

Planeación y diseño de pisos industriales

Los pisos de concreto en áreas grandes para edificios comerciales e industriales deben diseñarse y construirse con la mayor economía posible para proporcionar un servicio libre de problemas.



La construcción de un buen

piso de concreto requiere una comunicación estrecha entre el propietario, el arquitecto, el ingeniero y el contratista con una comprensión mutua del nivel de calidad necesario para el uso que se pretende darle. En resumen: un buen piso de concreto sobre terreno es el resultado de la planeación sensible, el diseño y detallado cuidadosos, la selección apropiada de materiales, especificaciones completas, inspección apropiada y buena mano de obra. Para definir las responsabilidades de cada participante, son esenciales las reuniones previas al diseño, a la licitación y a la construcción. En la junta previa al diseño, los propietarios y los usuarios deben contestar preguntas como: ¿Cómo se usará el piso? ¿Qué tipos y magnitudes de cargas del piso se prevén? ¿Cuáles son los requerimientos estéticos, incluyendo aceptabilidad de agrietamiento aleatorio de la losa?, así como ¿qué revestimientos o recubrimientos especiales para pisos se usarán?

Muchos pisos de concreto que se construyen actualmente son estructuras con un alto grado de ingeniería sujeta a importantes exigencias. Por ejemplo, las nuevas instalaciones para almacenamiento con frecuencia son diseñadas para un almacenamiento de alta densidad. Esto significa que la instalación tendrá altos anaqueles; que deberá soportar cargas extremadamente pesadas, y que requerirá superficies planas y niveladas para la operación ágil de los altos montacargas que almacenan y mueven las mercancías. Un piso con tan alto grado de ingeniería no sería necesario o rentable para casas o pequeños negocios.



Pisos de concreto con allanado mecánico

Este tipo de pisos requiere la implementación de los siguientes pasos:

- **Preparación del suelo:** Es de suma importancia la compactación y nivelación del suelo ya que ha de recibir la carga a la que esté solicitado el piso.
- **Moldeo:** Es fundamental que los moldes estén en perfecto estado de conservación y que sean preferentemente metálicos. Para la nivelación es conveniente el uso de niveles láser u ópticos.
- **Colocación de armadura metálica:** De ser necesario deberá colocarse una malla metálica previa al colado del concreto. Debe verificarse que la misma se interrumpa en cada junta para evitar que las tensiones de contracción fisuren el piso en lugares no deseados.

La continuidad entre paneles se logrará con la colocación de pasajuntas que deberán estar envainados y engrasados en uno de sus extremos.

- **Colado del concreto:** El concreto a utilizar es especificado por el proyectista, siendo recomendable que tenga un contenido mínimo de cemento de 340 kg/ m^3 , una relación agua cemento de 0,5 y que se incorporen fibras de polipropileno que sirvan para controlar el asentamiento de los agregados y las tensiones de contracción en el proceso de fraguado entre otras ventajas. Resulta también importante la calidad del concreto, la mano de obra y el equipamiento.

El concreto colado y enrasado deberá ser vibrado con vibradores de inmersión y posteriormente acabado con reglas vibratoras.

- **Colocación de endurecedores:** Los endurecedores son minerales de alta dureza, inertes al ataque de agentes químicos y de granulometría controlada que mezclados con cemento se espolvorean sobre el concreto fresco (4 kg/m^2). Se utiliza una llana articulada de aleación de tungsteno para incorporar el endurecedor y el cemento.

- **Terminación superficial:** Este es el proceso que demanda más equipamiento y mano de obra especializada, dado que una vez comenzado el fraguado del concreto, se cuenta con un tiempo limitado para el correcto allanado. Asimismo, la tecnología empleada definirá el grado de planicidad y compactación del piso.

En términos generales el proceso consiste en pasar máquinas allanadoras, primero colocándoles platos metálicos, luego paletas anchas y por último paletas finas de acabado. Cuando la superficie lo permita es

conveniente utilizar allanadoras dobles tripuladas por el operador que son las de mejor y más moderna tecnología. Para los bordes es necesario colocar unas más pequeñas. El proceso continúa hasta lograr una superficie lisa brillante. Permite además acabados rodillados, escobillados y en diferentes colores.



- **Curado:** para evitar la pérdida de humedad podrá aplicarse una membrana de curado o mantener húmeda la superficie si se desea utilizar un vitrificante y endurecedor químico.
- **Aserrado:** mediante aserradoras provistas de discos diamantados (5 a 10 mm de espesor) se procede a marcar las juntas de contracción en los sitios donde se dejaron previstas. Este proceso debe realizarse si es posible inmediatamente finalizado el allanado.
- **Vitrificante y endurecedor químico:** Los acabados alisados tratados con estos productos desarrollan con el uso un brillo similar al pulido. Este brillo indica la vitrificación que dificulta el ingreso a la superficie tratada de polvo, aceites, grasas y otros agentes que producen manchas, reduciendo los costos de encerado y mantenimiento.
- **Acabado de juntas:** A las juntas limpias y secas se les coloca un material de respaldo, se les aplica un imprimante especial y luego un sellador poliuretánico.
- **Encerado:** pueden ser encerados para realzar su brillo y para protegerlos del derrame de combustibles y aceites.

Concreto de alta eficiencia para pisos resistentes al desgaste

Cuando se requieren pisos de alto comportamiento el concreto debe tener ciertas propiedades plásticas. En este sentido, el concreto de alta eficiencia empleado en pisos industriales, se especifica con frecuencia pero pocas veces se consigue. Normalmente los pisos HPC (High Performance Concrete, por sus siglas en inglés) o Concreto de alto comportamiento, se requieren en fabricas, bodegas, centros de distribución, así como en otros tipos de áreas industriales sujetas a tráfico vehicular. Para el propietario de la obra lo importante es conseguir un concreto eficiente una vez que éste se endurezca. Sin embargo, la eficiencia debe presentarse también cuando el material se encuentra en estado plástico, para que un buen contratista pueda colocarlo y darle un acabado adecuado.

Los pisos industriales construidos con HPC deben tener las siguientes propiedades: Relación agua/cemento de 0.45 a 0.50. Una resistencia a la abrasión de buena a excelente. Los números de medición de planicidad y nivelación deben ser por lo menos FF35/FF30. Para lograr estos resultados se requiere de planos, especificaciones y de procedimientos adecuados. Una especificación apropiada

requiere un conocimiento actualizado de la tecnología del concreto y familiaridad en la aplicación de los documentos del ACI. Se requiere también un conocimiento básico de diseño de mezclas, incluyendo su fabricación, el contenido de agua requerido, los tipos de agregados y granulometría, así como de la clase y uso de aditivos. Toda esta información deberá aparecer incluida en la especificación del material, la cual deberá ser clara y precisa.

Importancia de la relación a/c

¿Por qué se requiere una relación a/c entre 0.45 y 0.50? Datos de prueba indican que para ciertos materiales dados, la mezcla con la más baja relación agrietamiento/ edad, será aquella con menor relación a/c y con menos pasta. Usualmente, concretos sin aire incluido, con una combinación de agregados bien graduada, con un tamaño máximo de (¾ a 1 pulgada) 19-25,4 mm y con un contenido de agua de 163,12 kg/m³, tendrá un revenimiento aproximado de entre 5 y 7.5 cm. Para una relación a/c de 0.45 a 0.50, el contenido de cemento de estas mezclas varía de 326 a 362 kg/m³. A pesar de que el contenido de pasta para esta mezcla le permite a un buen contratista producir un concreto con un excelente acabado, la colocación y compactación de esta mezcla de 5 a 7.5 cm de revenimiento no es tarea fácil, además que se dificulta también el aplanado y nivelación del material. Así pues, si se quiere lograr un revenimiento adecuado, que puede variar entre 12-20 cm, se necesitará de un aditivo reductor de agua de alto o mediano rango, dependiendo de las condiciones climáticas de si el material va a ser bombeado o no. La distancia de bombeado también puede determinar la necesidad de un revenimiento determinado. Cuando en la nivelación sea empleada una niveladora láser auto propulsada, el valor del revenimiento óptimo estará normalmente entre 12-15 cm.

Control de calidad

El control de calidad en la planta mezcladora incluye un monitoreo cuidadoso de la granulometría del agregado y del contenido de humedad. El control en el revenimiento es vital cuando las tolerancias en el aplanado son mínimas. Si se quiere obtener un piso de concreto endurecido de alta eficiencia es necesaria una adecuada relación a/c, para lo cual se dispondrán métodos de prueba en el sitio para verificarla, mientras esta relación pueda ser ajustada. Para verificar el contenido de agua del concreto, puede emplearse el ensayo de la AASHTO TP23 o un equipo nuclear que existe para este fin. Estos dos métodos, aseguran al propietario de la obra, al ingeniero y al equipo de obra, que el diseño de mezcla usado, cumple los requerimientos especificados.



Reducción de la fisuración y alabeo

Tanto la fisuración como el alabeo están relacionados con el agrietamiento del concreto. Los pisos hechos con concreto de alto agrietamiento, están más sujetos a la fisuración y alabeo excesivos. La mezcla que se ha descrito arriba ayuda a minimizar el agrietamiento debido a que tiene una relación a/c baja y un contenido bajo de pasta.

Resistencia a la abrasión

La clave para una buena resistencia a la abrasión es un allanado metalizado. Numerosos estudios han demostrado que pasar múltiples veces una llana metálica, mejora notablemente la resistencia a la abrasión, por lo tanto los HPC para pisos deben tener la cantidad de pasta necesaria para poder realizar estas operaciones. Además, la combinación de una baja relación a/c, pasos múltiples de la llana y un pronto curado, ayuda a asegurar una adecuada resistencia a la abrasión en los pisos industriales. En pisos sometidos a desgaste excesivo por abrasión –como los que se tienen en las basculadoras (áreas en donde se pesan contenedores de carga) o en las áreas de manejo de basuras– puede ser necesario el empleo de recubrimientos con agregados metálicos, con el objeto de disminuir la tasa de desgaste.