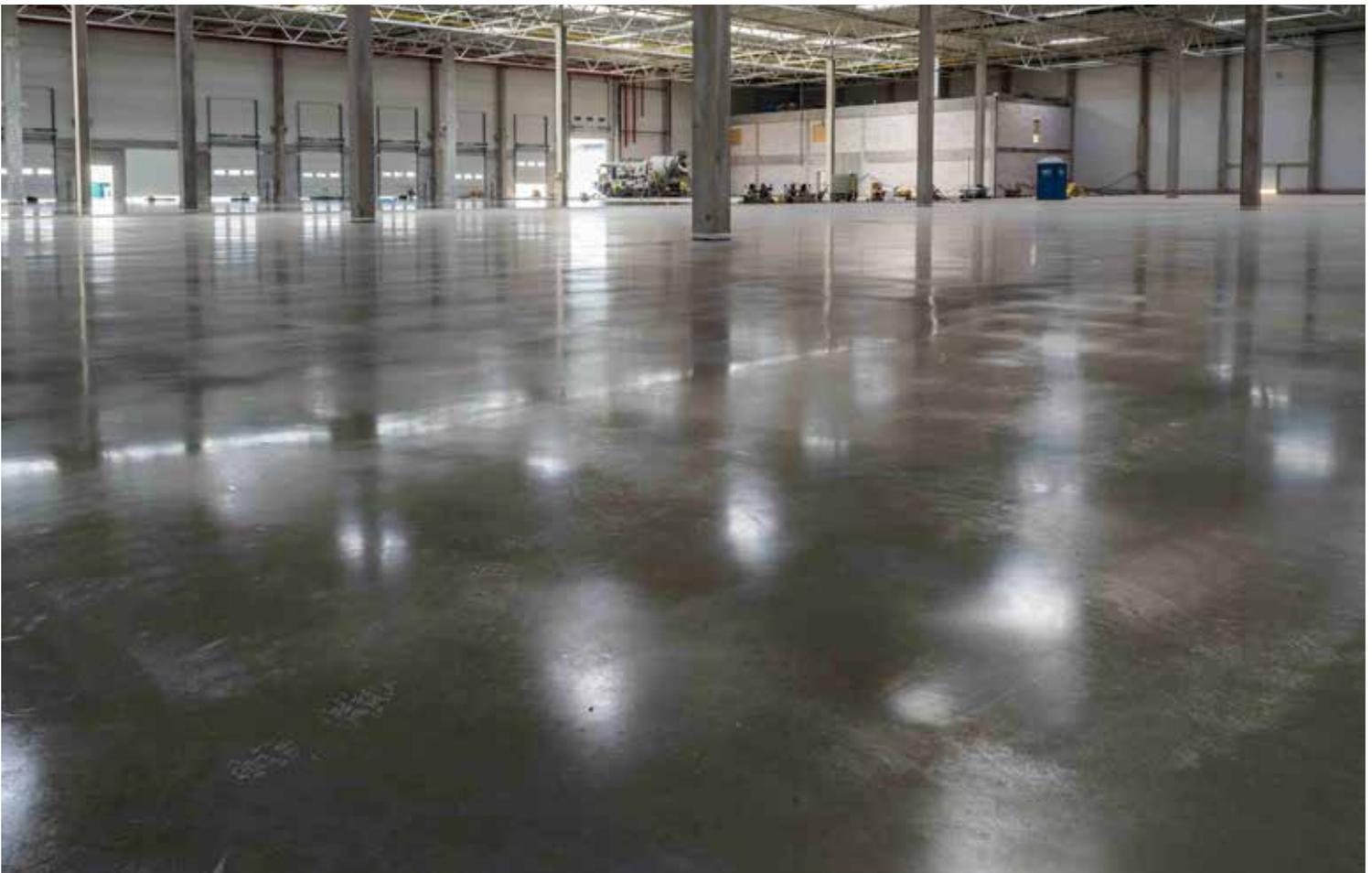
Nos ayudan a tener éxito y nos apoyan si algo sale mal. Nuestra cooperación se basa en la confianza y una fuerte relación personal".

Jiri Buksa

Director de la División de Pavimentos de Hormigón Techfloor s.r.o.

"Le hemos dado ideas de las oportunidades que existen en pavimentos industriales.

Por supuesto, nuestro trabajo no termina aquí sino que comienza en este momento. Un proyecto de construcción de éxito no consiste solo en un trabajo de primera clase, sino también en un servicio completo, un proceso de construcción sin problemas y un cliente satisfecho. Le ayudamos a elegir un pavimento óptimo, pero también la forma más eficiente de realizarlo para que cumpla con sus necesidades y expectativas técnicas, financieras y organizativas".



Superficie de un pavimento de hormigón deslaminado



DEFECTOS COMUNES EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN – CAUSAS Y CÓMO EVITARLOS

Los daños en los pavimentos son unos de los defectos más comunes dentro de los edificios industriales. Algunos de estos problemas pueden producirse debido a las operaciones normales de la instalación o también por unas condiciones de uso extraordinarias. Otros defectos pueden originarse a partir de errores de diseño y construcción. El conocimiento y el diagnóstico de los problemas en los pavimentos de hormigón es complejo y variado debido a los diferentes tipos de hormigón y acabados, las distintas condiciones de instalación, las exposiciones y las tensiones de utilización, lo que da lugar a una amplia variedad de síntomas de estos daños. Hay una predisposición a considerar que la mayoría de los defectos son el resultado de una mano de obra deficiente durante la instalación. Sin embargo, muy a menudo la raíz del problema se puede encontrar mucho antes de que comience la colocación del hormigón en el sitio, por ejemplo por hacer una selección inadecuada de materiales, incluido el diseño de la mezcla, o por disponer de una base inadecuada y un entorno mal controlado.

Antes de iniciar cualquier medida correctora, es crucial diagnosticar las causas y, por lo tanto, entender la razón básica del problema. Este artículo analiza principalmente algunos de los defectos más comunes que se encuentran en los pavimentos industriales de hormigón, pero muchas de las observaciones y recomendaciones que aquí se indican se pueden aplicar a soleras industriales y a acabados similares no monolíticos.

DESLAMINACIÓN DEL HORMIGÓN

La deslaminación de la superficie se produce generalmente cuando la superficie del hormigón se cierra demasiado pronto. Esto puede suceder cuando el aire o el agua de exudado quedan atrapados debajo de la superficie que es más densa. Cuando se usan endurecedores de pavimento en polvo, la delaminación puede surgir si existe una cantidad de agua suficiente como para hidratar completamente la capa final y, por lo tanto, se produce una mala unión entre el hormigón de la base y la capa endurecida. Para evitar problemas de deslaminación, es fundamental realizar una evaluación adecuada de las características de sangrado

o exudado del hormigón en las condiciones ambientales en las que se coloca el pavimento.

Por ejemplo, en unas condiciones con exceso de viento seco, es más difícil determinar cuándo el hormigón ha fraguado lo suficiente y si se ha liberado el agua de sangrado.

La aplicación de endurecedores en polvo requiere una cierta cantidad de agua de sangrado para asegurar una hidratación completa. Sin embargo, el tiempo de aplicación del revestimiento es crítico; el exceso de agua puede causar deslaminación, especialmente si se retrasa la operación de acabado. Por otro lado, la deslaminación puede ocurrir si el hormigón ha alcanzado su fraguado inicial antes de que el endurecedor en polvo se haya hidratado completamente.

El uso de mezclas de hormigón con aire incorporado reduce la velocidad de sangrado. Cuando se realiza un fratasado en una losa de hormigón con aire incorporado, la superficie se cierra más fácil y rápidamente. Esta es una condición ideal para la deslaminación. El contenido de aire del hormigón debe estar por debajo

del 3% para todos los procesos realizados con endurecedores en polvo. La mezclas de hormigón con aire incorporado no deberían especificarse para pavimentos de hormigón para interiores. Además, el uso de materiales cementosos suplementarios, como cenizas, escoria y microsílíce puede causar un sangrado tardío y no se recomienda su uso con un endurecedor en polvo.

FORMACIÓN DE AMPOLLAS

La industria está familiarizada con la formación de ampollas en los acabados de revestimientos de pavimentos impermeables causados por el movimiento de humedad del hormigón. ¿Por qué el hormigón por sí mismo, que es un sustrato permeable a la humedad, presenta problemas de ampollas? Las ampollas en el hormigón son huecos, pequeñas protuberancias en la superficie del hormigón, de un tamaño medio de 25 mm de diámetro o incluso más. Son huecos presentes debajo de una densa capa de mortero fratasado de aproximadamente 3 mm de espesor y pueden moverse alrededor de la superficie durante la aplicación de la alisadora. Las ampollas se forman en la superficie

del hormigón fresco cuando las burbujas de aire incorporado o el agua de exudado migran a través del hormigón y quedan atrapadas bajo la superficie más densa, que se ha "sellado" prematuramente durante las operaciones de acabado.

Uno o una combinación de factores puede hacer que se formen ampollas: el exceso de viento que hace disminuir la humedad de la superficie, las mezclas de hormigón viscosas, la escasa cantidad de agua de sangrado debido al aire incorporado; una sub-base que esté más fría que el hormigón; una mezcla viscosa que contenga un exceso de finos que sellen la superficie rápidamente, el trabajo excesivo en la superficie para producir los acabados deseados, el acabado del hormigón demasiado pronto, a mano o en máquina, el uso indebido de herramientas o la aplicación de endurecedores en polvo de forma prematura. Las losas y las capas de hormigón más gruesas colocadas directamente sobre membranas bajo losa requieren más tiempo para que el agua de exudado suba a la superficie y pueden aparecer ampollas si el acabado de la losa se realiza demasiado pronto.

Las ampollas pueden evitarse dando tiempo para que el aire y el agua de sangrado se escapen antes de que la superficie esté sellada. Proteger la superficie del hormigón del viento excesivo ayuda a proteger ésta de un secado prematuro y de la evaporación.

FORMACIÓN DE POLVO

La formación de polvo es el desarrollo de un material pulverulento en la superficie del hormigón endurecido. El polvo es un fenómeno que aparece en la superficie del hormigón cuando hay un exceso de pasta cementosa. La característica típica del polvo es una baja resistencia a la abrasión de la superficie que se raya y se pulveriza fácilmente. El polvo puede ser el resultado de un curado deficiente o una alta proporción de agua cemento, especialmente en la superficie. Las razones principales que llevan a la formación de polvo son un control deficiente del entorno de colocación, un diseño de mezcla inadecuado o una mala mano de obra. El exceso de agua aplicada a la superficie durante las operaciones de alisamiento y acabado generalmente darán lugar a polvo. Otra causa de polvo es el enfriamiento leve de la superficie durante el proceso de curado.

El polvo se puede evitar usando una mezcla de hormigón con una baja relación de agua/ cemento, usando aditivos reductores de agua si es necesario, y realizando las operaciones de acabado en un ambiente libre de viento y luz solar directa. El técnico de acabado no debería rociar nunca cemento adicional en la superficie para absorber el agua libre. El exceso de agua de sangrado debe

ser eliminado. El curado debe comenzar inmediatamente después del acabado utilizando compuestos de curado o curado en húmedo durante un mínimo de 3 a 7 días.

FISURAS

Las fisuras de cuarteo son grietas superficiales muy finas, que se asemejan a la tela de araña o al vidrio roto. A menudo, este patrón de fisuración no es visible hasta que el pavimento de hormigón se ha mojado y comienza a secarse. Pueden aparecer en cualquier losa de hormigón cuando la superficie pierde humedad demasiado rápido. Por lo general, el cuarteo no afecta la resistencia frente a la abrasión u otras propiedades de desgaste de las losas fratasadas; Sin embargo, puede ser un problema estético y de mantenimiento para el propietario.

Los fenómenos de cuarteo aumentan significativamente si la losa está expuesta a fuertes vientos durante las primeras etapas del período de curado. Las losas fratasadas con acero endurecido forman fisuras, con frecuencia, por la retracción de la superficie que es más densa y concentrada. Cualquier operación de acabado que origine una capa de pasta con exceso de cemento en la superficie del hormigón es susceptible de fisurarse por cuarteo.



Defectos en la superficie debidos a un mal acabado.



Los productos químicos agresivos degradan el hormigón. La imagen muestra el ataque por cloro de sales de deshielo.



No todas las grietas son del mismo tipo. Antes de iniciar cualquier medida correctora es preciso conocer las causas de las grietas.

Otro tipo de fisuración superficial es el agrietamiento por retracción plástica. Las fisuras por retracción plástica aparecen en la superficie del hormigón fresco poco después de que se haya colocado y mientras aún es plástico. Por lo general, las fisuras son paralelas entre sí, situadas a unos 30 a 90 cm de distancia y generalmente no alcanzan el perímetro de la losa. Las fisuras de retracción plástica se producen por una rápida pérdida de agua de la superficie del hormigón antes de que éste fragüe. Hay un momento crítico cuando la velocidad de evaporación de la humedad de la superficie excede la velocidad a la que el agua de sangrado puede reemplazarla, por ejemplo, en condiciones de alta velocidad del viento, baja humedad relativa y altas temperaturas ambientales. La forma mejor y más fácil de evitar la fisuración plástica es facilitar un entorno de colocación controlado y garantizar que el hormigón se coloque y se realice el acabado rápidamente. Las fisuras más amplias, que pueden partir la losa, pueden ser causadas por varios factores, entre ellos: movimientos térmicos, retracción por secado, carga por encima de la capacidad de la losa, y una combinación de retracción y condiciones de carga

No todas las fisuras son del mismo tipo. Antes de iniciar cualquier medida correctora es preciso conocer las causas de las grietas.

La retracción por secado puede ocurrir durante meses e incluso años. La retracción, en un "hormigón normal" es inevitable, pero el agrietamiento es el resultado de un exceso de tensión dentro de la losa. La formación de fisuras durante el curado inicial se puede minimizar mediante la especificación y la construcción de la sub-base, de modo que se permita que la losa se mueva libremente a medida que se contrae durante el curado.

Las características de retracción del hormigón deben tenerse en cuenta al diseñar la separación de las juntas y al determinar el tipo y la cantidad de refuerzo necesario para controlar la tensión producida durante el curado.

DECOLORACIÓN DE LA SUPERFICIE Y EFLORESCENCIA

La decoloración de la superficie, los defectos de la superficie y los numerosos tipos de "marcas de fratasado" están relacionadas principalmente con un acabado deficiente del hormigón, una mano de obra deficiente o unas malas condiciones de trabajo.

La decoloración de la superficie aparece cuando el color cambia en grandes áreas del hormigón, cuando hay manchas claras u oscuras en la superficie, o cuando salen al principio manchas claras eflorescencia.

Los factores que influyen en la decoloración pueden ser álcalis o sales de cemento, superficies fratasadas no uniformes, curado inadecuado o inapropiado, un sustrato húmedo, una variación de la relación de agua a cemento en la superficie y cambios en la mezcla de hormigón entre lotes. Las aplicaciones con colorantes en polvo mostrarán un acabado de color desigual si la calidad y el fraguado del hormigón es inconsistente. Una aplicación con endurecedores en polvo puede dar lugar a una superficie de hormigón desigual. Es importante aplicar el material de manera uniforme y con la dosificación adecuada. La decoloración por estas causas aparece poco después de colocar el hormigón.

La decoloración puede ocurrir en etapas posteriores como resultado de cualquier coloración atmosférica u orgánica o simplemente porque el hormigón está sucio.

La eflorescencia es un depósito de polvo, generalmente de color blanco, que se desarrolla de forma ocasional en la superficie del hormigón, a menudo justo después de que se termina el pavimento. Es causada por una combinación de circunstancias: las sales solubles dentro del hormigón se disuelven y migran a la superficie. El agua se evapora dejando el depósito de sal. Todos los materiales de hormigón son susceptibles a la eflorescencia, lo cual resulta poco atractivo, pero generalmente



Reparación de una grieta sin movimiento. Una vez abierta la grieta es rellenada e inyectada usando resinas epoxi Sikadur®-52 o Sikafloor®-156 .

ANTES DE INICIAR CUALQUIER MEDIDA CORRECTORA, ES FUNDAMENTAL DIAGNOSTICAR LAS CAUSAS Y ENTONCES COMPRENDER LA VERDADERA NATURALEZA DEL PROBLEMA.

es inocuo y se elimina fácilmente.

ALABEO

El alabeo es la distorsión de una losa adoptando una forma curva doblando los bordes hacia arriba o hacia abajo . Esto sucede principalmente debido a las diferencias en la humedad y / o la temperatura entre las superficies superior e inferior de una losa de hormigón. La distorsión puede levantar los bordes o la mitad de la losa desde la base, dejando una parte sin soporte. La sección de losa puede agrietarse cuando se aplican cargas que exceden su capacidad. Los bordes de la losa pueden desprenderse o astillarse a causa del tráfico cuando los bordes de la losa están doblados hacia arriba. Esto suele ocurrir en losas internas. La causa más común del alabeo es porque la superficie superior de la losa se seca y se contrae más rápidamente con respecto a la parte inferior de la losa, lo que provoca un curvado hacia arriba de los bordes de la losa. Lo más probable es que esto esté relacionado con un curado deficiente y un secado rápido, pero también puede ocurrir en losas con sangrado excesivo. El sangrado se acentúa en las losas colocadas directamente sobre las membranas bajo losa o cuando se aplican revestimientos en la losa. Las losas delgadas y con juntas

muy distanciadas son más susceptibles a curvarse. El otro factor que puede causar el alabeo es la diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior de la losa, p. ej. en una noche fría, la superficie de hormigón se enfría y se contrae en relación con la superficie del fondo en contacto con un subsuelo más cálido. Los métodos que se recomiendan para evitar el alabeo de la losa son los siguientes: minimizar la retracción por secado, evitar el uso de membranas bajo losa (cuando no se utilizan acabados de pisos sensibles a la humedad), instalar juntas de retracción a una distancia no superior a 24 veces el espesor de la losa, especificar losas más gruesas, aislar el hormigón cuando baje la temperatura, utilizar refuerzos de losa correctamente diseñados y colocados, y dispositivos de transferencia de carga a lo largo de las juntas de construcción.

DAÑOS EN JUNTAS

Generalmente el daño en las juntas se considera un asunto importante que preocupa a los usuarios finales. La causa directa de la mayoría de los daños en las juntas es la carga dinámica y el impacto en las juntas de tráfico. La causa subyacente es una junta de construcción mal diseñada o construida que es incapaz de admitir estas

tensiones. En tal caso, los bordes de las juntas se agrietan y se desprenden.

Las juntas de aislamiento y las juntas de retracción pueden sufrir una apertura excesiva de las mismas . La razón puede ser el resultado de una alta retracción del hormigón, un espaciado excesivamente grande de la junta o una retención inesperada de la junta. En zonas donde las juntas de construcción soportan mucho tráfico, la mano de obra es importante para asegurar que la superficie esté plana y nivelada a lo largo de la junta, que el hormigón esté bien compactado y acabado, y que los pasajuntas u otros mecanismos de transferencia de carga estén correctamente diseñados y colocados. La existencia de separaciones amplias en las juntas obligan a los bordes a soportar los impactos del tráfico. Las juntas de aislamiento se pueden diseñar con bordes reforzados o diseñar sistemas completos de juntas prefabricadas. Las juntas de retracción pueden rellenarse con materiales semi-flexibles para soportar el tráfico.

La desviación horizontal de una junta provocará daños en la junta, presentará un problema de seguridad y podrá interferir en las operaciones de la instalación.



CONCEPTO INTEGRAL DE SIKA – REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

| Función del producto | Uso del producto | Producto | Ejemplo de producto Sika* |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Sub-base hueca | Lechada de relleno lento | Lechada fina | Sika® Micro Fine Grout |
| | Relleno rápido | Espuma PU | SikaFix®-210 |
| Grietas | Inyección | Resina EP | Sikadur®-52 |
| Reparación de áreas pequeñas y desconchados | Solera de reparación | Solera cementosa rápida | SikaScreed® HardTop-70 |
| | Mortero de reparación | Mortero cementosos de reparación | Sika® MonoTop-3400 Abraroc |
| | Compuesto de reparación | Adhesivo y compuesto de reparación | Sikadur®-31 |
| Reparación de grandes superficies | Solera de reparación | Solera cementosa rápida | SikaScreed® HardTop-60 |
| | Solera de acabado | Solera cementosa rápida | Sikafloor®-30 Level |
| | Solera de acabado | Solera cementosa rápida | Sikafloor®-300 Level |
| | Endurecedor en polvo | Solera con agregado de cuarzo | Sikafloor®-3+ CorCrete |
| | Endurecedor en polvo | Solera con agregado sintético | Sikafloor®-2+ CorCrete |
| | Endurecedor en polvo | Solera con agregado metálico | Sikafloor®-1+ CorCrete |
| | Puente de unión | Agente de unión | SikaScreed®-20 EBB |
| | Unión de losas | Agente de mezcla y unión | Sika® Latex |
| Pulido | Endurecedor líquido | Endurecedor líquido | Sika® CureHard Li |
| | Endurecedor líquido | Endurecedor líquido | Sika® HardCure-24 |
| | Endurecedor líquido | Endurecedor líquido | Sika® HardCure-GL |
| Reparación de juntas | Reparación de juntas de movimiento | Panel de juntas | Sika® FloorJoint S |
| | Reparación de juntas inducidas | Panel de juntas | Sika® FloorJoint XS |
| | Compuesto de reparación | Adhesivo y compuesto de reparación | Sikadur®-31 |
| | Sellador de juntas | Sellador PU | Sikaflex® Pro 3 |
| | Perfiles de soporte | | Sika® Backing Rod |
| Protección y reparación de grandes áreas | Revestimiento | Resina EP | Sikafloor® MultiDur |
| | Revestimiento | Resina EP | Sikafloor® MultiFlex |
| | Revestimiento | Híbrido PU | Sikafloor® PurCem |
| | Revestimiento | Resina PMMA | Sikafloor® Pronto |

* Por favor consulte al representante de Sika local para más detalles y disponibilidad del producto

Las juntas rotas y desprendidas pueden repararse con morteros de polímeros y reformarse. El proceso es relativamente sencillo pero es un gasto y una interrupción operativa que puede evitarse.

DAÑOS POR OPERACIONES Y USO DEL PAVIMENTO

Los daños causados por las operaciones son típicamente daños superficiales del tráfico, la exposición a sustancias químicas o los impactos que causan desprendimientos, erosión y / o grietas. A veces, una fallo en la losa sobre el

suelo puede ser causado por una fallo de la sub-base o porque las condiciones del suelo han cambiado después de la construcción. La mayoría de los daños superficiales se pueden reparar con materiales de revestimiento.

RESUMEN

La reparación de pavimentos de hormigón es una tarea compleja y diversificada debido a los diferentes tipos de pavimentos, sus distintos usos y la variedad de síntomas de daños, sus causas y mecanismos. Este artículo

ha presentado las causas comunes de daños y defectos, y algunos métodos de reparación. En la mayoría de los casos, los pavimentos de hormigón dañados pueden ser reparados. Sin embargo, algunos daños requieren reemplazar el soporte y reconstruir el pavimento. Sika tiene conocimiento, experiencia y soluciones para ayudarlo a diseñar, instalar y mantener sus pavimentos de hormigón.

REHABILITACIÓN RÁPIDA DE UN PAVIMENTO DE ALMACÉN - DESLAMINACIÓN DE UN ACABADO CON ENDURECEDOR

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El almacén logístico de nueva construcción de 2,200 m² tenía inicialmente un acabado del pavimento realizado mediante una capa de agregado mineral monolítico en polvo instalado sobre la losa de hormigón. Poco después de la instalación, aproximadamente 3 mm de la capa superficial comenzó a deslaminarse en una gran parte del pavimento del almacén. Las investigaciones de los ingenieros de Forensic

determinaron que la deslaminación se debía a un exceso del endurecedor en polvo incorporado durante el trabajo de hormigonado. Se determinó que el revestimiento debía ser eliminado y reemplazado. La revisión completa de la especificación inicial requeriría la extracción y reemplazo de la losa de hormigón. Sin embargo, el coste extremo de la operación y los retrasos descartaron esta solución. La renovación era la única opción.

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Como este proyecto era, efectivamente, una renovación no planificada del pavimento en un nuevo almacén, cualquier retraso en la apertura de las instalaciones para las operaciones suponía una carga financiera para el propietario. El sistema de reparación y sustitución del pavimento debía ser rápido y el acabado del pavimento resultante debía cumplir con los requisitos de rendimiento y las expectativas del propietario. El acabado



Pavimento deslaminado, acabado con endurecedor en polvo, después de la preparación del soporte



realizado con el endurecedor en polvo mal adherido debía eliminarse por completo mediante pulido y chorreado. Este proceso deja una superficie abierta con textura, porosa y ligeramente pulida. El sistema de sustitución tuvo que rellenar los huecos y defectos en el soporte y volver a rehacer la superficie de la losa de hormigón. El nivel del pavimento acabado debía mantenerse, por lo tanto, el espesor máximo del material de reparación permitido era de solo 10 mm. El nuevo sistema de sustitución del pavimento tenía que ser resistente a la abrasión y al impacto para soportar el trabajo diario de los montacargas y otras cargas pesadas, así como cumplir con las especificaciones de pulido y nivelación. Los propietarios y sus arquitectos también requerían que la apariencia visual general fuera uniforme.

LA SOLUCIÓN DE SIKA

Para dar una solución idónea para este pavimento se seleccionó un sistema SikaScreed HardTop.® El sistema consistió en un agente de unión de base epoxi SikaScreed® HardTop-BB20 y una capa de



El sistema SikaScreed® HardTop-60 system requiere un soporte preparado. El soporte de hormigón fue preparado utilizando una máquina HTC equipada con una herramienta especial de abujardado "HTC Ravage"

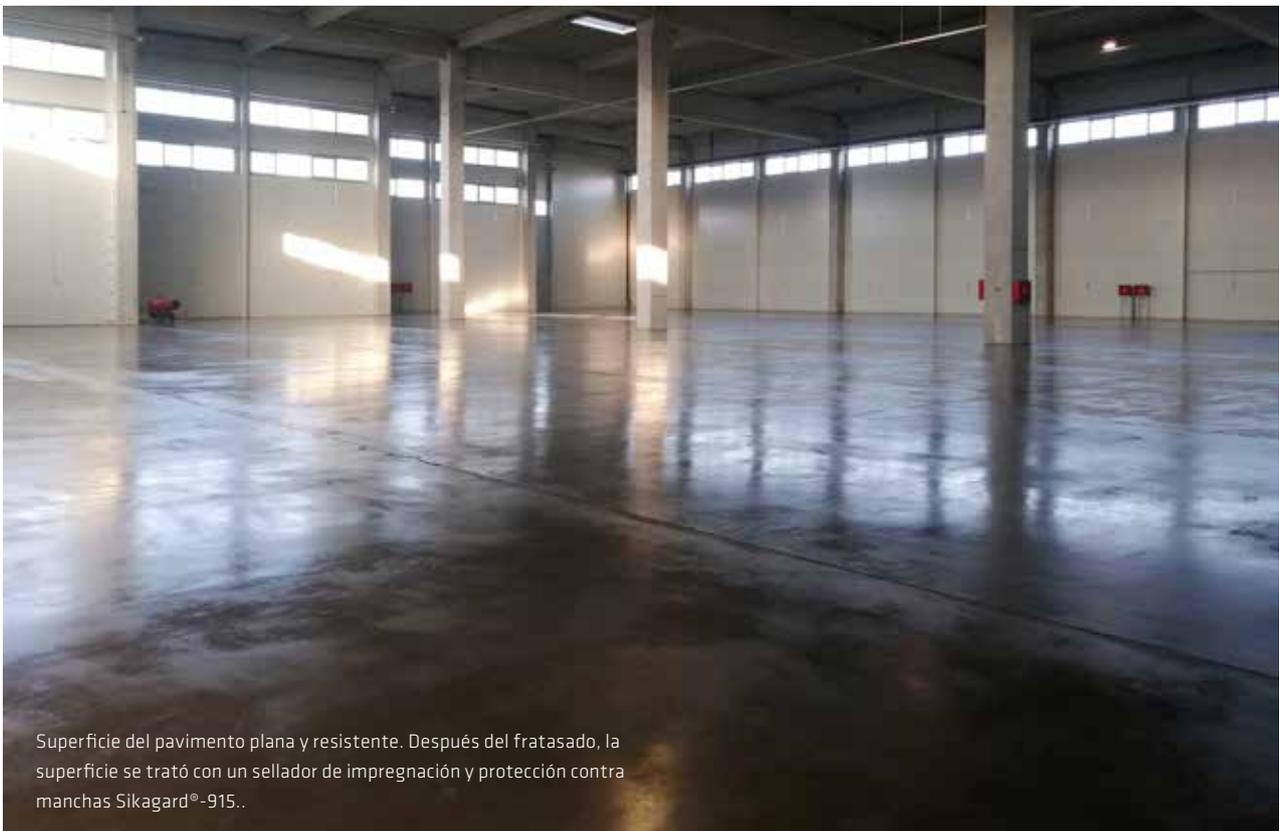


El sistema de solera de reparación SikaScreed® HardTop permite una aplicación rápida. Mientras los operarios del fondo están extendiendo todavía la solera, la operación de fratasado (delante) puede comenzar en 90 minutos

revestimiento de base cementosa modificada con polímeros, de alta resistencia y curado rápido, SikaScreed® HardTop-60. La solución adoptada permitió rellenar y cerrar pequeñas fisuras, nivelar el perfil de la superficie desgastada y unir la nueva capa a la losa de hormigón existente para dar lugar a un sistema de pavimento de rápido endurecimiento. La superficie SikaScreed® HardTop-60 fue nivelada y alisada varias veces con una fratasadora. La superficie terminada se selló con Sikagard®-915, un sellador de impregnación para protección de manchas. El pavimento acabado era muy resistente al desgaste y al impacto, perfecto para el almacén logístico.

El sellador utilizado garantizó la obtención de un color uniforme en toda la superficie, satisfaciendo los requisitos visuales del Propietario. El sistema de pavimento Sika y el contratista certificado de la instalación pudieron cumplir con todos los requisitos exigentes del proyecto de restauración y entregar una solución rentable, práctica y oportuna para los arquitectos y propietarios.

El agente de unión con base epoxi SikaScreed® HardTop-BB20 asegura una unión excelente entre la solera y el soporte.



Superficie del pavimento plana y resistente. Después del fratasado, la superficie se trató con un sellador de impregnación y protección contra manchas Sikagard®-915..

ACABADOS CEMENTOSOS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Las losas de hormigón, ya sean nuevas o existentes, requieren con frecuencia un tratamiento en su superficie adicional para mejorar las propiedades de rendimiento del pavimento o la estética. Este artículo se centra en los acabados cementosos, sus métodos de aplicación y los factores que influyen en la selección

SOLERAS CEMENTOSAS, REVESTIMIENTOS Y CAPAS AUTONIVELANTES

En general, los acabados cementosos para pavimentos tienen algunas ventajas claras. Son respetuosos con el medio ambiente, con tasas de VOC cero, pueden aplicarse en soportes con alta humedad y son económicos. En muchos casos, tienen una alta resistencia mecánica que mejora el rendimiento y la vida útil del pavimento de hormigón. Sin embargo, es importante recordar que también tienen limitaciones, especialmente en ambientes de servicio exigentes con exposición a las sustancias químicas de las operaciones o al régimen de limpieza. Los revestimientos con resinas de alto rendimiento y otras soluciones de acabado también se pueden utilizar para cumplir con los requisitos de rendimiento y estéticos.

La terminología utilizada en la industria para definir los acabados cementosos para pavimentos es variable. Para los efectos de este debate se definen los siguientes términos:

- Un "Revestimiento" es un compuesto para la terminación de una superficie que está compuesto de una mezcla especial de áridos mezclada con agua y aplicada manualmente o mecánicamente al hormigón fresco o endurecido.
- Una "Solera" es generalmente una capa mucho más gruesa que los acabados y puede ser la superficie terminada o bien proporcionar una superficie lisa y nivelada para los tratamientos siguientes de acabado del pavimento.

- Las capas autonivelantes son compuestos de cemento modificados con polímeros, que pueden actuar como un acabado final o como una capa intermedia.

REVESTIMIENTOS

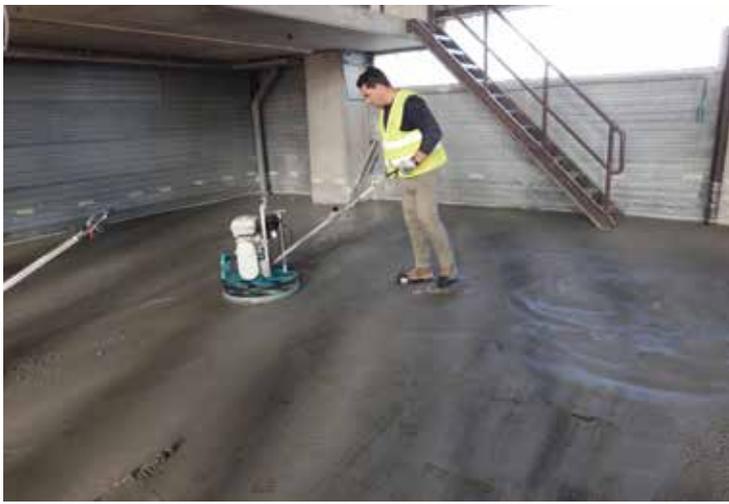
Los revestimientos generalmente se usan para proporcionar pavimentos industriales para trabajos pesados, y por tanto resistentes a la abrasión. La resistencia adicional de la superficie proporcionará al pavimento una vida útil más larga que la que tiene un pavimento

de hormigón fratasado de resistencia normal.

Estos productos tienen propiedades de rendimiento similares a las de los endurecedores en polvo, pero se aplican con un espesor mayor. Las capas de endurecedores en polvo tienen un espesor de 2 a 3 mm, mientras que los revestimientos se aplican con un grosor de 5 a 10 mm. Este mayor espesor proporciona una resistencia adicional al impacto. Los revestimientos son ideales para pavimentos con mucho tránsito y con un grado de abrasión superior, y / o cuando



Aplicación Sikafloor®-3 + CorCrete en el almacén de materiales de construcción Dek Znojmo en la república checa. Rehabilitación de losa de hormigón de 1200 m² con el color gris claro.



Rehabilitación de pavimento rápida con SikaScreed® HardTop-70.



Aplicación de una capa de Sikafloor®-30 Level en un parking

se requiere una dureza y resistencia extraordinarias.

La mezcla de áridos puede variar entre diferentes revestimientos, igual que los endurecedores en polvo, proporcionando diferentes propiedades de rendimiento. Se puede aplicar un revestimiento utilizando un método de "húmedo sobre húmedo" o "de húmedo sobre seco".

La aplicación "húmedo sobre húmedo" se refiere a la aplicación del revestimiento sobre el hormigón fresco (verde). El soporte de hormigón está listo para su aplicación cuando el fraguado ha llegado a un punto donde se puede hacer una pequeña huella (~ 3 mm) en la losa de hormigón. La capa de revestimiento se extenderá sobre el soporte de hormigón fresco y húmedo con un espesor mínimo de 5 mm. La capa final se frata con herramientas estándar de acabado de hormigón para producir una superficie lisa y uniforme.

La aplicación "húmedo sobre seco" se refiere a la aplicación cuando la capa final se aplica sobre losas de hormigón recién fraguado o existente. En este caso, se necesita un puente de unión entre el hormigón fraguado y la capa final. El revestimiento húmedo a seco se aplica normalmente con un espesor mínimo de 5 mm y se alisa con maquinaria ligera para lograr una superficie lisa y uniforme.

