Pisos industriales... sin ¡juntas!

RICARDO ALATORRE BELTRÁN

Nada como el olor de un auto nuevo. Muchos inversionistas en naves industriales experimentan esta misma grata una sensación al ver el piso de concreto de su nave antes de ponerlo en operación, con un impecable pulido y un reflejo libre de daños.

Así como los autos suman miles de km a sus recorridos, desafortunadamente también se acumulan los meses en operación del piso, por lo que en los dos casos el inversionista tendrá que hacerse a la idea de planear un mantenimiento preventivo constante con la meta de evitar daños mayores y ¿por qué no?, de conservar ese olor a nuevo por más tiempo. Será tarea de otros revelar los planes de la industria automotriz para darle vida eterna a esa sensación, en tanto la finalidad en este artículo es difundir la nueva alternativa de la industria del concreto en México para reducir el deterioro de las naves: los pisos industriales sin juntas.

Los daños provocados por la existencia de las juntas a cada cuatro o cinco metros aproximadamente en los pisos de concreto siempre han existido. No obstante, éstos parecen no estar a la vista de todos los participantes en un proyecto diseñador, constructor, supervisor y proveedores de materiales como concreto, endurecedores superficiales, membrana de curado, sello, etc . Sólo es el usuario final quien sufre las molestias y vive los daños en las juntas de los pisos industriales.

Hagamos cuentas: un centro de distribución de 35 mil m^2 tiene unos 14 mil metros lineales de juntas susceptibles de presentar despostillamientos y escalonamientos que requerirán resellado constante durante toda su vida útil. Además, con tal cantidad de km de juntas a ser devoradas diariamente por los montacargas, los daños no sólo se limitan al piso, sino que las llantas sólidas de

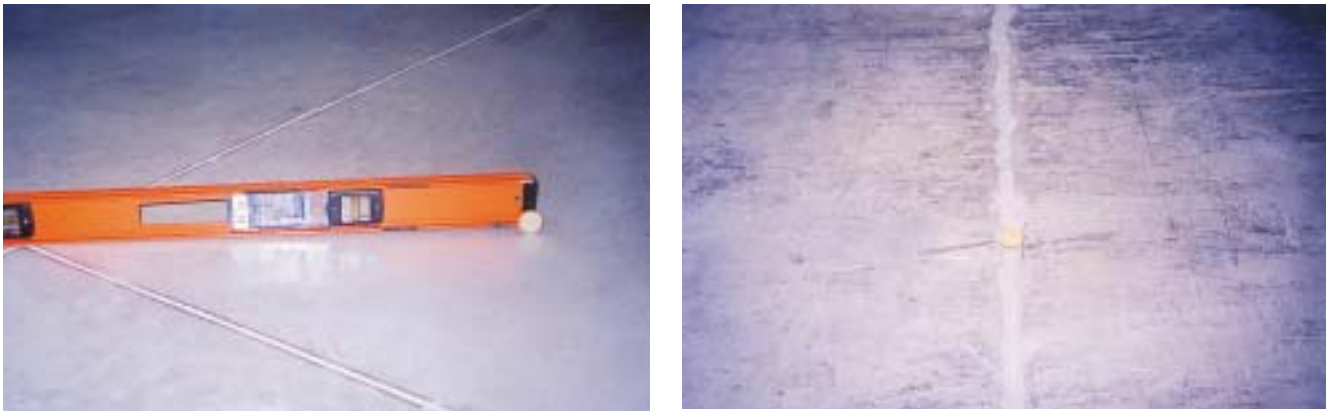


Figura 1.a Despostillamientos presentados en una junta de control en operación y b) Alabeo en una junta de control de aproximadamente 13 mm. Nota: en ambas fotos se toma como referencia una moneda de $10 que tiene un diámetro de 27 mm

dichos vehículos también requerirán remplazo más rápido y la operación del centro de distribución podrá verse afectada por los tiempos perdidos en reparaciones, mantenimiento o simplemente por disminuir la velocidad al transitar por una junta dañada.

FALLAS COMUNES DE LOS PISOS INDUSTRIALES CON LAS PROPIEDADES BÁSICAS DEL CONCRETO CONVENCIONAL

1. La contracción por secado: todo concreto, por naturaleza, sufre una pérdida de volumen -o contracción- durante el proceso de secado. La razón por la que los pisos industriales requieren de cortes con disco a la distancia convencional de cuatro metros aproximadamente es, en efecto, controlar el agrietamiento que sufre como consecuencia de la contracción por secado. Al realizar los cortes con disco -con la separación, geometría, profundidad y tiempo adecuados- se logra controlar este tipo de fisuras, y se permite que el concreto se agriete por debajo del corte con disco y no en cualquier otra parte del piso en donde sí se notarían las grietas. En resumen, todo piso industrial se agrieta, sólo que en algunos casos se logra controlar el agrietamiento, al formarse debajo del corte con disco y no en la superficie.

Sin embargo, la contracción por secado continúa durante los primeros meses de vida. El ancho de las juntas de control al momento del corte es de tres mm (1/8") y 90 días después de colada la losa, el ancho de la misma junta será de entre seis y 12 mm, es decir, la contracción por secado continúa con el paso del tiempo. Se estima que entre 60% y 80% de la contracción final se presentará a los 90 días de colado el piso.

> "El problema de la contracción por secado crece cuando el sello de las juntas cortadas con disco se realiza tradicionalmente"

El problema de la contracción por secado crece cuando el sello de las juntas cortadas con disco se realiza tradicionalmente: 30 días después de colado el piso y con un sellador semirígido. El sellador, después de estos treinta días, fallará y provocará que el propietario gaste en el primer mantenimiento obligado de un piso industrial: el resellado. Si éste no se realiza a tiempo, el piso

probablemente empezará a presentar despostillamientos y diversos tipos de fallas en el área de juntas. Estos inconvenientes también se incrementan cuando la losa no cuenta con algún mecanismo de transferencia de carga, como los pasajuntas.

2. El Alabeo. El ACI 302 define el alabeo como el levantamiento de las esquinas de las losas debido a las diferencias de humedad o temperatura entre la parte superior e inferior de las mismas.

En una losa de piso industrial construida sobre una rasante de base granular, la contracción por secado no será uniforme en toda la profundidad del piso. Debido a que la parte superior de éste se encuentra más susceptible a la intemperie y, la inferior, más restringida en sus movimientos por la fricción de la base granular sobre la que se coloca, la primera, sufrirá mayor contracción, lo que ocasionará que los pisos industriales presenten levantamientos diferenciales en las esquinas de las losas, es decir, se alabeen.

Debido a la inevitable contracción por secado del concreto, los pisos industriales se agrietan, se alabean, pueden presentar despostillamientos y hasta escalonamientos en las juntas. Sin embargo, estas características del concreto se podrán minimizar a través de buenas prácticas de diseño y construcción.

> "Debido a la inevitable contracción por secado del concreto, los pisos industriales se agrietan, se alabean, pueden presentar despostillamientos y hasta escalonamientos en las juntas"

Dentro de los diversos factores que influyen en el control de los efectos secundarios de la contracción por secado del concreto en un piso industrial, se mencionan:

- Potencial de contracción por secado de la mezcla de concreto a emplear.
- Tipo, cantidad y ubicación del refuerzo.
- Modulación de losas.
- Uso de elementos de transferencia de carga entre las losas.
- Características de la estructura de soporte -base y sub-base-.
- Condiciones ambientales de colado.
- Características del sellador a emplear como relleno de juntas y profundidad del sello.
- Método de curado.

Figura 2 Comparativo del desempeño

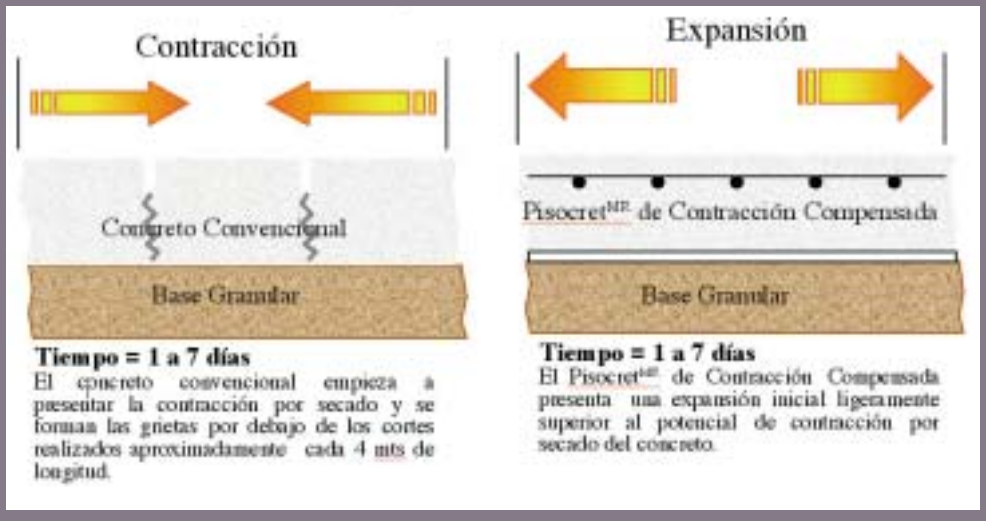
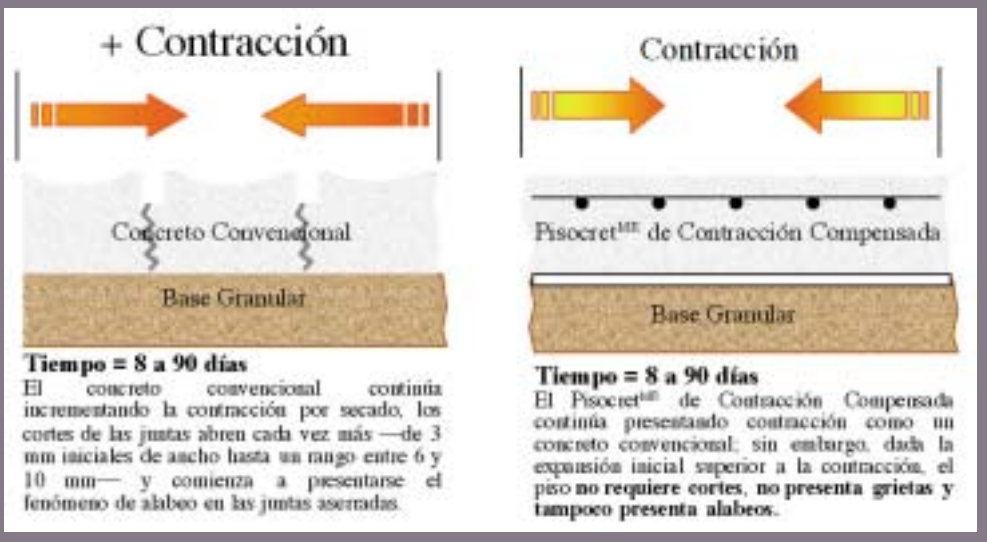


Figura 3 Resultados de la expansión/contracción



- Presencia de mantenimiento preventivo al piso -principalmente el resellado y la limpieza del piso-.

Si las juntas de control son necesarias para controlar el agrietamiento por contracción por secado del concreto, ¿cómo evitarlas?

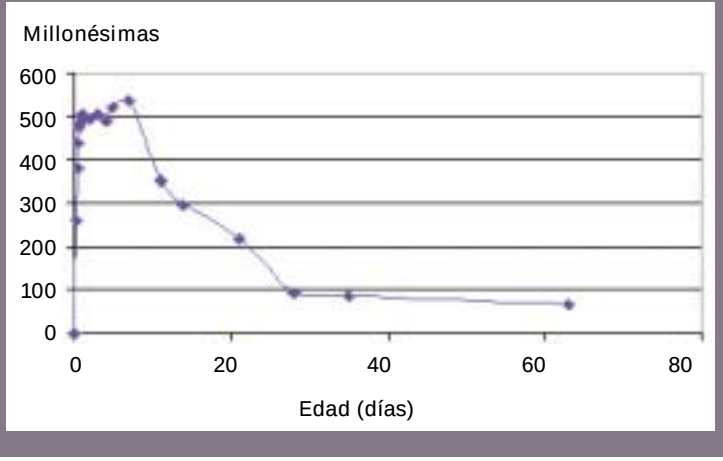
En el caso de concretos convencionales, efectivamente, el eliminar las juntas de control representaría un piso con grietas aleatorias debido a la contracción por secado. Aun cuando el piso tuviese una fuerte cantidad de acero de refuerzo, éste no evitaría la contracción por secado y sólo ayudaría a controlar el ancho de las grietas a presentarse.

Sin embargo, una alternativa para construir pisos industriales sin juntas la constituye el sustituir el concreto convencional por el llamado Pisocret[MR] de Contracción Compensada de Cemex Concretos.

Este sistema es nuevo en México, y permite el espaciamiento de juntas de hasta 30 metros lineales mediante el empleo de un concreto de contracción compensada y una serie de prácticas constructivas diferentes de los pisos industriales que emplean concretos convencionales.

Dicho concreto no es como cualquiera convencional, pues no se contrae libremente al secarse, sino que presenta una expansión inicial que permite que la con-

Figura 4 Pisocret de contracción/compensada expansión/contracción ASTM C 878



Evaluación del comportamiento de acuerdo con la norma ASTM C 878 (Standard Test Method for Restrained Expansion of Shrinkage-Compensating Concrete), cuyos resultados típicos muestran una expansión inicial superior a la contracción por secado presentada.

tracción por secado no sea superior a dicha expansión inicial. De esta manera, las losas de concreto no sufren de contracción alguna contra su longitud inicial y, por esta razón, la losa no presentará los agrietamientos y alabeos, como consecuencia de la contracción por secado.

DIFERENCIAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las diferencias siguientes atienden al hecho de entender y respetar los movimientos que el concreto presentará por lo que se deberán tomar en cuenta tanto en la etapa de diseño, como en la etapa de construcción, ya que el concreto mencionado no se comporta como uno convencional.

1. **Reducir la fricción entre la base y el piso de concreto.** Este concreto presentará movimientos de expansión/contracción en edades tempranas y en estos movimientos radicará el éxito del concreto de contracción compensada. Por esta razón se recomienda ampliamente el uso de una doble capa de barrera de vapor -películas de polietileno- directamente debajo del concreto, con el objeto de reducir la fricción con la base granular y permitir el libre movimiento horizontal de la losa.

Ejemplo de Centro de Distribución en operación

2. **Tiempos de colocación limitados.** Dado que obtiene su expansión de un proceso de hidratación de un cemento especial que requiere una gran cantidad de agua, pierde revenimiento y trabajabilidad más rápido que los concretos convencionales, por lo que el tiempo de trayecto a la obra, descarga, movimientos de los camiones de concreto dentro de la obra, operaciones de regleado y acabado deberán ser ejecutados de manera oportuna.

3. **Susceptibilidad a grietas plásticas.** Las mezclas de concreto de contracción compensada son más susceptibles a

Beneficios de Pisocret[MR] de contracción compensada

- Menores costos de mantenimiento
La mayor parte del mantenimiento de los pisos industriales se realiza debido al deterioro de las juntas, por lo que este concreto elimina más de 80% de las mismas.

- Mínimo número de Juntas. También, hay un importante ahorro en los metros lineales de corte y sello de juntas si se considera la posibilidad de tener juntas de construcción a 30 m en ambos sentidos

- Menores agrietamientos.
Al no presentar una contracción por secado superior al tamaño original de la losa, los pisos industriales no muestran los incómodos agrietamientos resultado de la contracción por secado.

- Eliminación de los alabeos. Al carecer de una contracción por secado negativa en el piso terminado y no tener cortes a cuatro o cinco metros no presenta alabeos considerables.

- Superficies más estéticas. Al eliminar más de 80% de las juntas en el piso terminado, se presentan menos cortes y, una vez en operación de montacargas, se elimina una cantidad importante de despostillamientos y demás fallas relacionadas con el tráfico de ruedas sólidas en las juntas de los pisos.

presentar agrietamientos plásticos si no se toman medidas para protegerlo debido a la gran cantidad de agua que requieren. Así, normalmente, se recomienda colar los pisos una vez que la nave tenga muros y cubierta, principalmente en climas cálidos y secos.

4. Acero de refuerzo. Necesitan una cierta cantidad de acero de refuerzo (0.15%) en el tercio superior de la losa. El refuerzo no es necesario para efectos estructurales, sino únicamente para efectos de control de los movimientos de expansión/contracción que se presentarán en el piso. La expansión inicial en el concreto provoca una elongación del acero -es decir, lo presfuerza-. Así, cuando el concreto presente su contracción por secado normal, el acero en tensión se comportará como una liga que mantendrá el concreto en compresión mientras se contraiga. En caso de necesitar acero para efectos estructurales deberá revisarse la cantidad de expansión necesaria en la mezcla de concreto para contrarrestar la restricción debido a una mayor cantidad de refuerzo.

5. Restricciones a la expansión/contracción. Así como la fricción de la base puede ser una restricción a los libres movimientos de la losa, también lo son las esquinas re-entrantes, que deberán ser evitadas a toda costa, por lo que los diamantes tradicionales están prohibidos en este tipo de pisos, en donde deberán usarse diamantes de forma circular. También, será necesario cambiar las tradicionales juntas de aislamiento hechas de cartón asfáltico por otro material de mejores características de compresibilidad como son los productos a base de espuma de polietileno.

Por último, otra restricción a los movimientos del piso es el uso de barras pasajuntas redondas que no permiten el libre movimiento horizontal de la losa, por lo que en estos proyectos también se deberán usar métodos de transferencia de carga que permitan movimientos diferenciales horizontales y trasfieran cargas verticales al mismo tiempo.

> "Otra restricción a los movimientos del piso es el uso de barras pasajuntas redondas que no permiten el libre movimiento horizontal de la losa"

6. Método de curado. Para obtener la máxima expansión es deseable mantener la mayor humedad en el concreto por los primeros siete días. Se recomienda ampliamente el uso de plásticos o mantas que, al emplear curado con agua, mantengan 100% de humedad durante todo el período de curado.

7. Geometría y secuencia de colados. Con el objeto de uniformar los futuros movimientos de la losa, los colados deberán realizarse en la geometría más cuadrada posible, y establecerse una secuencia de colados que permita el libre movimiento de los bordes de las losas, el mayor tiempo posible, antes de colar las losas adyacentes.

CONCLUSIONES

Al considerar que la mayor parte de los problemas en los pisos industriales son las juntas de los mismos, el uso del concreto recomendado representa una alternativa muy acertada, al permitir la construcción de pisos con losas de hasta 30 metros lineales sin juntas intermedias de control.

Trayectoria

El Ing. Ricardo Alatorre Beltrán es jefe del área Ingeniería y Proyectos de Pisos Industriales en Cemex Concretos. Ingeniero Civil Administrador por la Universidad Panamericana ha estado involucrado en el diseño y construcción de distintos tipos proyectos de pisos industriales y pavimentos de concreto. