N° 11: Patologías Superficiales en Pavimentos y Pisos Industriales: Causas y Soluciones

Ing. Humberto Balzamo y M. Segerer
Consultores Internacionales en Tecnología del Concreto y del Cemento

RESUMEN

Los pisos y pavimentos de hormigón cumplen la función no solo de soportar cargas, sino también de transferirlas al sustrato. Habitualmente estas cargas son dinámicas (circulación de automóviles, elevadores, etc), lo que genera una solicitación adicional. Por esta razón, es de suma importancia realizar durante la ejecución del elemento, una terminación superficial que le permita a la pieza resistir los esfuerzos mecánicos sobre la superficie a lo largo de su vida útil.

Lamentablemente, la falta de cuidados y las malas prácticas constructivas traen aparejados problemas no solo estéticos, sino también funcionales. La presencia de empolvamiento superficial, delaminaciones, ampollas y mapeo (fisuración en forma de mapa) son algunas de las patologías más habituales en los pavimentos y pisos industriales de hormigón.

El presente trabajo presenta un detalle de los defectos mencionados anteriormente, indicando cuando y por que se producen, como identificarlos y cuales son las prácticas necesarias para prevenirlos.

Palabras clave: pisos, pempolvamiento, delaminación, ampollas, mapeo.

INTRODUCCIÓN

En los pisos y pavimentos de hormigón es común observar una variedad de patologías generadas habitualmente durante la ejecución de la obra debido a un desconocimiento o falta de cuidados. Entre ellos podemos mencionar:

1) Ampollamiento
2) Delaminaciones
3) Empolvamiento superficial
4) Fisuración en mapa
5) Decoloraciones y eflorescencias

6) Alabeo de las losas

7) Desprendimientos (pop-outs) y delaminaciones por durabilidad

8) Problemas relacionados con las juntas

9) Problemas derivados de subbase o drenajes inadecuados

En todos los casos, su presencia disminuye la serviciabilidad, la estética, la funcionalidad y/o vida útil del elemento, entre otros; por lo que deben tomarse las medidas necesarias para prevenirlas. Estas medidas no son complejas, pero sí muchas veces olvidadas.

En el presente trabajo, se analizan las primeras cuatro patologías superficiales, ya que responden a principios muy similares. Los defectos arriba mencionados, están condicionados, entre otros, por los siguientes parámetros:

- Tareas de terminación superficial: una terminación prematura con el hormigón aún exudando, o con técnicas inadecuadas, provocarán seguramente debilidades superficiales.
- Exudación del hormigón fresco: una excesiva exudación de agua en la cara expuesta del piso, suele traer ciertos problemas; siendo fundamental su estudio desde la dosificación misma del hormigón, como por ejemplo minimizando la cantidad de agua de mezclado.
- Condiciones ambientales: al igual que en la fisuración del hormigón fresco y endurecido, las condiciones del ambiente durante la colocación y algunas horas posteriores tienen una influencia determinante en la calidad final de las superficies y su posterior resistencia al desgaste.

CÓMO Y PORQUÉ APARECEN LOS DEFECTOS Y DEBILIDADES SUPERFICIALES

- Ampollas (Figura 1): son protuberancias huecas generadas en la superficie del hormigón. Tienen un diámetro aproximado de 1 cm, pero pueden encontrarse entre 5 mm hasta 10 cm. Las ampollas se pueden formar en la superficie del hormigón fresco cuando vacíos de aire o "bolsas" de agua ascienden en

hormigones plásticos y fluidos durante la exudación, y son atrapados bajo la superficie que ha sido sellada prematuramente durante el llaneado. Este rápido sellado de la superficie (una delgada capa de 2 a 4 mm) ocurre frecuentemente cuando la parte superior de la losa se endurece, se seca o fragua más rápidamente que el resto del hormigón en el interior de la losa. No es fácil reparar estos defectos cuando el hormigón ha endurecido.

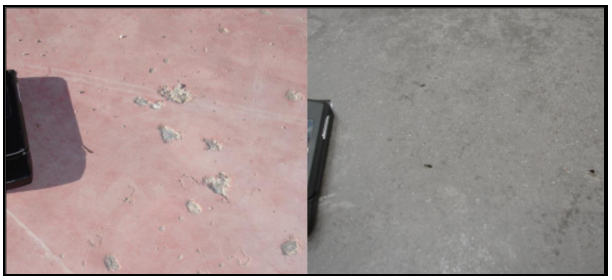

Figura 1.

- Delaminaciones (Figura 2): son causadas por técnicas inapropiadas en la terminación de las superficies que sellan a ésta y atrapan agua que de otra manera hubiera sido evaporada como agua de exudación. La superficie delaminada está formada habitualmente por una capa superior de 2 a 8 mm de espesor de mayor densidad, la cual se separa de la losa base. La delaminación ocurre cuando la superficie del hormigón fresco es sellada mediante un alisado con llana, mientras el hormigón subyacente está en estado plástico y exudando o cuando aún puede liberar burbujas de aire. También se genera cuando, por la rápida evaporación del agua de exudación debido al secado de la superficie (condiciones similares a las determinantes para la fisuración por contracción plástica) hace que esta parezca estar lista para el llaneado, mientras que el hormigón inferior aún está en estado plástico.

Figura 2.

- Empolvamiento superficial (Figura 3): Se genera debido a la desintegración de la superficie del hormigón endurecido. También se lo denomina "empolvamiento" o "pulverización".

Es el resultado de una capa delgada y débil llamada "lechada", compuesta de agua, cemento y partículas muy finas. Este proceso ocurre cuando se presenta una exudación excesiva y/o se llevan a cabo malas prácticas de terminación superficial. Existe mayor probabilidad de ocurrencia en clima frío, ya que el período que se mantiene el hormigón en estado fresco es mayor, por lo que hay un tiempo de exudación más prolongado. El ascenso del agua en el hormigón fresco hace que la relación agua / cemento de la zona superficial resulte mayor que la del resto de la masa de hormigón, lo que genera que la resistencia en esta zona sea menor. El alisado con agua de exudación expuesta y el agregado de agua en la superficie para "mejorar" la terminación superficial (otra práctica constructiva muy habitual) aumentan el exceso de agua en la superficie debilitando aún más la resistencia al desgaste, originando la formación de polvo aun con tránsito liviano.

- Mapeo Superficial **(Figura 4): Un** patrón de finas fisuras usualmente separadas un par de pulgadas es llamada fisuración por mapeo, piel de cocodrilo o afogarado (en inglés map cracking o crazing). Generalmente estas fisuras son poco profundas y no causan problemas de performance a largo plazo. La fisuración en mapa es el desarrollo de una red de finas "cuarteaduras" o fisuras aleatorias sobre la superficie del hormigón, causadas por una contracción por secado excesiva de la capa superficial. Se presentan como áreas hexagonales irregulares con dimensiones entre 20 a 60 mm. Ellas no afectan, por lo general, la integridad del hormigón y raramente afectan la durabilidad o la resistencia al desgaste, solo colectando polvo con el tiempo; no siendo estructurales pero sí antiestéticas.

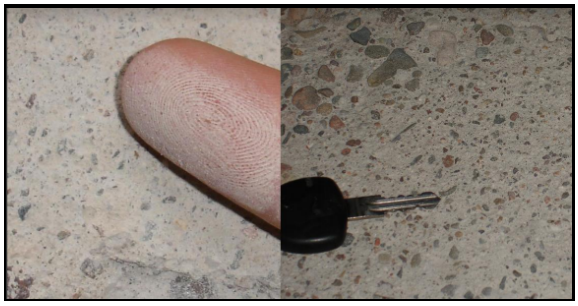

Figura 3.

Figura 4.

CÓMO IDENTIFICARLOS

En general, todas estas debilidades pueden aparecer a los pocos días del hormigonado o cuando comienza el tránsito sobre el piso o el pavimento de hormigón. Las ampollas o de laminaciones van a ir apareciendo progresivamente, hasta que con el tiempo se vayan eliminando todas las partes superficiales débiles, independientemente del hormigón con que se elabore. En todos los casos, las reparaciones son muy difíciles.

Las delaminaciones en la superficie de una losa pueden variar desde algunos centímetros cuadrados hasta un área de varios metros cuadrados, y pueden ser detectadas por un sonido hueco cuando se golpea con un martillo o con una pesada cadena de arrastre. Las delaminaciones aparecen entre 2 y 7 días posteriores al hormigonado y se manifiestan más severamente cuando el piso se pone en servicio.

En el caso del empolvamiento, su característica principal es la generación de polvo bajo cualquier tipo de tráfico y que pueden ser raspadas con la uña con cierta facilidad. El ensayo cualitativo que siempre se realiza, es frotar con la yema del dedo la superficie de hormigón, y en la misma queda el polvo superficial del hormigón (Figura 3), lo cual puede apreciarse a los pocos días de haber hormigonado.

En lo que respecta al mapeo, es muy fácil su identificación visual por su aspecto característico. Generalmente las fisuras se desarrollan a edad temprana y son apreciables de un día a 10 días, o cuando se pone en servicio el pavimento.

En la mayor parte de los casos, al extraer testigos (Figura 5) puede apreciarse claramente una capa superior con un aspecto visual diferente al resto de la masa del hormigón, la que posee una mayor razón agua / cemento o presenta una marcada interfaz. Estas apreciaciones generalmente pueden realizarse a simple vista y, en casos

más complejos, pueden complementarse con un examen petrográfico del hormigón endurecido.

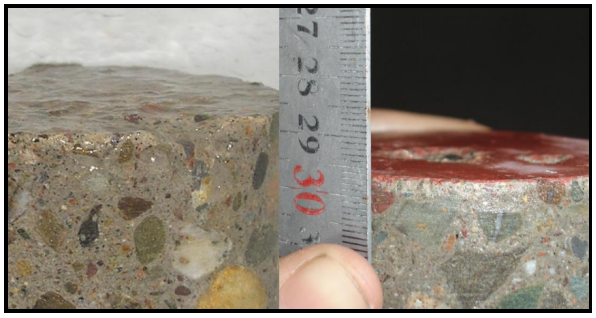

Figura 5.

CÓMO PREVENIR LOS DEFECTOS O DEBILIDADES SUPERFICIALES

Así como para determinar el tiempo óptimo para la materialización de las juntas aparece el concepto de la "ventana de aserrado". En el caso de las tareas de terminación superficial, aparece un tiempo óptimo en el cual deben realizarse, determinando así la "ventana de acabado" que se esquematiza en la Figura 6.

- Todas las tareas de manipuleo, colocación, vibrado, regleado y fratazado, deben ser realizadas lo más rápido posible antes que el hormigón comience a exudar, para evitar incorporar el agua de exudación a la superficie del piso o pavimento y así debilitarla.
- Las tareas de espolvoreo de endurecedores y llaneado mecánico o manual, deben ser postergadas lo más posible, sin que ello implique el riesgo de no obtener buenas terminaciones superficiales.

En la bibliografía figura la regla práctica que el piso debe terminarse superficialmente con llana cuando una huella de una persona sobre el hormigón deja una marca de profundidad de entre 3 y 6 mm (1/4" y 1/8"). Una profundidad mayor de 6 mm indica que se sellará prematuramente la superficie pudiendo aparecer las debilidades ya estudiadas. Una profundidad menor a 3 mm dificulta llegar a la planicidad requerida, o también defectos superficiales. La regla práctica de esperar a que no sea apreciable el brillo superficial del agua de exudación, puede no ser correcta debido a condiciones atmosféricas adversas. Puede parecer que el hormigón haya terminado de exudar, pero es un fenómeno solo superficial y continúa exudando. Al sellar su superficie prematuramente pueden aparecer defectos en el hormigón

endurecido.

Una o más de las precauciones listadas abajo pueden eliminar la ocurrencia de debilidades superficiales y las mismas deben escogerse en función de la disponibilidad de medios en la obra.

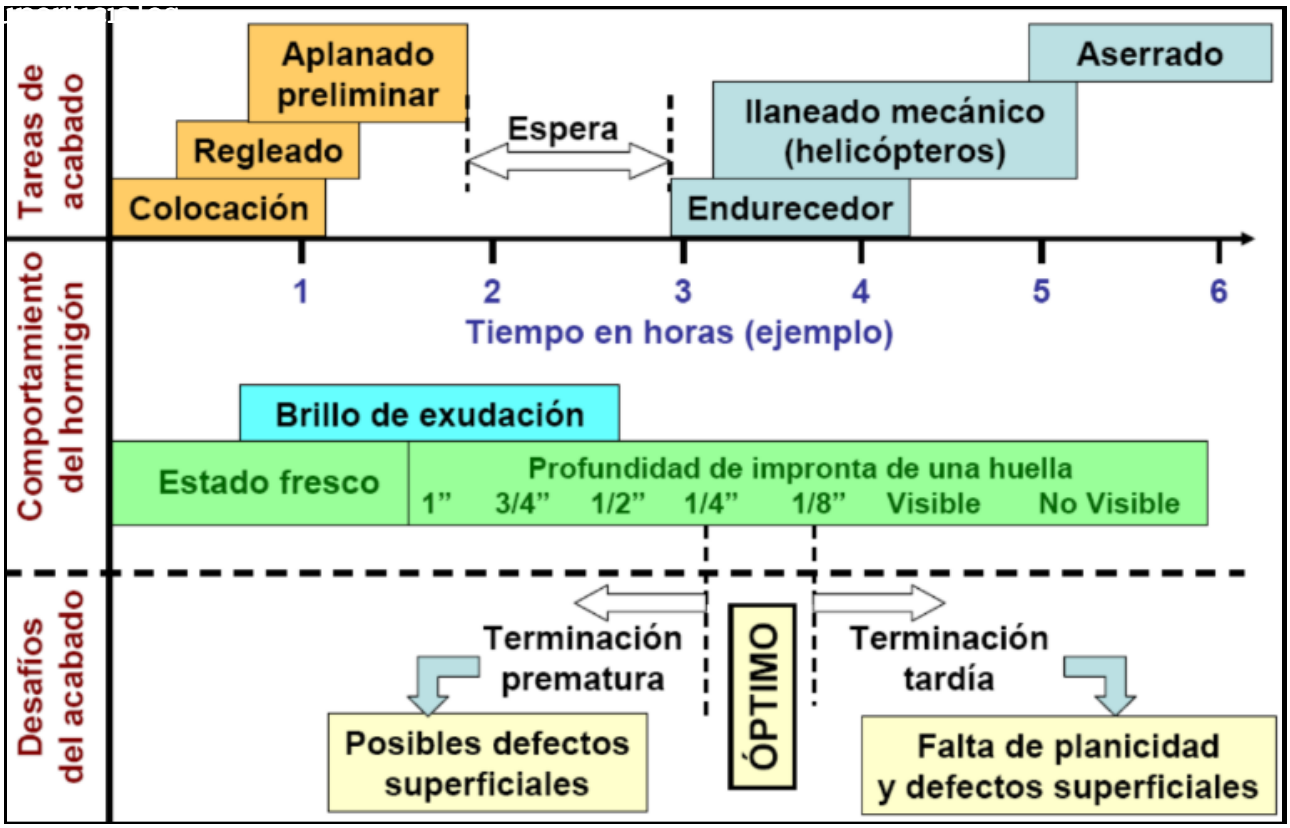

Figura 6.

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN ELABORADO

- Minimizar la exudación, ya que es el factor fundamental en la aparición de debilidades superficiales; empleando agregados bien graduados, aditivos reductores de agua, impedir incorporación de agua en obra y no emplear asentamientos elevados (superiores a 12 cm).
- No emplear mezclas muy cohesivas, con contenidos de cemento moderado (hasta 350 kg/m3).
- Utilizar agregados con material pasante tamices #30, #50 y #100

bajos. Procurar eliminar el material pasante por el tamiz # 200.

- Controlar el aire incorporado en la mezcla. En cantidades elevadas reducen la velocidad de exudación, pudiendo generar un acabado prematuro de la superficie, principalmente en estructuras bajo techo.
- Lograr una uniformidad en el asentamiento y el inicio de fragüe de los diferentes pastones.

PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS

- No acabar prematuramente el hormigón, ya que puede sellarse la capa de lechada superficial o debilitar la superficie cuando aún existe agua de exudación en esta .
- No "sobretrabajar" el hormigón, ya que puede promover la aparición de una capa superficial más débil.
- No utilizar solo cemento como "endurecedor" sobre las superficies de hormigón fresco ya que sella superficialmente la capa y genera una contracción por secado mayor que en el interior del hormigón.

Emplear una adecuada dosificación de cemento y cuarzo, o algún otro agregado resistente al desgaste superficial.

- Nunca "rociar" con agua la superficie del hormigón para facilitar el trabajo de acabado, ya que seguramente el piso presentará alguna debilidad. Para mejorar la terminación superficial se deberá redosificar la mezcla aumentando su fluidez. Esto se puede logar empleando un aditivo fluidificante, para mantener constante la razón agua / cemento. Es posible también que no se cuenten con las herramientas adecuadas para realizar el acabado superficial. En tal caso, el constructor deberá tomar las medidas correspondientes.
- No espolvorear prematuramente los endurecedores superficiales, y nunca cuando el hormigón continúe exudando. En varios casos los fabricantes, especifican espolvorear en dos partes: una después del fratazado y la otra parte cuando ha terminado la exudación, pero nunca toda la

cantidad al inicio.

- Vibrar adecuadamente el hormigón. El vibrado excesivo puede generar una capa de lechada superficial que provoque futuros defectos.
- Realizar las tareas de colado, vibrado, regleado, fratachado lo más rápido posible. Cuando comience la exudación, se deberá dejar que el hormigón evapore toda el agua superficial, evitando incorporar a esta durante las operaciones de llaneado.
- Realizar adecuadamente todas las tareas de protección, teniendo en cuenta si el piso será o no llaneado mecánicamente.
- Realizar adecuadamente el curado del hormigón y aplicarlo lo más rápido posible una vez terminadas todas las tareas de terminación.

CONDICIONES AMBIENTALES

- Evitar la rápida evaporación del agua de exudación, ya que opaca rápidamente la superficie mientras el hormigón en el interior continua exudando.
- Ventilar los espacios cerrados, ya que el contacto del aire muy cargado en dióxido de carbono con la superficie de hormigón en sus primeros días puede provocar el empolvamiento superficial.
- Proteger el hormigón de las condiciones de tiempo frío, procurando no retrasar en demasía el fraguado del hormigón
- Evitar posibles condensaciones de agua sobre el hormigón en locales con elevada humedad.

BIBLIOGRAFÍA

1) American Concrete Institute. Comité ACI 302 "Guide for Concrete Floor and Slab Construction". ACI International. Farmington Hills: MI (USA)

2) American Concrete Institute. Comité ACI 360 "Design of Slab – on – Ground Floors". ACI International. Farmington Hills: MI (USA)

3) Comité Euro-International du Beton, "Durable Concrete Structures" (Lausanne, Suiza: ISBN 0 7277 1620 4, 1992): p. 112