SOLERAS CEMENTOSAS

Hay dos tipos de soleras cementosas: unidas o sin unir. Una "solera unida" se adhiere a la losa o al soporte que hay debajo, mientras que una "solera no unida" se separa de la losa y con frecuencia se llama una "solera flotante" cuando se instala sobre el aislamiento. Las soleras unidas se aplican normalmente con un espesor inferior a 50 mm. Las soleras no unidas se aplican generalmente con un grosor de 70 mm o superior. Sin embargo, hay algunas soleras

modificadas con polímeros de alta resistencia que se pueden aplicar con espesores menores. El grosor depende de las cargas, el comportamiento de retracción del material, la resistencia a la flexión de la solera y, en caso de una solera flotante, la rigidez de la capa de aislamiento.

Las soleras pueden fallar si se aplican incorrectamente. Las soleras adheridas fallan cuando falla el enlace entre la solera y el soporte. Esto es más probable que suceda si la solera es demasiado gruesa. Las soleras no unidas (flotantes) pueden fallar si se aplican con un espesor demasiado pequeño, lo que provoca una elevación o alabeo.

Las soleras pueden ser soleras tradicionales de cemento y arena o soleras autonivelantes, patentadas, bombeables y modificadas por polímeros, que han sido desarrolladas más recientemente. Las soleras de cemento y arena son adecuadas para todas las aplicaciones, pero generalmente tienen un largo tiempo de secado y, a menudo, se producen en la obra de aplicación, lo que requiere una evaluación de la materia prima y un control de calidad constante. Las soleras bombeables modificadas con polímeros son productos listos para usar, se aplican fácilmente y se endurecen rápidamente con alta resistencia.

Dependiendo del grado y la consistencia de la solera, se pueden aplicar con diferentes espesores tanto en soleras unidas o flotantes. Las soleras bombeables modificadas con polímeros ahorran tiempo de instalación y producen un acabado altamente resistente a la abrasión. También pueden recubrirse a las pocas horas con recubrimientos de resina de alto rendimiento.

SikaScreed® Hardtop

SikaScreed® HardTop es una familia de soleras para nivelación horizontal, de curado rápido, rápida admisión de cargas

y repintado. Las soleras de HardTop se pueden repintar después de 4 horas con el imprimador epoxi Sikafloor®-161 y alcanzan una resistencia a la compresión de 35 MPa después de 24 horas (a +20 C).

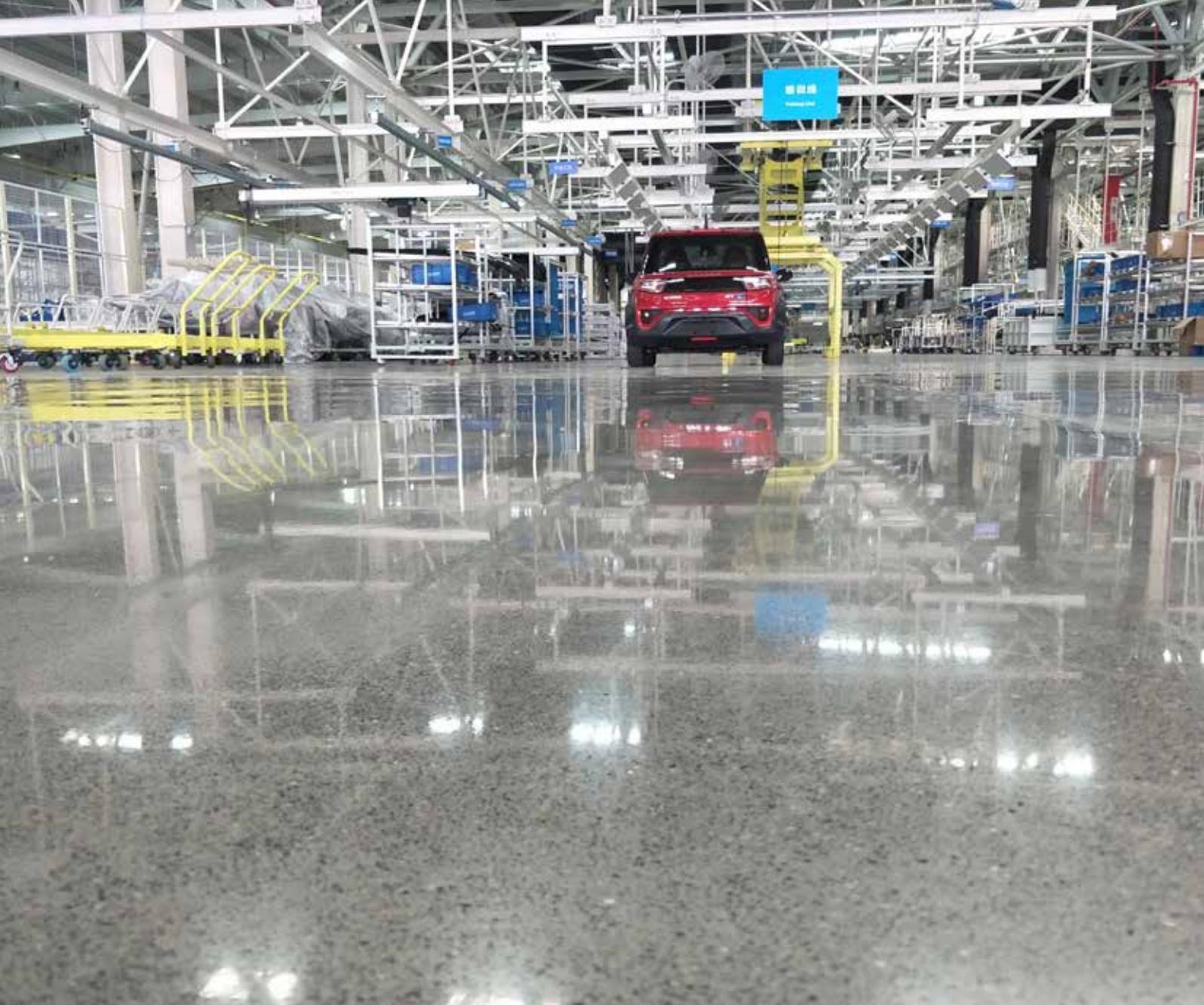
PAVIMENTOS CEMENTOSOS AUTONIVELANTES

Los revestimientos cementosos autonivelantes, como su nombre indica, son materiales con baja viscosidad y buena fluidez. Por lo general, se aplican con un grosor de 5 mm y tienen un acabado liso que se puede utilizar como superficie final en condiciones de servicio medias. Estos sistemas tienen bastante buena resistencia al desgaste, pero no se recomiendan en áreas con un servicio extremadamente pesado con impactos y tráfico con ruedas duras. La aplicación principal de los revestimientos autonivelantes es para uso comercial e industrial ligero con tráfico de peatones y carretillas elevadoras con neumáticos.

Los recubrimientos autonivelantes se pueden aplicar a mano o por bombeo, alcanzando un alto rendimiento diario. Se recomienda que el revestimiento se trate con un sellador adecuado o un endurecedor de penetración para hacer la superficie más densa, minimizar la formación de polvo y reducir las manchas. Algunos revestimientos también son adecuados para su coloreado y pulido.

RESUMEN

Las losas de hormigón nuevas o existentes se pueden mejorar aplicando una variedad de tratamientos cementosos en su superficie. Cada uno de estos tratamientos proporciona un mejor rendimiento, vida útil y estética a las losas de hormigón. La selección del mejor acabado está condicionada por los requisitos de rendimiento de las condiciones de servicio, las condiciones existentes en la instalación y los plazos de ejecución acordados.



PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PULIDOS Y COLOREADOS

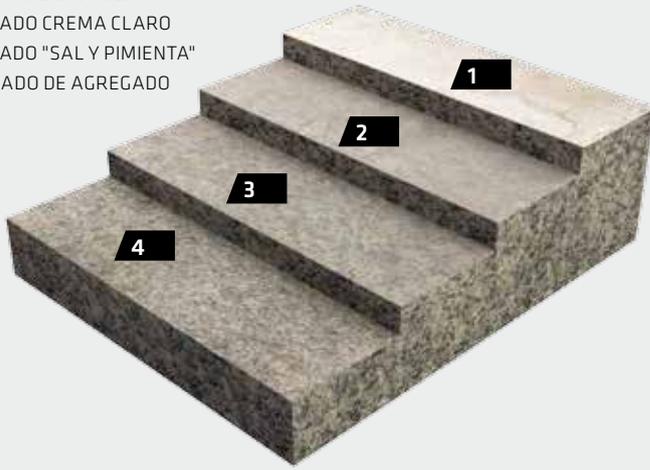
En muchas aplicaciones puede interesar que el pavimento de hormigón tenga un acabado pulido y coloreado para favorecer el diseño de la instalación. Este artículo discutirá las técnicas utilizadas para pulir e incorporar color al hormigón para producir "hormigón arquitectónico".

HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO

El hormigón arquitectónico es un hormigón que forma parte visible del diseño y que aporta un atractivo estético. Es cualquier hormigón rígido, prefabricado o fabricado "in situ" que está diseñado e instalado para dar un cierto aspecto o ambiente a un proyecto. No solo se utiliza por su resistencia tradicional y sus características estructurales. Las numerosas opciones estéticas que ofrece la capa exterior del hormigón arquitectónico y la textura natural del hormigón coloreado son elementos de diseño para pavimentos

LOS TRES GRADOS DE PULIDO DEFINEN LA PROFUNDIDAD DEL PULIDO

- 1 SUPERFICIE SIN PULIR
- 2 ACABADO CREMA CLARO
- 3 ACABADO "SAL Y PIMIENTA"
- 4 ACABADO DE AGREGADO



Acabado de agregado pulido con un nivel de pulido Clase 4.
Fuente: HTC Professional Floor Systems.

interiores y exteriores. Los distintos tonos del hormigón permiten introducir cambios decorativos en las grandes áreas de espacios abiertos, como centros comerciales y tiendas, y se pueden utilizar colores para definir áreas de paso, zonas ajardinadas, bordillos, pasillos y otros detalles dentro de un determinado recinto. El hormigón arquitectónico es duradero. Posee excelentes propiedades térmicas que ayudan a suavizar la temperatura en los espacios interiores. Puede ser una solución rentable en comparación con muchos otros acabados de pavimentos. Los colorantes para hormigón están disponibles en una gama de colores más amplia que la que existe para ladrillos o adoquines. Las opciones de color van desde las piedras grises industriales o de la tierra natural, a los rojos, azules y verdes. El uso de las propiedades naturales del hormigón permite la una aplicación versátil para formas complejas, curvas e instalaciones verticales

¿QUE ES UN PAVIMENTO DE HORMIGÓN PULIDO?

El pulido del hormigón es un proceso mecánico mediante el cual el hormigón curado se pule utilizando una serie de fases de esmerilado en las que se utilizan herramientas de esmerilado de diamante para obtener el nivel deseado de suavidad, exposición del árido y brillo. Este proceso también incluye el uso de un producto densificador / endurecedor que penetra en el hormigón y crea una reacción química que ayuda a endurecer la superficie y evitar la formación de polvo.

El pulido con diamante, entendido como un proceso de acabado, es un concepto relativamente reciente para la industria de la construcción. Los equipos de pulido con diamante se usaban anteriormente como herramientas de preparación de superficies para pavimentos de hormigón antes de la aplicación de las resinas

de acabado. Los recientes avances en los equipos y técnicas de pulido han permitido pulir la superficie hasta lograr un alto brillo con un endurecedor químico y conseguir una apariencia de acabado de alto nivel. Por esta razón este concepto se ha hecho cada vez más popular. El pulido final tiene un aspecto de piedra natural y se puede crear también el aspecto de granito o terrazo. La superficie altamente pulida puede tener excelentes propiedades de reflectividad de la luz. Un pavimento de hormigón arquitectónico pulido es relativamente fácil de mantener. El hormigón pulido también se puede colorear usando las técnicas que se describen a continuación para lograr un acabado muy decorativo. El pulido es adecuado para restaurar pavimentos de hormigón viejos o para realizar acabados en instalaciones nuevas consiguiendo una mayor durabilidad, un bajo mantenimiento y un brillo alto.

OPCIONES PARA SUPERFICIES

Hay disponibles muchas opciones para conseguir hormigones pulidos con diseños variados. Los distintos niveles de exposición del árido, los grados de reflexión y las posibilidades de coloración permiten cambiar el aspecto visual y las características físicas del pavimento de hormigón pulido. La combinación de estas tres variables proporciona al diseñador una amplia variedad de opciones decorativas.

Exposición del árido

La exposición del árido visto del pavimento, que tiene un acabado semejante al terrazo, representa la cantidad de árido del pavimento expuesto en la superficie.

Los cuatro grados de pulido son:

- Acabado crema claro. El pulido deja a la vista solo las partículas de arena en el hormigón y la superficie adquiere un "aspecto cremoso".
- Acabado en sal y pimienta. Este acabado se elige a menudo para dar una

apariencia de superficie envejecida que deja a la vista una salpicadura de árido fino. El corte en la superficie pulida del hormigón es de aproximadamente 1,5 mm.

- Acabado de árido. Un acabado de árido deja a la vista la mayor cantidad de árido mediano y grande. La profundidad de corte de la superficie varía típicamente de 3 a 6 mm.

Grado de brillo

El pulido del hormigón crea un nivel de brillo que se clasifica por clases. Cuanto mayor sea el número de grano (diámetro del grano más pequeño) del abrasivo utilizado en el proceso de pulido, mayor será el nivel de reflectividad del brillo. Con frecuencia, el hormigón se pule utilizando un proceso escalonado con abrasivos que contienen un número de grano progresivamente más alto.

Se definen cuatro grados de clases de brillo:

- El lijado y pulido plano se puede obtener con el uso de pastillas de pulido con un número de grano de 100. El suelo aparece difuminado y con poco o ningún reflejo.
- Un pulido pulido Clase 2 se obtiene al detener el tratamiento con un número de grano 400. Se produce un acabado satinado de bajo brillo.
- Un pulido de Clase 3 se logra utilizando abrasivos de número de grano 800 o superior. La superficie tendrá un brillo mucho más alto que el de la Clase 2 y comenzará a mostrar una buena reflectividad de la luz.
- Un pulido de Clase 4 produce un alto grado de brillo y tiene una claridad de reflexión total. La Clase 4 se obtiene por tratamiento con platos abrasivos con un número de grano a partir de 1500 o más, o puliendo el pavimento con una pulidora de alta velocidad con platos abrasivos especiales.

El nivel de brillo se puede determinar utilizando un dispositivo de medida de brillo, que expresa el grado de reflexión de la luz.

COLORACIÓN

Aunque el hormigón gris es la norma, el color puede añadir al pavimento pulido características muy interesantes. En instalaciones nuevas, se puede agregar color en la masa de hormigón fresco, o si se requiere un efecto más intenso, el color puede ser aplicado por el contratista de hormigón como un endurecedor en polvo. El color también se puede aplicar al hormigón endurecido en forma de pigmento reactivo o pigmento penetrante después del proceso de pulido. Las opciones de color van desde el gris industrial hasta el rojo, el azul y el verde.

Las formas más comunes de colorear el hormigón horizontal son:

- Coloración integral (en masa)
- Endurecedores en polvo de color
- Pigmentos reactivos y con base agua
- Pigmentos de hormigón

Coloración integral

El colorante integral (en masa) es un polvo o un líquido añadido al hormigón en la fábrica de hormigón o en el camión hormigonero. El hormigón queda coloreado en toda la losa de hormigón. Generalmente estos colorantes se utilizan con un diseño de mezcla de cemento portland gris y el resultado presenta tonos terrosos ligeramente apagados. El hormigón de color integral se puede colocar en toda la profundidad de la losa o como una capa de 50 mm sobre la losa estructural. Con ciertos tratamientos, un color integral puede modificarse y parecerse a varios colores diferentes. La apariencia del hormigón de color integral se puede alterar por medios mecánicos o con el uso de retardadores de superficie. Es importante utilizar los materiales de curado y sellado recomendados para garantizar la compatibilidad con el colorante.

Endurecedores en polvo con color

Otro método comúnmente utilizado para colorear el hormigón arquitectónico es el uso de un endurecedor de color.

Un endurecedor de color en polvo es una mezcla de áridos de sílice, cemento y pigmentos de óxido de hierro, y se aplica mediante el espolvoreado de la mezcla seca sobre la superficie del hormigón durante el hormigonado. Los endurecedores de color ofrecen una gama de colores más amplia que los colorantes integrales porque el color base no se ve afectado por el color base del hormigón. Los endurecedores de color en polvo mejoran la durabilidad de la superficie del hormigón debido a que los áridos de sílice y el cemento se aplican sobre la superficie. La principal limitación de usar el endurecedor de color es que el nivel de corte o "grado" de un proceso de pulido se limita a la Clase 2. Cualquier rectificado adicional comenzaría a eliminar el endurecedor de color de la superficie. Una instalación de éxito requiere una aplicación uniforme y consistente y la utilización de los materiales recomendados de "curado y sellado". La coordinación y las expectativas del proyecto se gestionan mejor organizando una reunión previa a la colocación y realizando una muestra de prueba.



Pavimento de color integral (en masa) con colorante de hormigón Sika®.



Endurecedor de color en polvo Sikafloor® en un restaurante.

Pigmentos (ácidos) reactivos

Se pueden usar pigmentos de base de ácida en el hormigón existente. El hormigón nuevo debe curarse (endurecerse) durante un mínimo de 30 días y se obtienen mejores resultados si el hormigón tiene al menos 60 días de antigüedad. Esta técnica de coloración solo colorea la superficie del hormigón y depende de la porosidad de la superficie. Por esta razón, el hormigón teñido con ácido se debe aplicar al hormigón sin pulir o después de que el hormigón haya sido pulido, pero no sellado. El hormigón teñido se puede sellar para producir un acabado brillante.

Los pigmentos ácidos son una mezcla de agua, sales metálicas solubles en ácido y ácido clorhídrico. La mezcla reacciona con el hormigón para producir un diseño distinto permanente. El color no será uniforme y dependerá de la variación de la composición del hormigón.

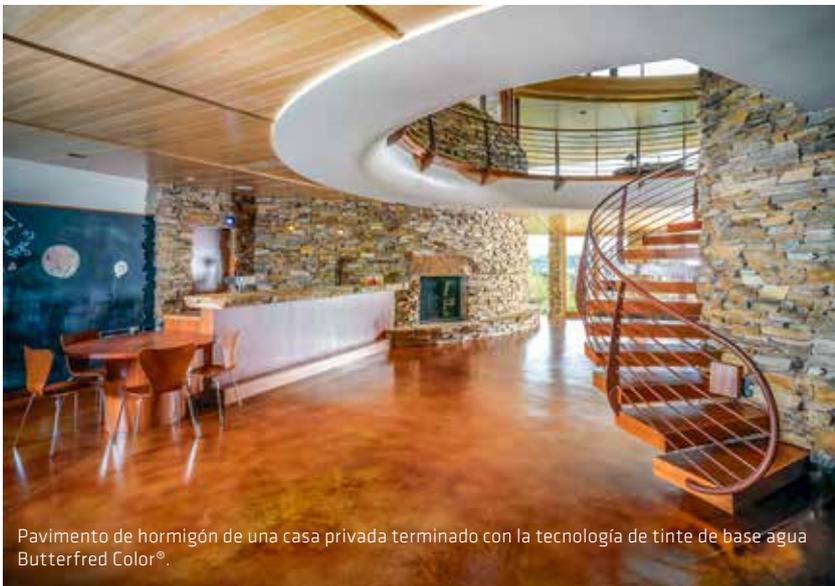
Los pigmentos reactivos son una elección común entre los arquitectos debido a su durabilidad y menor costo relativo. El tinte ácido produce una pátina jaspeada y desgastada por el tiempo, habitualmente en colores de tonos tierra, marrones, verdes y negros. Esta técnica de coloración se puede aplicar a los pavimentos interiores o exteriores de hormigón. Debido a que los tintes de ácido se unen químicamente al hormigón, es prudente probar el tinte en el hormigón para visualizar el producto terminado antes de la aplicación.

Pigmentos en base agua

Los pigmentos de base agua se aplican a superficies de hormigón existentes o totalmente curadas. El colorante impregna solo la superficie del hormigón y los selladores se usan para proteger y mantener el pavimento. Los pigmentos de base agua son polímeros reactivos de bajo olor y autoimprimantes para su uso en pavimentos de hormigón interiores o exteriores. El proceso de aplicación es relativamente rápido y la intensidad del color puede variar según la técnica de aplicación. Se pueden crear efectos artísticos infinitos pulverizando, estratificando, salpicando o aplicando con esponja múltiples



Losas de hormigón coloreadas con tinte reactivo ácido de Butterfield Color®.



Pavimento de hormigón de una casa privada terminado con la tecnología de tinte de base agua Butterfred Color®.

colores uno encima del otro. Hay una amplia gama de colores de diseño disponibles y los tintes de base de agua son ideales para introducir parches en pavimentos con colores más antiguos.

Pigmento para hormigón

El pigmento para hormigón es la principal opción de coloración para pavimentos sin pulir o pulidos. Se pueden utilizar para modificar la coloración del hormigón existente gris u otro color. Sin embargo, no son estables a los rayos UV y solo deben usarse en pavimentos interiores.

El pigmento para hormigón se aplica en forma líquida (se rocía) en el hormigón durante el proceso de lijado y pulido. Por lo general, los pigmentos se aplican en la superficie con un nivel de grano determinado, justo antes de la etapa final de pulido. El hormigón queda coloreado en la superficie, con una tonalidad de color intensa y parecida a una joya y se pueden producir colores vivos en rojo, amarillo, azul y verde. Se pueden aplicar de una sola vez o en varias veces. Las aplicaciones múltiples producen colores más ricos.

ENDURECEDORES LÍQUIDOS Y DENSIFICADORES

Los densificadores son habitualmente silicatos. Los silicatos reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio producido durante la hidratación del hormigón para formar una nueva estructura cristalina dentro de los poros del hormigón. Los silicatos reaccionan con el hidróxido de calcio para producir un nuevo gel de CSH o hidrato de silicato de calcio. La producción de CSH adicional dentro de la losa de hormigón densifica la superficie y ayuda a sellar el hormigón y a mejorar la protección anti-polvo. Cuando se utilizan durante el proceso de lijado y pulido, los silicatos mejoran el proceso de pulido produciendo y manteniendo niveles más

altos de brillo.

Debido a las diferentes técnicas de coloración, es importante tener en cuenta el orden de aplicación del densificador, el colorante y la coordinación de las etapas de pulido. Para hormigones no coloreados o coloreados en masa (integral), el densificador se aplica en la etapa de pulido con un número de grano 150. Una vez que el pavimento está densificado, el proceso de pulido es más rápido y reduce el desgaste de los discos abrasivos de diamante. En primer lugar se aplica un tinte ácido y se densifica en la etapa de pulido con número de grano de 200-400. Luego se vuelve a aplicar un densificador para reparar la superficie resultante de la reacción de tinción ácida. Finalmente se aplica un tinte líquido en la etapa con número de grano 400 seguido de una densificación para fijar el color.

CONSIDERACIONES DE ESPECIFICACIÓN

Las propiedades del hormigón endurecido afectan considerablemente la calidad del proyecto de pulido. Un acabado de alto brillo requiere un hormigón de alta resistencia. Para las nuevas instalaciones de hormigón, disponer de buenos requerimientos de diseño de mezclas específicas ayudan a preparar el material y reducen los costes adicionales de preparación de la superficie. Se requiere un hormigón con un peso normal, sin aire incorporado, con una resistencia de compresión mínima de 24 MPa (3500 psi). Se pueden usar aditivos de asentamiento de hormigón natural. El acabado de la superficie debe ser un fratasado duro, sin marcas de pulido. El pavimento debe ser lo más plano posible. Cuanto mayor sea la diferencia en las tolerancias del suelo, mayor será el pulido necesario para alcanzar una exposición uniforme del árido. No se recomiendan los compuestos de curado que forman una película (membrana) especialmente

cuando se usan colorantes, pero las mantas de curado o el curado en húmedo durante 7 días mejorarán las propiedades de rendimiento del hormigón.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento del hormigón pulido es tan importante como lo es para cualquier superficie que sufra desgaste. Los pavimentos pulidos son porosos y tienden a mancharse cuando se someten a derrames de compuestos reactivos y penetrantes, como aceites y materiales ácidos. Hay que establecer pautas claras de mantenimiento durante las etapas de planificación y transmitir las al grupo de propietarios para su programa de mantenimiento. El mantenimiento de rutina debe consistir en la limpieza diaria del polvo (con mopa) y la limpieza frecuente con agua limpia. Cuando se requiere una limpieza química, se recomienda utilizar un limpiador de pH neutro. Nunca se necesita cera en un pavimento de hormigón pulido.

Normalmente, se recomienda la limpieza mecánica utilizando discos abrasivos impregnados de diamante en una máquina pulidora. El grano del disco utilizado está directamente relacionado con el brillo o la clase establecida para el pavimento. Por ejemplo, si el pavimento se pulió a un brillo de 800 o Clase 2, entonces se debe usar el disco con el mismo número de grano o superior para el mantenimiento, el uso de un disco con un número de grano inferior atenuará un acabado con número de grano alto.

RESUMEN

Los pavimentos de hormigón pueden tener un acabado con varios niveles de brillo, colores y texturas para lograr los objetivos de diseño de la instalación. Los distintos niveles de pulido y de exposición de fisuras ofrecen muchas posibilidades con respecto a la estética general. Tanto el hormigón existente como el nuevo pueden ser coloreados para producir una amplia variedad de acabados decorativos en combinación con el pulido. Estos acabados de pavimentos son relativamente fáciles de mantener y proporcionarán muchos años de servicio.

PROCESO DE PULIDO Y COLOREADO

A continuación se muestra una descripción general de un proceso típico de pulido y abrillantado. Este proceso variará de un proyecto a otro dependiendo del estado del pavimento, el sistema de coloreado utilizado y del aspecto que se espera que tenga el acabado. Por lo general, el pavimento solo necesita ser densificado una vez, pero la densificación dependerá del sistema de coloración utilizado en el pavimento.

1. Tratamiento de juntas / relleno de juntas / cualquier rectificando requerido
2. Pulido inicial / metal adiamantado: rejilla 16-25-50-100-250
3. Densificar: hormigón sin color, color en masa, tinción ácida
4. Resina adiamantada / bruñido: rejilla 100-200-400
5. Aplicación de pigmento líquido o pigmento ácido / grano 400
6. Neutralizar el suelo cuando se usa la tinción ácida.
7. Aplicación del densificador de litio: (permite que el pavimento se seque por completo)
8. Resina adiamantada / rejilla 400-800-1500-3000
9. Aplicación de un resguardo / protección
10. Abrillantar la superficie



Un operador cambia los discos abrasivos de metal adiamantado en una máquina de pulido HTC DURATIQ. La serie de herramientas Superprep verde está específicamente desarrollada para los trabajos duros de preparación del pavimento.



La fresadora de pavimento con control por radio HTC 950 RX produce el HTC Super floor™, una superficie de hormigón con rectificado mecánico que ofrece una alta resistencia al desgaste, es estética y minimiza el polvo.



SOLUCIONES SIKA PARA PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MOTORES DE COCHE (UK)

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

El diseño y la construcción de esta planta de producción de motores de automóviles de 30,000 m² requería una superficie en el pavimento que soportara condiciones de servicio agresivas y proporcionara un acabado de fácil mantenimiento, seguro y atractivo. Los diseñadores seleccionaron un pavimento endurecido de color en masa (integral) muy duradero en lugar de un material resinoso aplicado superficialmente. En estas condiciones de servicio, el acabado integral tiene un mantenimiento extremadamente duradero que minimiza y elimina el recubrimiento o reemplazo debido al desgaste de los sistemas basados en resinas y aplicados en la superficie. Además del rendimiento óptimo, el cliente deseaba una mezcla de hormigón que fuera lo más sostenible posible para ayudar a alcanzar la Calificación BREEAM (Método de Evaluación Ambiental del Establecimiento de Investigación del Edificio) requerida.

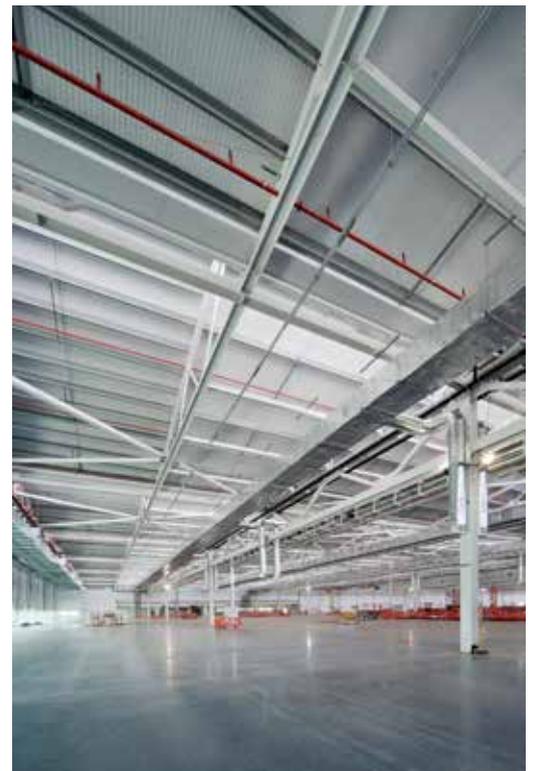
VISION SOSTENIBLE DE SIKA

El Grupo de sostenibilidad global de productos de Sika realizó una evaluación del ciclo de vida (LCA) con varias soluciones para ayudar al cliente a elegir la solución óptima. Sika recomendó un enfoque de sistema completo que incluyera el impacto de la losa de hormigón y el posterior sistema de recubrimiento aplicado. Se evaluaron, a través de LCA, dos sistemas de pavimentos con propiedades de rendimiento similares para mostrar los

beneficios de usar un reductor de agua de gama alta (HRWR). Se comparó un sistema de pavimentos tradicional con un sistema cuya mezcla de hormigón contiene el HRWR Sikament® 700. Ambos sistemas de pavimentos incluían una capa de hormigón y un endurecedor de pavimentos en polvo Sikafloor®-2 SynTop diseñado específicamente para el proyecto. La solución HRWR Sikament®-700 tenía las categorías de Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) y Energía acumulativa (CED), con un impacto del 6% y 5% menor que el enfoque tradicional. El cliente se mostró muy satisfecho con la terminación del proyecto y el apoyo y conocimiento de Sika UK en el enfoque innovador y sostenible para seleccionar el mejor sistema.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Producción de hormigón: reductor de agua de gama alta Sikament®-700.
Pavimento: endurecedor de superficies coloreado Sikafloor®-2 SynTop y agente de curado Sikafloor® Proseal.





PARQUE LOGÍSTICO JINGDONG "ASIA NUMERO UNO" (CHINA)

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

El modernísimo almacén y centro de distribución ubicado en Shandong Qingdao, China, requirió un pavimento súper plano que permitiera el uso de montacargas robóticos automáticos y recolectores de productos. La tolerancia especificada para la planeidad del pavimento debía ser de 3 mm a lo largo de 2 metros. Los equipos automatizados de alta velocidad que operan en centros de distribución de estanterías elevadas exigen un pulido y nivelación de precisión para evitar accidentes, daños al equipo y al producto. Los pasillos estrechos y el tráfico programado requieren que la superficie de trabajo tenga un alto desgaste y una buena resistencia al impacto.

PLAN RECOMENDADO DE SIKA

Sika proporcionó una solución completa para el diseño del pavimento. Las juntas de control y construcción fueron diseñadas para evitar las rutas de tráfico. La planeidad y la nivelación de la capa de hormigón se detallaron para cumplir con las diversas áreas de operación. El pavimento de hormigón se revistió con un endurecedor de pavimento mineral resistente al desgaste Sikafloor®-3 QuartzTop y con un endurecedor líquido Sikafloor® CureHard-24. Las juntas se sellaron con Sikaflex®-11 FC.

RESPUESTA DEL CLIENTE

Debido al alto nivel de soporte técnico, orientación en la instalación y rendimiento del producto, Sika ha sido designada socio estratégico exclusivo de Jingdong para la construcción de pavimentos para almacenes en toda China. "Sika proporciona un servicio integral, desde el hormigón de cimentación hasta los trabajos de acabado de la superficie y el seguimiento de mantenimiento. Sika ha sido el primero en poner en marcha el

concepto "hormigón para pavimentos" y suministrarlo realmente como una solución de pavimentos totalmente integrada. "Sika ofrece una amplia gama de materiales de soporte que incluyen aditivos de hormigón para pavimentos, fibra de acero, juntas prefabricadas de movimiento libre, endurecedores de pavimentos antideslizantes, endurecedores de sellado líquido, una línea de pavimentos de epoxi y poliuretano, y materiales de sellado de juntas".





GRUPO INDUSTRIAL DE CAUCHO HIXIH, CENTRO DE MONTAJE DE NEUMÁTICOS DE AUTOMOVIL (CHINA)

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Hixih Rubber Industry Group expandió su negocio hacia la fabricación de neumáticos a través de una empresa conjunta con Pirelli & C SPA en 2005. Las filiales de Shenzhou Tire y Tongli Tire Co Ltd en Jining, Shandong están experimentando una expansión física de 450,000 m² (\$ 410 millones) que se realizará desde 2018 hasta 2021. Para el proyecto más inmediato de 200,000 m² se especificó un sistema de pavimento capaz de soportar el agresivo entorno de fabricación, así como la función de almacenaje. Se especificó la planeidad del pavimento con una variación máxima de 5 mm en dos metros.



PLAN RECOMENDADO DE SIKA

Sika recomendó una solución consistente en un sistema completo basada en su amplia experiencia en estos entornos en todo el mundo. El hormigón recién colocado se terminó con el endurecedor en polvo Sikafloor®-2 SynTop 2 y con un perfil de junta Sikafloor®-2 Seam AM. El cliente quedó satisfecho con la instalación y ha establecido un acuerdo de confianza y cooperación de 10 años con el servicio de Sika.





REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO, PLANTA QUÍMICA BOREALIS, BÉLGICA

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Borealis opera en más de 120 países y cuenta con instalaciones de producción en toda Europa y los Estados Unidos. Borealis es un proveedor líder de soluciones innovadoras en el campo de productos químicos y fertilizantes basados en poliolefinas. En Kallo, situado en Bélgica, la empresa no solo está diseñando una nueva planta a escala mundial de deshidrogenación de propano (PDH) que se pondrá en servicio en 2021, sino que también mantiene las instalaciones existentes para realizar operaciones seguras y eficientes. El proyecto actual fue de 2.800 m² de rehabilitación de pavimentos. En la zona de producción, el pavimento de hormigón tenía tolerancias inaceptables (+3 mm / -37 mm) que variaban de área a área. La tolerancia de planeidad requerida fue de 2 m +/- 3 mm. Las condiciones de operación requerían que el sistema de pavimentos soportara el tráfico pesado de carretillas elevadoras, fuera resistente a los impactos y tuviera buena resistencia química. Se requirió que las juntas del pavimento permitieran el movimiento y proporcionaran una zona de transición bien nivelada para el tráfico pesado. El tiempo disponible para hacer el trabajo fue pequeño para minimizar la interrupción de las instalaciones de operación.

PLAN RECOMENDADO DE SIKA

Los representantes de Sika realizaron una evaluación en el sitio y sugirieron la solución de un sistema completo

para cumplir con los requisitos de rendimiento de la operación y cumplir con los plazos de rehabilitación. Se especificó SikaScreed® HardTop-60 con el agente de unión SikaScreed®-20 BB para una reparación y nivelación rápida. El imprimador Sikafloor®-161 se utilizó como un agente de curado para la solera. Este sistema se recubrió con Sikafloor® MultiDur EB-24. Se instalaron paneles de juntas Sikafloor® FloorJoint S (52 metros) en juntas con mucho tráfico.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Suelo: SikaScreed® HardTop-60 con SikaScreed®-20 BB. Revestimiento: imprimación Sikafloor®-161 y revestimiento Sikafloor® MultiDur EB-24. Juntas: paneles de juntas Sikafloor® FloorJoint S.





INSTALACION DE SERVICIO CATERPILLAR, ORDAN

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

Jordan Tractor & Equipment Co es el único distribuidor en Jordania de Caterpillar Inc. La compañía proporciona asistencia completa durante todo el ciclo de vida del equipo, que comienza desde la adquisición del producto (nuevo, usado y de alquiler), las piezas originales y termina con un servicio profesional de postventa (servicio de primera clase, mantenimiento y soporte); garantizando así mínimas averías y una larga vida útil para su equipo. La gama de equipos abarca desde pequeñas carretillas de mano hasta vehículos enormes de movimientos de tierras. La instalación debe ser capaz de manejar toda las clases de tráfico a la vez que mantiene una apariencia de sala de exposición.

PLAN RECOMENDADO DE SIKA

La instalación de 10,000 m² se especificó para recibir el endurecedor metálico Sikafloor®-1 MetalTop con un endurecedor líquido Sikafloor® CureHard-24. Este acabado "endurecido" proporciona un pavimento duro y duradero para las condiciones de desgaste y abrasión más agresivas. Las juntas se sellaron con Sikaflex® Pro 3.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Pavimento: Sikafloor®-1 MetalTop con endurecedor líquido Sikafloor® CureHard-24 Juntas: Sikaflex® Pro 3





CENTRO DE CIENCIA & SALUD COLEGIO DUPAGE, GLEN ELLYN, USA

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

El Colegio de DuPage situado en Glen Ellyn, Illinois (EE. UU.) y construido sobre 186,000 pies cuadrados (17,280 m²) es un centro de ciencias multidisciplinario que incluye laboratorios, aulas y entornos hospitalarios simulados. El acabado de los pavimentos necesita soportar el tráfico pesado, el tráfico con ruedas, mientras mantiene un alto nivel de estética, fácil mantenimiento y buena estabilidad de la luz ultravioleta que pasa a través de la fachada de vidrio del edificio. El Centro de Salud y Ciencia se está registrando en el programa de Certificación LEED Gold de edificios verdes de EE. UU. El Consejo y



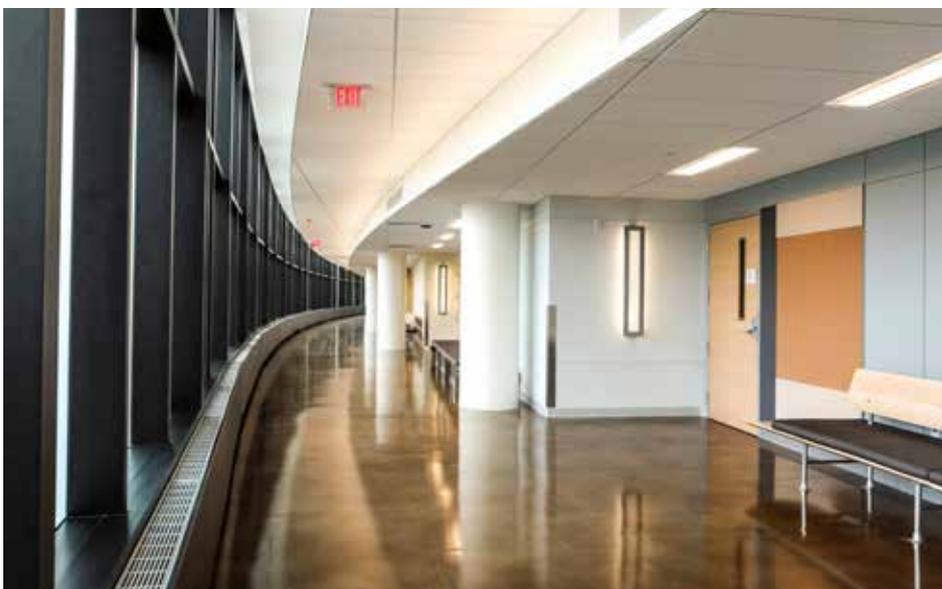
los materiales de acabado del pavimento necesitan cumplir con las limitaciones de VOC. El mantenimiento del presupuesto de construcción de \$ 60 millones también fue una consideración primordial.

PLAN RECOMENDADO DE SIKA

Los consultores de Sika trabajaron con HOK para seleccionar los mejores productos para cumplir con los requisitos de rendimiento, estética y presupuesto. Los pasillos y las áreas comunes de todo el edificio expuestas a la luz UV fueron especificados para recibir el Tinte Transparente para Hormigón de Butterfred Elements®. Este producto es a base de agua, bajo VOC (15 - 45 g / L) y contiene la última tecnología de nanopigmento para penetrar fácilmente en el hormigón. El hormigón coloreado se selló luego con Clear-Guard™ Curado y Sellado de Butterfard Color®. Este sellador de alto brillo que cumple con el VOC y no amarillea aumenta la resistencia y la durabilidad de la superficie del hormigón al tiempo que mejora la apariencia y la coloración del hormigón decorativo.

SOLUCIÓN TÉCNICA

Pavimento: Elements® Transparent Concrete Stain Clear, Butterfield Color® Clear-Guard™ Cure & Seal.



MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN INDUSTRIALES Y ENDURECIDOS

Los pavimentos de hormigón en entornos industriales deben estar bajo mantenimiento para garantizar la seguridad y la eficiencia operativa. Las superficies de los pavimentos acabados con endurecedores en polvo mejoran la durabilidad del hormigón. Pero todos los pavimentos de hormigón industrial requieren un mantenimiento adecuado, que es clave para asegurar el rendimiento y la funcionalidad a largo plazo. El pavimento industrial está sujeto a un tráfico constante, a diversas exposiciones a productos químicos debido a operaciones normales y a una variedad de suciedad, residuos y partículas que contribuyen a la abrasión y al desgaste. Si no se mantienen los pavimentos y las juntas de hormigón, se producirán finalmente altos costes a largo plazo o reparaciones y reemplazos, así como una menor eficiencia operativa. Se debe adoptar un programa de mantenimiento, limpieza y reparación planificada tan pronto como se construya el pavimento, preferiblemente en la fase de diseño.

LIMPIEZA ANTES DE USAR EL PAVIMENTO

La limpieza periódica del pavimento es esencial para evitar que la suciedad y la acumulación de polvo contribuyan a un mayor desgaste de la superficie. La humedad, los productos químicos y los aceites deben limpiarse para proteger la superficie y, lo que es más importante, mantener unas rutas de tráfico seguras. La protección del pavimento comienza antes de que la instalación esté abierta a las operaciones. Las operaciones de construcción de la instalación pueden exponer al pavimento a una abrasión o contaminación más severa de lo que se espera con el tráfico industrial planificado. La siguiente guía proporciona recomendaciones para limpiar pavimentos endurecidos en varias etapas (grado de madurez):

- Pavimentos recién terminados - Menos de 7 días. Limpieza mecánica leve, lavado sin usar agentes químicos o herramientas abrasivas.

- 7 - 28 días. Lavado mecánico al vacío con cepillos más suaves o discos de limpieza no abrasivos y limpiadores

químicos neutros o ligeramente alcalinos.

- Limpieza regular - Más de 28 días. Lavado mecánico con aspiración con cepillos o discos de limpieza de dureza media y limpiadores químicos neutros o alcalinos.

CONSIDERACIONES DE LIMPIEZA RUTINARIA

Los pavimentos acabados con endurecedores en polvo están sellados y no generarán polvo debido al tráfico. Sin embargo, el polvo de las operaciones circundantes se acumula en la superficie. El pavimento debe limpiarse de manera rutinaria utilizando máquinas de limpieza con aspiración y discos o cepillos cilíndricos equipados con cerdas de silicona o polipropileno de rigidez media. Evite utilizar máquinas con cepillos muy duros (e.g. acero), ya que pueden dejar marcas circulares en la superficie.

Productos de limpieza

Los productos de limpieza deben estar libres de disolventes orgánicos o álcalis altamente concentrados. No limpie

los pavimentos con disolventes orgánicos fuertes (acetona, tolueno, xileno, tricloroetileno, etc.). En general, no es adecuado limpiar pavimentos con productos químicos ácidos como el ácido clorhídrico, fosfórico o acético, ya que estos pueden reaccionar adversamente con el hormigón. Cada producto de limpieza debe ser evaluado por su efectividad y aprobado individualmente antes de su uso. Después de la limpieza química, la superficie debe enjuagarse cuidadosa y completamente con agua limpia.

Frecuencia

La frecuencia de la limpieza depende del tipo de contaminación, el programa de operaciones, los problemas de seguridad y el nivel de limpieza deseado. Para lograr la máxima efectividad, la limpieza debe realizarse diaria o semanalmente como parte de un procedimiento estándar mínimo de limpieza. Los procedimientos de limpieza más frecuentes pueden ser necesarios debido a cambios operacionales o circunstancias especiales. Se

recomienda utilizar máquinas y herramientas profesionales para obtener resultados reproducibles más eficientes en lugar de realizar barridos y fregados manuales.

Marcas de neumáticos

Las marcas de neumáticos pueden ser difíciles de limpiar y no se pueden quitar completamente con máquinas limpiadoras. Los pavimentos de hormigón tienen una superficie porosa. Cuando hay equipos que se mueven o giran rápidamente (carretillas elevadoras), la goma de los neumáticos se puede introducir en la superficie del pavimento en los puntos de contacto. Este tipo de contaminación no se puede eliminar por completo. La superficie del pavimento se puede mejorar esencialmente limpiando con limpiadores alcalinos y con discos abrasivos duros. El suelo se puede limpiar localmente con algunos tipos de solventes.

Derrames

La contaminación por productos químicos y por aceite debe limpiarse inmediatamente para la seguridad del usuario y para la protección del pavimento. Cuanto más tiempo esté el derrame en la superficie, más penetrará el contaminante en el pavimento. Esto puede provocar manchas o daños en el pavimento de hormigón. El proceso de limpieza debe neutralizar o desengrasar el derrame y enjuagar bien la superficie con agua limpia.

MANTENIMIENTO DE DAÑOS EN LA SUPERFICIE

El grado de desgaste de la superficie del pavimento depende del tipo de equipo de manejo de materiales (MHE), sus cargas y neumáticos, la limpieza del pavimento y la intensidad del tráfico. La mayoría de los pavimentos endurecidos se terminan con un agente de curado acrílico que proporciona una durabilidad adicional en el uso normal del pavimento. Estos agentes están diseñados para desgastarse gradualmente y revelar la superficie del hormigón, pero en el caso de tráfico intenso, se deben volver a

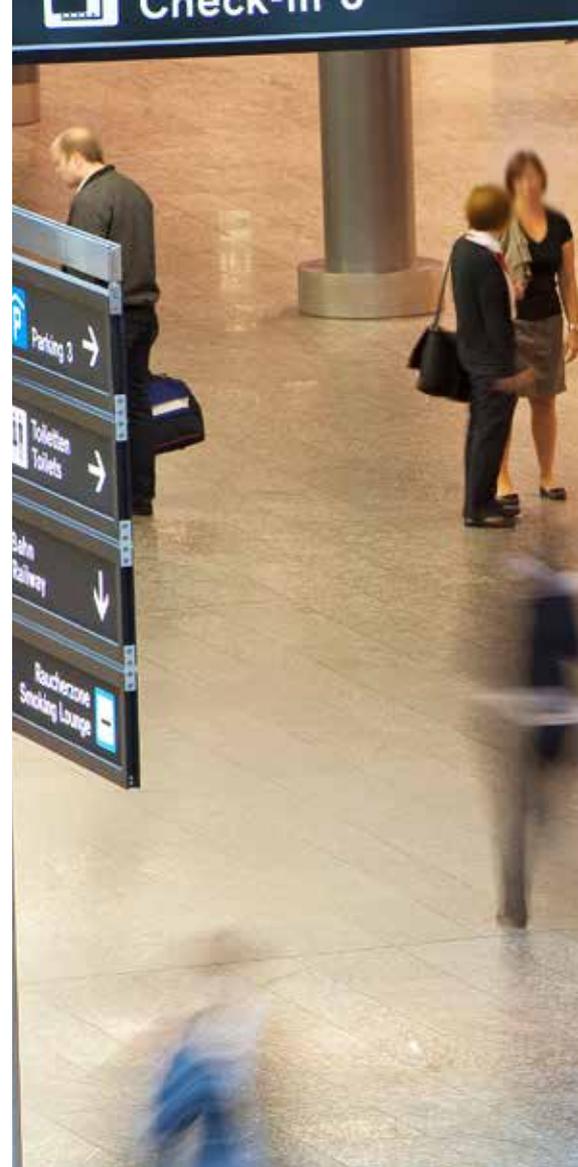
aplicar de forma rutinaria con un rodillo o rociador después de la limpieza intensiva del pavimento. Se pueden producir daños físicos en la superficie del pavimento debido al impacto producido por caídas de productos o herramientas, al desprendimiento de paletas o pásas, a la erosión de los bordes de las juntas debido al efecto del tráfico o al agrietamiento aleatorio. Los morteros de cemento o polímeros deben utilizarse como materiales de reparación. Un parche reparado es casi siempre visible debido a las diferencias en los materiales y su antigüedad. Se pueden utilizar recubrimientos de alto rendimiento para mejorar la estética. El recubrimiento debe seleccionarse para cumplir con los requisitos de rendimiento operativo. La superficie del hormigón debe estar adecuadamente preparada para asegurar una buena adherencia.

MÉTODOS PARA MEJORAR Y RENOVAR EL ASPECTO DE LA SUPERFICIE

Los pavimentos de hormigón con un acabado de endurecedor en polvo tienen un aspecto y color típicos. Sin embargo, hay muchos tratamientos que se pueden usar para mejorar el aspecto de la superficie de un pavimento de hormigón. Muchos de estos también proporcionarán una protección adicional para el hormigón, sellándolo contra la penetración de agua y formando una capa fácil de limpiar sobre el núcleo de la estructura ya duradera de la losa.

LIMPIEZA PROFUNDA

Además de los procedimientos de mantenimiento de rutina, los pavimentos, con acabados de endurecedor en polvo, de edificios industriales deben limpiarse en profundidad al menos una vez al año. La limpieza profunda se realiza utilizando una máquina de lavado de discos con mayor presión que las utilizadas durante el mantenimiento de rutina. Un proceso correcto de limpieza profunda puede eliminar las marcas más resistentes, como las huellas de los neumáticos, etc. Al usar detergentes a concentraciones más altas, es necesario neutralizar completamente la superficie del



pavimento después de limpiarlo enjuagándolo con agua limpia.

USO DE SILICATOS DE SELLADO

La aplicación adicional de selladores de silicato prolongará la vida útil de los pavimentos de hormigón. Se recomienda realizar esta aplicación cada dos años en condiciones normales de uso. Los selladores de silicato de sodio o silicato de litio penetran en la superficie del hormigón e inician una reacción química con el carbonato de calcio libre. Los nuevos cristales se forman, llenan los poros y aumentan la estanqueidad del hormigón. La aplicación de silicatos mejora el aspecto de la superficie y mejora la resistencia a la abrasión de la superficie del hormigón. La reacción química del silicato dentro del hormigón continúa después de la aplicación inicial, mejorando la dureza y la estanqueidad varios días después de la aplicación. El brillo de la superficie aumenta gradualmente durante 30 a 90 días dependiendo de la frecuencia de limpieza. La limpieza regular de la máquina mejora aún más el brillo y la estética de la superficie del pavimento.



Para mejorar el aspecto del brillo, se puede dar una aplicación adicional de una resina de silicato-acrítica. El producto se aplica utilizando un pulverizador de presión mecánico o manual con una boquilla ajustable a la velocidad especificada. Inmediatamente después de la aplicación, se extiende uniformemente con una mopa de microfibra plana. Si se desea dar una segunda aplicación, puede aplicarse de la misma manera después de que la primera aplicación esté completamente seca. El pulido con disco suave mejorará el brillo. La superficie debe estar absolutamente seca antes de abrirse al tráfico. Se requiere un mínimo de 24 horas de secado de la superficie a temperatura ambiente.

PULIDO Y ABRILLANTADO DE LA SUPERFICIE

Un pavimento de hormigón pulido tiene un acabado brillante similar a un espejo. El nivel de brillo se puede controlar usando diferentes métodos de pulido del hormigón. El pulido del hormigón es muy utilizado para mejorar el aspecto de la superficie de los pavimentos de

hormigón más viejos, especialmente en edificios comerciales, pues facilita su mantenimiento. Las máquinas de pulido de alto rendimiento equipadas con granos progresivamente más finos en segmentos o discos impregnados con diamante (similares a papel de lija) se utilizan para pulir gradualmente las superficies al grado deseado de brillo y suavidad. Para pulir el hormigón se puede utilizar el método húmedo o seco. Aunque cada uno tiene sus ventajas, el pulido en seco es el método más utilizado en la industria hoy en día porque es más rápido, más conveniente y más respetuoso con el medio ambiente. Cuando se pule o se abrillanta en seco, se utilizan sistemas de recolección de polvo con filtro HEPA y protección respiratoria personal para minimizar la exposición al polvo de sílice cristalina respirable. El pulido en húmedo utiliza agua para enfriar los abrasivos de diamante y eliminar el polvo abrasivo.

Muchos contratistas utilizan una combinación de métodos de pulido tanto en húmedo como en seco. Por lo general,

el pulido en seco se usa para los pasos iniciales del pulido, cuando se está eliminando más hormigón. A medida que la superficie se vuelve más suave, el proceso cambia de pulido en seco a húmedo.

CONSEJOS GENERALES DE BUENAS PRACTICAS

Limpie el pavimento con regularidad y retire todos los residuos antes de que causen daños. En áreas con mucho tráfico se necesita un mantenimiento más frecuente. Todos los derrames de productos químicos, aceites y grasas deben eliminarse lo antes posible después de la exposición. Asegúrese de que los productos de limpieza sean adecuados para superficies de hormigón y que no excedan las concentraciones recomendadas. Siga las instrucciones del fabricante. Se recomienda realizar una prueba antes de comenzar el uso. Los posibles daños, especialmente en las juntas, deben tratarse en cuanto aparezcan para evitar problemas mayores. Tenga en cuenta que para la durabilidad y la funcionalidad a largo plazo, todos los pavimentos necesitan mantenimiento.

HUMEDAD Y SECADO DE UNA LOSA DE HORMIGÓN

Todas las soleras de hormigón tienen humedad y siempre tendrán humedad. El hormigón es un sustrato poroso que permite el movimiento de la humedad dependiendo de la temperatura y la humedad. La humedad en el hormigón proviene de fuentes internas y externas. La fuente interna es el agua mezclada con el cemento, el agregado y la arena. Las fuentes externas pueden provenir de un drenaje deficiente debajo de la losa, el agua de lluvia o la exposición a la superficie y la humedad en el aire. La mayor parte del exceso de agua en la mezcla de hormigón, que no es necesaria para la hidratación, se exudará de la losa durante la consolidación y se evaporará a medida que el hormigón se cure. La humedad restante alcanzará el equilibrio con el ambiente circundante.

De hecho, es necesario retener la humedad dentro del hormigón durante el proceso de curado para lograr una hidratación adecuada y un hormigón sólido. Un pavimento de hormigón acabado con un endurecedor en polvo u otra capa permeable no es muy sensible a la humedad del propio hormigón, pero cuando el acabado es un recubrimiento de resina impermeable, un acabado de madera o un pavimento de lámina de vinilo, el movimiento de la humedad del hormigón creará problemas.

CUALES SON LAS FUENTES DE AGUA

Inicialmente el hormigón está húmedo. El agua se agrega a la mezcla de hormigón para facilitar la hidratación del cemento y proporcionar la manejabilidad necesaria para colocar y terminar el hormigón. Un metro cúbico típico de hormigón, con una relación de cemento y agua de 0.5, contiene aproximadamente 160 - 170 kg de agua. Aproximadamente la mitad de ésta se usa para hidratar el cemento, mientras que la otra mitad, que comprende aproximadamente el 3,2% del peso del hormigón, se denomina agua libre o agua de conveniencia. El curado en húmedo se considera generalmente como el método más eficiente para curar el hormigón y para asegurar

que el proceso de hidratación se complete y la losa alcance la resistencia de diseño. El curado en húmedo puede aumentar el "agua libre" hasta un 7% del peso del hormigón y por tanto prolongará el tiempo requerido para el secado.

Cuando se requiere que el hormigón se seque en el menor tiempo posible, se deben considerar los métodos de curado utilizados para disminuir la velocidad de evaporación. Además, la losa debe protegerse de una posible rehidratación por exposición a las operaciones y el medio ambiente, así como de la presencia de agua en la sub-base. Idealmente, el hormigón debe colocarse después de que el edificio haya sido cerrado.

Cuando el trabajo consiste en ejecutar una losa sobre el suelo, se deben instalar retardadores de vapor o membranas de impermeabilización húmedas debajo de la losa para separar el hormigón del agua subterránea que podría retrasar o impedir el secado adecuado. Las membranas retardadoras de vapor siempre deben especificarse cuando el pavimento de hormigón se acabe con revestimientos sensibles a la humedad.

El hormigón una vez colocado "respira"

continuamente. La humedad entra y sale de la losa según la temperatura y la humedad. La presencia de aire húmedo y caliente en contacto con una superficie de hormigón frío dará como resultado una condensación de la humedad en la superficie y ésta será absorbida por el hormigón. La humedad también puede condensarse dentro de la masa de hormigón, este fenómeno se conoce como condensación intersticial. El tinte ácido, el lavado con detergente y el lavado con agua a veces se usan para limpiar o preparar la superficie del hormigón antes de la aplicación de un sistema de pavimento. Tales procesos agregan una cantidad considerable de agua al hormigón y la losa debe secarse convenientemente antes de aplicar acabados que sean sensibles a la humedad.

CÓMO SE MUEVE LA HUMEDAD DENTRO DE LA LOSA DE HORMIGÓN

La humedad se mueve a través de la losa de hormigón como vapor de agua y como agua líquida. El hormigón que no está saturado con agua líquida transportará la humedad como vapor a través de los capilares de la pasta de cemento. A medida que el hormigón se seca, el vapor de agua es dirigido por la diferencia en la presión de vapor (afectada por la temperatura



El curado en húmedo de la losa de hormigón es un método de curado muy efectivo. La losa se inunda con agua y se mantiene húmeda. Por otro lado, el curado en húmedo eleva el "agua libre" en el hormigón y prolonga el tiempo de secado.

y la humedad) hacia la superficie para establecer un equilibrio. En el hormigón saturado de agua, la fuerza impulsora para el movimiento de la humedad es la acción capilar y cuando el hormigón está expuesto al aire, la fuerza impulsora es la evaporación del agua en la superficie.

El secado comienza después del proceso de curado. La arpillera húmeda, las láminas de plástico u otro tipo de cobertura se eliminan y ya no hay agua disponible en la superficie expuesta.

La humedad relativa dentro de la losa inmediatamente después del curado es del 100%, ya que todos los poros están saturados. Se pueden distinguir tres etapas distintas en el proceso de curado y secado del hormigón. En la primera etapa, el líquido, el agua de sangrado (exudado), que está presente en la superficie, se evapora en el aire que hay sobre el hormigón. Durante esta etapa el hormigón se contraerá y perderá volumen. Si la velocidad de evaporación es alta, el hormigón se contraerá excesivamente antes de que la pasta de cemento haya desarrollado una resistencia suficiente y provocará una "contracción plástica" anticipada.

En la segunda etapa de secado (después del curado en húmedo), la superficie ya no puede contraerse debido a la evaporación del agua líquida y el agua migra desde la superficie expuesta a los poros. El agua

de cada poro se evapora en el aire que hay sobre el hormigón. En esta etapa, el hormigón puede parecer seco pero solo comienza a secarse en la superficie. En las dos primeras etapas de secado, la velocidad de evaporación depende de la temperatura, la humedad y el flujo de aire sobre la superficie.

La tercera etapa de secado comienza cuando se ha evaporado suficiente agua justo debajo de la superficie y los poros no están continuamente llenos de agua. El agua líquida seguirá existiendo en los poros, pero ahora la humedad debe moverse por difusión del vapor a través

de la losa hasta la superficie donde se puede evaporar. El tiempo requerido para el secado en la tercera etapa está determinado por la calidad del hormigón. Un hormigón con una alta relación de agua a cemento (> 0.40) y una alta relación de pasta de cemento a árido (> 0.33) retiene más cantidad de agua. Estas condiciones producen hormigón altamente poroso y el agua (como líquido y vapor) se moverá libremente a través del mismo. Cuando se produce el secado, se establecerá un perfil de secado que muestra el contenido de humedad en diferentes partes de la sección transversal de la losa (Figura 1).

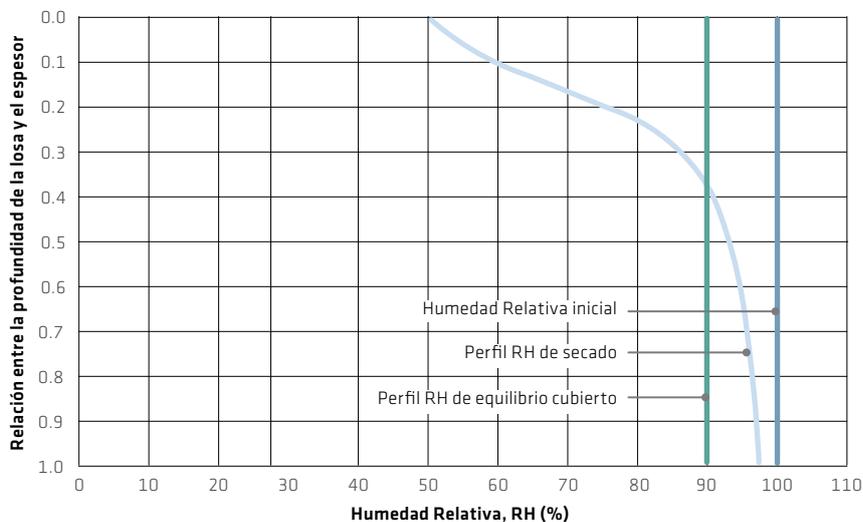


Figura 1: Perfiles de secado de una cara en una losa sobre el suelo que muestra el secado inicial y los perfiles de humedad relativa de equilibrio.

COMO REDUCIR EL TIEMPO DE SECADO DE LA LOSA DE HORMIGÓN Y LIMITAR EL RIESGO

El uso de una mezcla de hormigón con una baja relación agua-cemento y bajas características de sangrado, reduce la cantidad de agua residual en el hormigón. Esto permite un período de secado más corto y da como resultado una menor permeabilidad del hormigón a la transmisión de vapor. El hormigón de mayor resistencia que se coloca, compacta y cura adecuadamente, generalmente con una resistencia de más de 40 MPa, será suficientemente impermeable para reducir la tasa de transmisión de vapor a través del hormigón y, por lo tanto, la tasa de emisión de vapor desde la superficie hasta un nivel aceptable. También el hormigón con baja permeabilidad es menos propenso a crear futuras ampollas osmóticas.

El hormigón que tiene una alta proporción de agua a cemento produce más capilares, lo que facilita la movilidad de la humedad a través de la losa, pero retiene más agua, lo que prolonga el tiempo de secado. El uso de aditivos reductores de agua ayuda a reducir la relación de agua a cemento y a mantener la trabajabilidad requerida. Los científicos del hormigón sugieren que la relación óptima agua-cemento debería estar entre 0,4 y 0,5. El uso de una mezcla de hormigón con una baja relación agua-cemento (<0.40) y una baja relación pasta de cemento-árido (<0.33) reduce la cantidad de agua residual en el hormigón. Esto se traduce en un período de secado más corto y da como resultado una menor permeabilidad del hormigón o una transmisión de vapor de humedad. El hormigón de mayor resistencia (40 MPa) con una baja relación agua-cemento, baja relación pasta de cemento-árido, adecuadamente colocado, compactado y curado, producirá una losa de baja porosidad con baja tasa de transmisión de vapor de humedad. Es fundamental minimizar la cantidad de humedad que sale de la losa para que el rendimiento de los acabados sensibles a la humedad sea bueno.

La velocidad de la evaporación refleja las condiciones existentes en la superficie

del hormigón. Sin embargo, una losa de hormigón más gruesa tardará más en alcanzar el contenido de humedad en equilibrio que las losas más delgadas. Según los estudios, el tiempo de secado se duplica cuando el grosor de la losa aumenta de 100 a 150 mm y se triplica cuando se aumenta de 100 a 200 mm.

El curado en húmedo es un método excelente para alcanzar las propiedades de un hormigón endurecido. La norma de la industria para el curado es de 7 días como mínimo. La aplicación de compuestos de curado de membrana líquidos es beneficiosa para proporcionar tiempos de curado prolongados y reducir la permeabilidad del hormigón. Por otro lado, retrasan el comienzo del secado y deben eliminarse en la mayoría de las aplicaciones de acabado de hormigón posteriores. Por lo tanto, cuando se tienen que aplicar acabados o recubrimientos sensibles a la humedad, el método de curado preferido es la arpillera húmeda o el revestimiento de plástico.

Limite las fuentes de agua adicionales y vuelva a humedecer el hormigón, especialmente en losas de hormigón más antiguas. Si se necesitan reparaciones o parches, deben hacerse lo antes posible para permitir que el material de reparación se seque. La instalación de una membrana retardadora de vapor debajo del hormigón nuevo evita que la humedad entre en la losa desde el suelo.

El ambiente donde se produce el proceso de secado impacta los tiempos de secado. El hormigón se seca más rápido con una humedad relativa baja o en ambientes de alta temperatura. Para acelerar el proceso de secado (después del curado), el calentamiento del espacio o el uso de ventiladores de aire caliente pueden mejorar la velocidad de evaporación. Sin embargo, secar la superficie demasiado rápido en una fase temprana del hormigón aumenta el riesgo de fisuración por retracción y alabeo. La evaporación del agua necesita tiempo, y la mejor forma de evitar problemas es dejar que la humedad de la losa se seque



naturalmente. Antes de aplicar cualquier material sensible a la humedad, se debe medir el contenido de humedad del soporte y cumplir con el nivel aceptable para el sistema de acabado final. El calentamiento de la superficie y la deshumidificación pueden generar tasas de emisión de vapor de humedad engañosas e indicar falsamente que la superficie está lo suficientemente seca.

¿ CUANDO ESTÁ SUFICIENTEMENTE SECO?

En la literatura aparecen regularmente tres parámetros y guías que tratan sobre la humedad aceptable del hormigón para pavimentos sensibles a la humedad sobre una nueva losa de hormigón: el contenido de humedad en porcentaje, la tasa de evaporación de la losa y la humedad relativa dentro de la misma. La medición del contenido de humedad en la superficie generalmente no dará una indicación precisa del contenido final de humedad y si el hormigón está lo suficientemente seco para la aplicación de un acabado de pavimentos. El movimiento de la humedad es el factor más crítico en la prevención de problemas relacionados con la humedad. Por lo tanto, no solo es importante controlar la cantidad de humedad presente, sino que también es importante controlar el entorno que crea el movimiento de la humedad.

El “sentido común” indica que es necesario que el hormigón se seque 30 días por pulgada de profundidad de la losa.



Antes de la aplicación de los acabados de pavimentos sensibles a la humedad, es importante medir y comprender el estado de humedad en el soporte. Sika tiene experiencia y conocimientos técnicos para ayudar y proporcionar soluciones sostenibles.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, varios factores afectan la forma en que se seca la losa de hormigón, y esta regla de oro nunca es suficiente para proporcionar una base sólida para tomar una decisión sobre cuando se puede instalar el acabado del pavimento.

Algunos fabricantes de productos utilizan un valor de referencia de 5.5% en el contenido de humedad, medido con sondas de superficie para especificar cuándo el hormigón está lo suficientemente seco para su producto. Sin embargo, el hormigón con un contenido de humedad del 5,5% está en equilibrio cuando la humedad relativa del aire ambiente es del 90%. Pero si la humedad relativa ambiental es solo del 60%, el contenido de equilibrio del hormigón será del 3.9%. En otras palabras, a una humedad más baja, el hormigón con un contenido de humedad del 5.5% todavía está muy húmedo. Las recomendaciones típicas de los fabricantes de revestimientos de resina son un contenido de humedad del 4%, que corresponde a la humedad relativa del hormigón del 93% y la humedad relativa del ambiente del 65%.

Todos los sistemas de acabado no tienen el mismo requisito y no son igualmente sensibles a la humedad. La mayoría de los recubrimientos de resina, si se aplican a

una superficie de hormigón bien preparada y seca, con un ambiente de clima controlado, y se dejan curar adecuadamente, desarrollarán una fuerza de adhesión suficiente para resistir la presión del agua debida tanto por el efecto del vapor como por la capilaridad.

Los tres métodos para determinar la humedad en el hormigón son útiles. Los medidores de humedad (%) son métodos relativamente fáciles y rápidos para determinar si se requieren pruebas adicionales. La prueba de humedad mide la cantidad de humedad dentro de la losa, pero no si se está moviendo. Las pruebas de emisiones (cloruro de calcio) proporcionan la velocidad de humedad que sale de la losa. Ninguno de estos métodos está directamente correlacionado y todos variarán con los cambios en el entorno. Cada instalación de pavimento es diferente y los participantes del proyecto deben conocer las condiciones aceptables y las limitaciones del acabado específico de los pavimentos. Los fabricantes de cada producto de pavimentos han desarrollado recomendaciones para sus productos específicos.

SOLUCIONES SIKA

El tiempo es dinero y hoy los plazos de construcción son extremadamente ajustados. El soporte de hormigón necesita

tiempo para secarse. Para proyectos que requieren la instalación de acabados sensibles a la humedad, es esencial que se permita un tiempo de secado adecuado. La mayoría de los fallos en el acabado de la superficie y el revestimiento del pavimento construido sobre estructuras de hormigón están originadas por un contenido de humedad demasiado alto de la losa base. La aplicación satisfactoria de dichos materiales requiere una comprensión de las fuentes y el movimiento de la humedad en el hormigón, y el diseño, la colocación y el curado adecuados del hormigón.

Sika tiene una amplia experiencia en el tratamiento de revestimientos y sistemas de pavimentos. Como líder del mercado global de pavimentos industriales, Sika también ha desarrollado soluciones para superar los problemas de humedad. La tecnología Sikafloor® Epocem es un sistema probado que hace de Sika un líder en el mercado. Otras soluciones provistas por Sika incluyen sistemas de resina permeables al vapor de agua ("respiración") e imprimaciones especiales de mitigación de la humedad. Cada proyecto de construcción es diferente y el personal técnico de Sika en todo el mundo está dispuesto a ayudarle.

Soluciones - Sikafloor®

UNA COMBINACIÓN SEGURA
Y DURADERA PARA SUS
NECESIDADES ESPECÍFICAS



¿Qué hace que un pavimento sea un Sikafloor®? En Sika, el líder mundial en soluciones innovadoras para pavimentos, escuchamos con atención lo que nuestros clientes quieren y necesitan, nos mantenemos al tanto de los cambios que pueden influir en su negocio y realizamos importantes inversiones en investigación, desarrollo y pruebas para ofrecerle soluciones de ingeniería de total confianza basadas en la evidencia y las mejores prácticas. Nuestro enfoque que ha sido contrastado y probado en el tiempo se basa en más de 100 años de experiencia en el desarrollo de tecnologías utilizadas en pavimentos, así como en la producción de hormigón, la impermeabilización de aguas subterráneas, las cubiertas, el sellado y pegado y otras aplicaciones industriales.

Sabemos que su empresa tiene sus propios requisitos de pavimentos únicos en términos de resistencia al impacto, resistencia a las cargas de rodadura, resistencia al desgaste, normas de seguridad, rendimiento antiestático, resistencia química o al fuego y, cada vez más, instalación rápida y eficiente. Debido a que nuestros productos se pueden personalizar para cumplir con sus requisitos técnicos y al mismo tiempo cumplir con las regulaciones gubernamentales, estará seguro de obtener excelentes soluciones que tengan solo las características que desea y necesita. Sika es un experto global en todas las tecnologías básicas que se utilizan comúnmente en nuestra área de especialización de pavimentos continuos. Todas las soluciones de Sikafloor® se desarrollan y fabrican de acuerdo con los estándares de la industria, así como nuestros propios estándares estrictos de garantía de calidad y ética empresarial. Para garantizar la solución perfecta para su negocio, ofrecemos varias familias de pavimentos para que usted elija. Las familias se basan en tecnologías básicas. Las variaciones dentro de cada familia le permiten encontrar soluciones ajustadas a sus necesidades individuales. Todas las familias están unidas por nuestros valores fundamentales: soluciones integrales para sus necesidades, diseños innovadores, rendimiento duradero y sostenible al ofrecer más valor con menos impacto y un respaldo profesional completo por parte del personal de campo experto que no solo son los mejores en lo que hacen, si no que también se enorgullecen de su trabajo y se preocupan por sus proyectos. Diseñamos cada producto Sikafloor® continuo utilizando productos sintéticos de aplicación líquida o híbridos sintéticos-cementosos. Nuestras soluciones sintéticas son ideales para una amplia variedad de aplicaciones, por eso las encuentra en edificios industriales, instalaciones farmacéuticas y de alimentos, estacionamientos, escuelas, bibliotecas, hospitales, centros comerciales, museos, balcones de edificios de apartamentos, propiedades residenciales privadas y otros emplazamientos. Nuestras soluciones de pavimentos cementosos están diseñadas como aplicaciones listas para usar y como preparación de subsuelos. Para proyectos en tiempo crítico



ofrecemos una tecnología única que reduce el tiempo de espera para que el hormigón húmedo se seque: nuestras capas intermedias Sikafloor®EpoCem® se pueden instalar directamente sobre hormigón fresco y húmedo. Si usted es inquilino, propietario o aplicador del edificio, Sika lo tiene cubierto. Además de nuestra gama de ofertas de productos, podemos proporcionarle certificaciones de la industria, una prueba del rendimiento del producto y una red global de especialistas en pavimentos. Para los aplicadores, también ofrecemos programas de capacitación para garantizar instalaciones adecuadas. Hacemos estas cosas porque creemos en la construcción de confianza.

OFERTAS DE PRODUCTOS SIKA:



Sikafloor® MultiDur

Sistemas de pavimentos de epoxi Sika, un estándar global. Su caballo de batalla para el rendimiento de trabajo pesado, estos sistemas de pavimentos ofrecen una excelente resistencia mecánica, resistencia al desgaste y resistencia química. Aunque los pavimentos continuos, por definición, son estéticamente agradables, el color y el diseño generalmente no son el principal impulsor de nuestros clientes al elegir estas opciones de pavimentos. Más bien, la funcionalidad y un rendimiento duradero es donde estos pavimentos sobresalen. Elija entre acabados lisos, texturados con espolvoreo de árido (antideslizantes) y de mortero para garantizar que el régimen de facilidad de uso, seguridad y limpieza se adapte mejor a sus necesidades. Dentro de la familia Sikafloor® MultiDur

encontrará soluciones especiales con una resistencia química extremadamente alta; soluciones aprobadas para uso en salas limpias; y pavimentos electrostáticos de descarga, disipativos y eléctricamente conductores. Para un uso más básico del pavimento y las necesidades de revestimiento de paredes de alto rendimiento, ofrecemos sistemas de revestimiento a base de agua.

Las soluciones Sikafloor® MultiDur se encuentran comúnmente en:

- Áreas de almacenamiento, logística y ventas
- Áreas de producción, procesamiento y salas limpias (seco y húmedo).
- Aparcamientos y garajes.
- Áreas comerciales, públicas y residenciales.

Sikafloor® DecoDur

Sistemas decorativos de pavimentos epoxi Sika. Estas opciones de diseño adicionales para pavimentos de servicio pesado son perfectas para proyectos en los que se desea más que un diseño tradicional, unicolor y se necesita el rendimiento de un pavimento epoxi. Dentro de la familia DecoDur de Sikafloor®, ofrecemos soluciones para pavimentos con diferentes grados de resistencia mecánica y química, todo en un diseño moteado. Los patrones van desde un efecto de granito hasta un diseño de escamas y están disponibles en una gran variedad de colores.

Por lo general, los pavimentos Sikafloor® DecoDur se instalan con una textura de superficie lisa o ligeramente rugosa. Según su preferencia, podemos terminar el pavimento con un sellador mate diseñado para resistir los químicos domésticos e industriales ligeros comunes o con un acabado brillante más resistente, con resistencia a los productos químicos.



Los pavimentos Sikafloor® DecoDur se encuentran comúnmente en:

- Instalaciones de ciencias
- Laboratorios

- Zonas de alto tránsito peatonal en edificios comerciales e institucionales.
- Lugares de venta de comida



Sikafloor® MultiFlex

Sistemas de pavimentos de poliuretano para uso industrial de Sika. Los sistemas Sikafloor® MultiFlex son conocidos por su mayor elasticidad, lo que permite diseños de puentes de grietas. Además, estos pavimentos son excelentes para absorber los movimientos del pavimento base. Las soluciones Sikafloor® MultiFlex incluyen diseños instalados directamente sobre membranas impermeabilizantes elásticas y están disponibles con o sin protección especial de la superficie. Estos pavimentos se instalan en diseños suaves, livianos y de gran difusión (antideslizantes).

Sikafloor® MultiFlex se puede encontrar comúnmente en:

- Áreas de almacenaje, logística y ventas (pavimentos elevados).
- Producción, transformación y salas limpias (secas y húmedas).
- Aparcamientos, cubiertas intermedias y superiores.

Sika ComfortFloor®

Con los sistemas decorativos de pavimentos de poliuretano para aplicaciones comerciales y residenciales de Sika, la perfección nunca ha estado tan cerca. El liderazgo tecnológico global en pavimentos industriales y resistentes se une a nuestra familia Sika ComfortFloor®, que ofrece una estética de alta calidad incluso para la clientela más exigente. Una solución ecológica, Sika ComfortFloor® se basa principalmente en aceites naturales y materias primas orgánicas. Su base, compuesta de almohadillas aislantes acústicas y elásticas, está hecha de caucho reciclado y partículas de espuma. Los productos Sika ComfortFloor® ofrecen una libertad de diseño casi ilimitada. Por lo general, se instalan en acabado mate y están disponibles en 72 colores estándar. Los colores personalizados también son una opción, al igual que los diseños de "aspecto de hormigón" de dos tonos y la capacidad de crear su propio arte en el pavimento. Las opciones adicionales



incluyen flakes de colores para un diseño moteado y una textura de superficie ligera y antideslizante para usar en áreas húmedas como duchas y baños. Todos los productos ofrecen una alta estabilidad de color.

Las soluciones Sika ComfortFloor® se encuentran comúnmente en:

- Edificios institucionales como escuelas, museos, bibliotecas y hospitales.
- Edificios comerciales como centros comerciales, hoteles, edificios de oficinas y restaurantes.
- Edificios residenciales de alta gama, diseño moderno.
- Instalaciones terapéuticas, de restauración y de ejercicio, como yoga o spas.



Sikafloor® MonoFlex

Soluciones de pavimentos Sika de poliuretano de un solo componente para instalaciones fáciles. Las soluciones de pavimentos Sikafloor® MonoFlex se han ganado su excelente reputación debido principalmente a su desempeño como acabado impermeable para balcones, pasillos y escaleras con tráfico peatonal. Estas soluciones activadas por la humedad son verdaderas innovaciones en términos de sostenibilidad y facilidad de aplicación.

Bajo pedido, se pueden agregar flakes de colores para un diseño moteado. También se puede proporcionar una textura superficial antideslizante ligera o mediana. Todos los productos de esta familia ofrecen una gran estabilidad de color.

Las soluciones Sikafloor® MonoFlex se encuentran comúnmente en:

- Balcones
- Pasarelas y escaleras peatonales.

Sikafloor® PurCem®

Sistemas de pavimentos híbridos de poliuretano y cemento Sika. Estas innovadoras soluciones de pavimentos ofrecen un rendimiento extremo en términos de resistencia mecánica y química, así como un impacto ambiental reducido. Debido a que son duraderos, requieren poco mantenimiento y están disponibles con opciones de repavimentación, nuestra versátil gama de productos Sikafloor® PurCem® está ganando reconocimiento mundial y se puede encontrar en una amplia variedad de aplicaciones de servicios pesados. La tecnología de núcleo especial de un aglomerante resinoso elástico que reacciona con los rellenos cementosos es lo que hace que esta familia de productos sea resistente a altas variaciones de temperatura, incluso choques térmicos para ciertos diseños. La instalación en superficies de hormigón húmedo es posible con Sikafloor® PurCem®. Por lo general, los pavimentos Sikafloor® PurCem® se instalan en una capa superficial ligera o pesada antideslizante o en la masa de

mortero para garantizar un alto rendimiento en áreas húmedas. Se encuentran disponibles con un acabado de superficie lisa / texturada para áreas secas. Sikafloor® PurCem® Gloss es la última innovación de nuestra familia Sikafloor® PurCem®. El acabado brillante de este producto permite una limpieza del pavimento significativamente más fácil. Especificada con un acabado de superficie lisa y en un grosor de bajo a mediano,

esta solución puede ser una alternativa a algunos productos Sikafloor® MultiDur. Las soluciones Sikafloor® PurCem® se encuentran comúnmente en:

- Instalaciones de procesamiento de alimentos y bebidas.
- Cocinas profesionales
- Áreas de almacenamiento fresco
- Áreas de procesamiento de trabajo pesado, especialmente procesamiento en zonas húmedas



Sikafloor® Pronto

Sistemas de pavimentos de metacrilato Sika (P.M.M.A.) que aceleran los tiempos de instalación al máximo. Nuestra familia Pronto es conocida por su alta resistencia a una amplia variedad de usos. El tiempo de curado de estos sintéticos permite renovaciones súper rápidas, aunque se requiere una ventilación adecuada durante la instalación para evitar los inconvenientes de los olores.

Cuando se aplica a áreas con tráfico peatonal, las superficies Sikafloor® Pronto se instalan normalmente en una capa de acabado lisa o ligeramente rugosa. Se puede proporcionar un acabado de "flakes" de colores bajo pedido. Un acabado rugoso más texturado está disponible para aplicaciones donde hay tráfico de vehículos.



Las soluciones Sikafloor® Pronto se encuentran comúnmente en:

- Cocinas comerciales

- Áreas de procesamiento
- Pasarelas peatonales, como balcones y escaleras

- Instalaciones para animales.
- Aparcamientos de varios pisos y subterráneos

Sikagard® WallCoat

Un recubrimiento de pared Sika que combina requisitos de rendimiento específicos con diseños decorativos. Cuando necesita algo más que pintura, nuestra

familia de sistemas de revestimiento de paredes y revestimientos decorativos Sikagard® WallCoat ofrece beneficios únicos para superficies exigentes, incluida la resistencia química y la

resistencia mecánica de servicio pesado. Nuestro revestimiento de pared tiene la capacidad de resistir los productos químicos utilizados en los regímenes de limpieza y los conservantes proporcionando acabados que no promueven el desarrollo de hongos, bacterias y otros microorganismos. Nuestros sistemas de revestimientos de pared vienen en una gran variedad de colores, muchos de ellos coinciden con los colores de los productos Sika. Las soluciones Sikagard® WallCoat hacen que los procesos sean mucho más fáciles.



Las soluciones Sikagard® WallCoat se encuentran comúnmente en:

- Áreas certificadas de sala blancas.
- Instalaciones de procesamiento de alimentos y bebidas.
- Hospitales y laboratorios.
- Protección de la superficie de hormigón
- Túneles
- Acabados interiores comerciales, institucionales y residenciales.



Sikafloor® HardTop

Endurecimiento de superficies de hormigón, curado, sellado y soleras industriales de alta resistencia. Nuestros endurecedores en polvo Sikafloor® se ponen directamente sobre el hormigón fresco, antes de que se aplique el acabado, para crear un pavimento de hormigón monolítico extremadamente resistente. Se puede lograr un rendimiento adicional a través de varios endurecedores de superficie aplicados con líquido, compuestos de curado y selladores de superficie.

Las soluciones HardTop de Sikafloor® se encuentran comúnmente en:

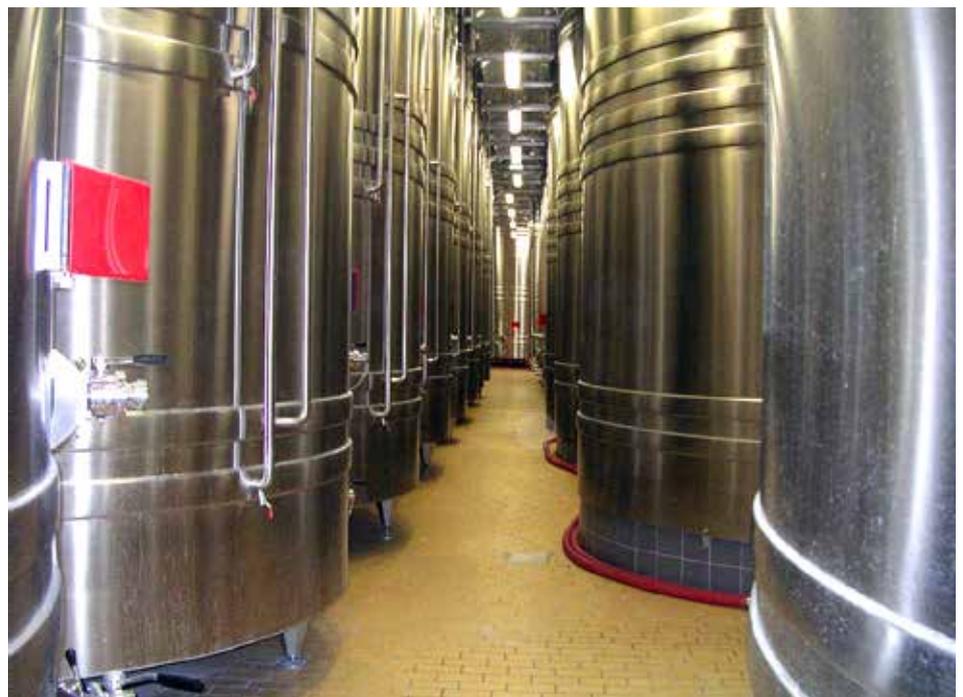
- Áreas de almacenaje, logística y ventas.
- Áreas industriales
- Áreas tales como instalaciones de procesamiento en seco.
- Aparcamientos, garajes.

SikaCeram® StarGrout

SikaCeram® StarGrout es la nueva generación de lechada epoxi clasificada R2T y RG de acuerdo con la norma de adhesivo para azulejos EN 12004 y la norma de lechada para azulejos EN 13888. Esta lechada para baldosas premium es adecuada para todo tipo de baldosas de cerámica, mosaico, mármol y piedra natural, tanto para uso interior como exterior en juntas entre 1 y 15 mm. Gracias a su resistencia mecánica y química extremadamente alta, es una opción perfecta para lugares donde la higiene absoluta desempeña un papel decisivo, ya sea en áreas residenciales o comerciales, como piscinas, laboratorios, cocinas industriales o la industria alimentaria.

Este nuevo producto ofrece grandes beneficios al alicatador, por ejemplo, excelente trabajabilidad, fácil de limpiar, menor olor,

larga duración, más un acabado perfecto con la silicona neutra Sikasil® C con el mismo color, nombre y tono.





Sika® FloorJoint

El sonido y la sensación de retumbar al cruzar las juntas en los almacenes y las áreas de tráfico son familiares para la mayoría de las personas. Puede sentirse incómodo y causar irritación en los oídos y el cuerpo. El innovador panel de juntas Sika® FloorJoint ofrece la solución perfecta con perfiles de juntas ultra delgados y casi invisibles para reducir el ruido y la vibración en las juntas. Los perfiles se instalan en el mismo nivel de superficie que el pavimento lo que significa que no hay desniveles. Otro beneficio funcional del sistema es la reducción de los impactos en los vehículos que cruzan la junta, lo que se traduce en un ahorro significativo en los repuestos y el mantenimiento de las carretillas elevadoras. Sika® FloorJoint tiene dos opciones de perfil, Sika® FloorJoint PD y S, que son compatibles con

los sistemas de pavimentos Sikafloor® y también se pueden impermeabilizar utilizando el sistema Sikadur® Combiflex SG. La instalación de los paneles es fácil y rápida, lo que proporciona un tiempo de inactividad extremadamente corto. El sistema se adapta perfectamente a los trabajos de renovación de espacios rápidos. Los sistemas Sika® FloorJoint tienen una buena resistencia química, son totalmente transparentes a la superficie del pavimento circundante y son absolutamente perfectos para la corrosión, una solución perfecta para el entorno de procesamiento de alimentos.

Principales usos en:

- Almacenes
- Pavimentos industriales
- Áreas de estacionamiento.
- Edificios comerciales y públicos



GAMA COMPLETA DE SOLUCIONES PARA CERRAMIENTOS EXTERIORES ESTANCOS Y SEGUROS

1. MEZCLAS DE ALTO RENDIMIENTO PARA HORMIGÓN

Las estructuras y los elementos de hormigón, incluidos los cimientos, el sótano, las paredes, las columnas, las vigas y las losas del pavimento forman la parte principal de la construcción en general. La solución de Sika incluye aditivos para el hormigón que aumentan los parámetros de rendimiento de dichos componentes del hormigón tales como resistencia, capacidad de trabajo, estanqueidad y muchas otras características. Los expertos de Sika también proporcionan soluciones personalizadas para que los arquitectos creen efectos especiales de diseño al especificar el hormigón como un elemento clave de diseño visual en sus proyectos.

2. SÓTANOS ESTANCOS Y OTRAS ESTRUCTURAS BAJO SUELO

En las instalaciones de alimentos y bebidas, las áreas de rodadura deben estar impermeabilizadas. Sika tiene más de 100 años de experiencia en el suministro de soluciones de impermeabilización. La selección del concepto y el sistema de impermeabilización más adecuados para cualquier proyecto específico depende de muchos factores, y es importante involucrar a un especialista cualificado en impermeabilización en las primeras etapas del diseño. El Departamento de Servicios Técnicos de Sika de su localidad puede brindarle asesoramiento experto y soluciones adecuadas a todos sus problemas.

3 & 4. SELLADO Y UNIÓN PARA FACHADAS ESTANCAS E INSTALACIÓN DE VENTANAS

Los requisitos de eficiencia energética para las paredes exteriores son cada vez más estrictos, y tienen una fuerte influencia en los estándares de construcción en todo el mundo. Sika ha desarrollado tecnologías y sistemas de sellado y unión para fachadas para ayudar a los diseñadores a cumplir con una mayor eficiencia energética y requisitos medioambientales, al mismo tiempo que garantiza una instalación segura y económica y también reduce el tiempo total de construcción. Sika trabaja en estrecha colaboración con los principales diseñadores y fabricantes de fachadas utilizando las últimas tecnologías de materiales para todo tipo de construcción de fachadas.

5. CORROSIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Las estructuras de acero en los edificios deben protegerse contra la corrosión causada por la exposición al ambiente circundante. En las instalaciones de fabricación, también deben cumplir con las estrictas normas de construcción para la protección contra incendios. Sika tiene un historial comprobado de proporcionar recubrimientos duraderos y confiables contra la corrosión y el fuego en estructuras de acero por más de 50 años. Nuestros sistemas de revestimiento están disponibles en diferentes colores y cumplen con las normas nacionales e internacionales más recientes, incluida la norma ISO EN 12944 para la protección contra la corrosión del acero, y la norma ISO EN 13381-8 para la protección contra incendios.

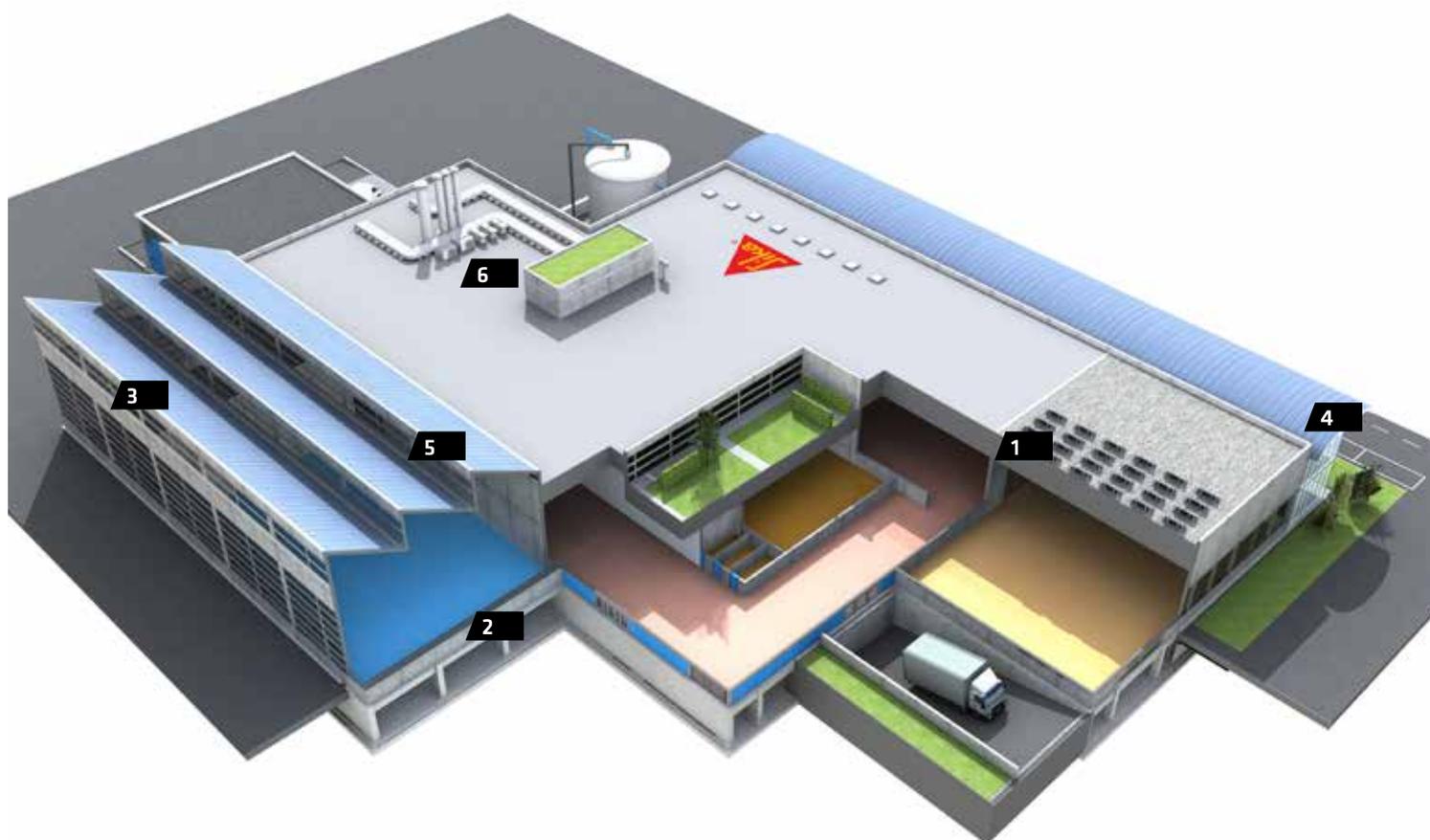
6. CUBIERTAS DURADERAS

Una cubierta impermeable de larga duración es esencial para la operación y la sostenibilidad de una planta. La lluvia, la nieve, las fuerzas de levantamiento del viento, la luz solar y muchas otras influencias ambientales pueden causar fallos en el sistema de cubiertas. Esto produce fugas y daños que requieren reparaciones costosas. Como líder mundial con un historial comprobado de más de 50 años, Sika produce membranas poliméricas Sarnafil® y Sikaplan® de alta calidad y de larga duración, además de la membrana de aplicación líquida SikaRoof® MTC que satisface las necesidades y presupuestos específicos de las instalaciones sanitarias.

Sika suministra soluciones para la nueva construcción y renovación de las siguientes cubiertas :

- Cubiertas expuestas
- Cubiertas de grava
- Cubiertas verdes
- Helipuertos
- Cubiertas solares
- Balcones

LOS ENTORNOS INTERIORES SÓLO PUEDEN FUNCIONAR PERFECTAMENTE CUANDO ESTÁN PROTEGIDOS POR UN CERRAMIENTO HERMÉTICO DEL EDIFICIO. TOME EL CONTROL DE SU AMBIENTE CON LAS SOLUCIONES DE CERRAMIENTOS DE EDIFICIOS DE SIKA.



SOLUCIONES PARA:

1

Mezclas de hormigón

2

Impermeabilización de sótanos

3

Sellado y unión de fachadas acristaladas.

4

Sellado de juntas de fachadas / Instalación de ventanas

5

Protección contra incendios y corrosión para estructuras de acero.

6

Cubiertas

SIKA COMO SOCIO DE CONFIANZA E INOVADOR EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN

Sika es una empresa de especialidades químicas con una posición líder en el desarrollo y producción de sistemas y productos para el pegado, sellado, aislamiento, refuerzo y protección en el sector de la construcción y la industria del automóvil. Sika tiene filiales en más de 100 países de todo el mundo y produce en más de 200 fábricas.

100 AÑOS DE EXPERIENCIA

Nuestra reputación de calidad y confianza es virtualmente inigualable, y se ilustra a través de una cartera completa de productos para la resolución de problemas que se han empleado durante muchos años en una amplia gama de aplicaciones. Ya sea que estemos impermeabilizando su sótano o su cubierta, protegiendo sus pavimentos y paredes, sellando rascacielos o su automóvil, o trabajando con usted en su edificio, verá por qué somos reconocidos por el Building Trust. Para conocer la gama completa de soluciones desde el sótano hasta la cubierta, consulte nuestro folleto sobre las instalaciones industriales.

PRESENCIA MUNDIAL PARA NUESTROS CLIENTES

Sika tiene un largo historial de éxitos como proveedor completo de soluciones de problemas y sistemas en diferentes proyectos de instalaciones para la industria alimentaria en todo el mundo. Visite la sección de "referencias" en www.sika.com para ver una selección de estos proyectos. Con una amplia experiencia técnica y una sólida experiencia práctica en todos los continentes y en todo tipo de climas y entornos, Sika es un socio altamente cualificado y de confianza para todos sus proyectos. Sika tiene equipos técnicos y de ventas altamente profesionales para apoyar a nuestros clientes. Estos equipos incluyen ingenieros cualificados y técnicos con experiencia en todas las tecnologías y aplicaciones relevantes, junto con ingenieros de servicio técnico que cuentan con una amplia experiencia práctica en instalación y capacitación en el lugar para ayudar a garantizar que el trabajo se complete correctamente a la primera.

LO QUE HACE QUE SIKA TENGA ÉXITO ES EL VALOR PARA INNOVAR

Más de 800 de nuestros empleados a nivel mundial están dedicados a la investigación y el desarrollo. El éxito y la reputación de Sika se basan en nuestra larga tradición de innovación. En consecuencia, el núcleo del negocio de Sika es la gestión de la innovación y el enfoque en el desarrollo de productos de calidad y las mejores soluciones para los clientes. Sika Technology AG en Suiza asume el liderazgo en programas de investigación a largo plazo para todo el Grupo Sika, mientras que la responsabilidad del desarrollo de nuevas soluciones recae en nuestros 20 Centros Globales de Tecnología más 18 Centros Regionales de Tecnología en todo el mundo. También se desarrollan nuevos productos y sistemas a nivel regional para satisfacer las necesidades y requisitos específicos de los mercados locales.

MÁS VALOR, MENOS IMPACTO

Sika tiene el compromiso de ser pionero en soluciones sostenibles para enfrentar los desafíos globales y lograr esto de manera segura con el menor impacto posible en los recursos. Crear y aumentar valor al mismo tiempo que se reducen los impactos, ese es el objetivo. Nuestra estrategia integra totalmente la sostenibilidad en todos nuestros procesos comerciales, y nos esforzamos por crear valor para nuestros clientes y socios a lo largo de toda la cadena de suministro y durante toda la vida útil de nuestros productos. El valor creado supera con creces los impactos asociados con la producción, distribución y uso.

KASPAR WINKLER
FUNDÓ SIKA EN

1910

SIKA HA PROPORCIONADO SOLUCIONES
DE IMPERMEABILIZACIÓN DURANTE

100 AÑOS

EL PRIMER PRODUCTO SIKA - Sika®-1 -
SIGUE EN EL MERCADO

CADA AÑO SIKA SUMINISTRA SUFICIENTES
MEMBRANAS PARA CUBRIR

**TODO
MANHATTAN**

COMPETENCIAS BÁSICAS:

**PEGADO, SELLADO, AISLAMIENTO, REFUERZO
Y PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS**

EN CONSTRUCCIÓN E INDUSTRIA

SIKA TIENE ALREDEDOR DEL MUNDO

**20 CENTROS
TECNOLÓGICOS**

CADA AÑO SIKA PRESENTA

**70 NUEVAS
SOLICITUDES DE
PATENTES**

LOS SISTEMAS DE PAVIMENTOS PARA SALAS BLANCAS LANZAN

**1.000 VECES
MENOS EMISIONES**

QUE LOS SISTEMAS ESTÁNDARES DE BAJA EMISIÓN

200 PREMIOS

FÁBRICAS EN TODO EL MUNDO

SIKA TIENE SUBSIDIARIAS EN

100 PAÍSES

ALREDEDOR DEL MUNDO

SIKA TIENE

**18.000
EMPLEADOS**

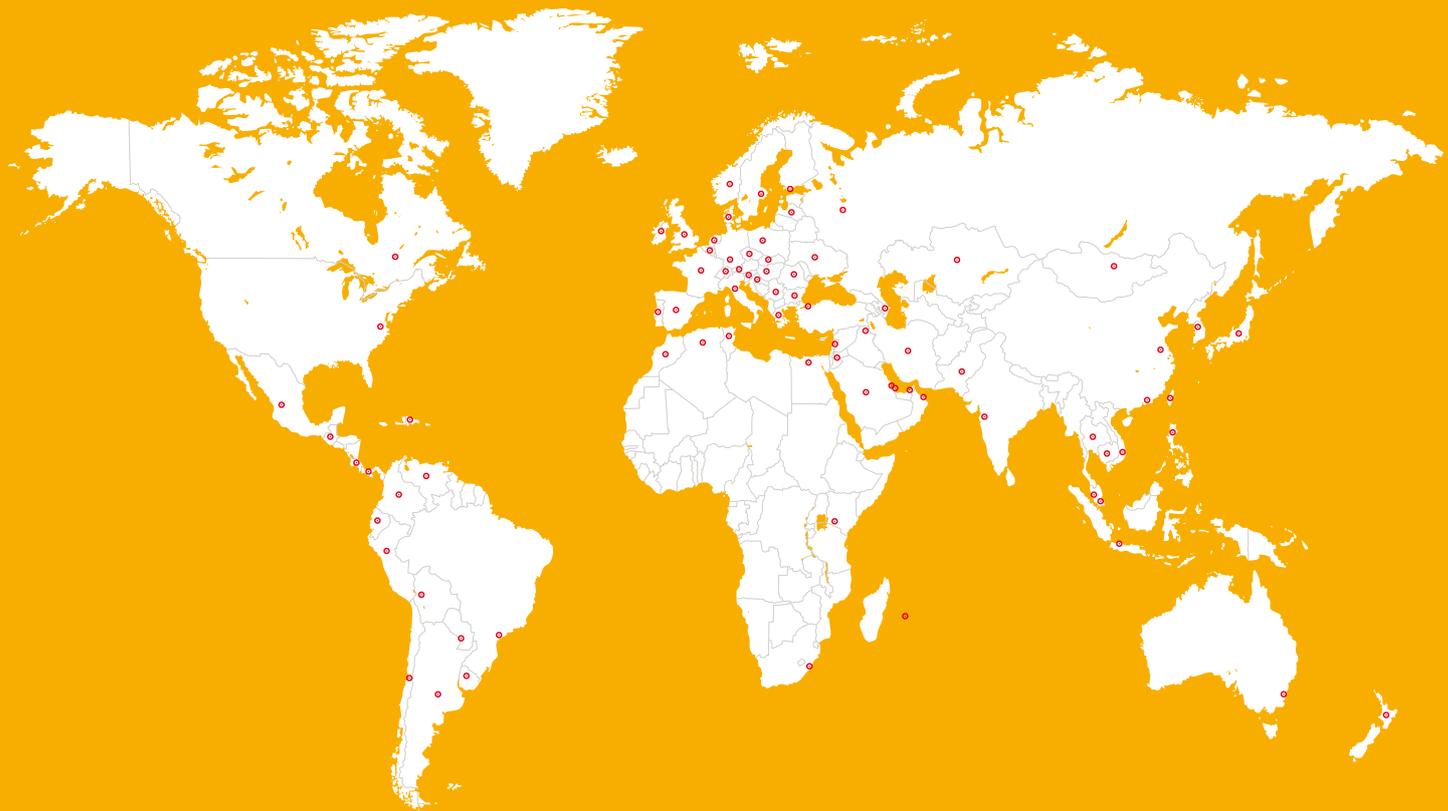
SIKA ALCANZÓ UN TOTAL DE VENTAS DE

**6.25 BILLONES
DE FRANCO
SUIZOS EN 2017**

BUILDING TRUST



SIKA - UNA EMPRESA GLOBAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA



PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SELLADO Y PEGADO:



QUIÉNES SOMOS

Sika es una compañía con presencia global que suministra especialidades químicas para la construcción – en edificación y obra civil – y la industria de producción (automoción, autobuses, camiones, ferrocarril, plantas solares y eólicas, fachadas). Sika es líder en materiales para sellado, pegado, aislamiento, refuerzo y protección de estructuras.

Las líneas de producto Sika ofrecen aditivos para hormigón de alta calidad, morteros especiales, selladores y adhesivos, materiales de aislamiento, sistemas de refuerzo estructural, pavimentos industriales, cubiertas y sistemas de impermeabilización.

Nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y suministro son de aplicación.

Se ruega consultar la versión última y actualizada de la Hoja de Datos de Producto previamente a cualquier uso.



Diseño y producción en instalaciones de Alcobendas (Madrid)



RESPONSIBLE CARE
El compromiso de la industria química con el Desarrollo Sostenible

SIKA, S.A.U.
Ctra. Fuencarral, 72
P.I. Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
España

Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38
Dpto. Técnico: 902 105 107
info@es.sika.com
www.sika.es

BUILDING TRUST

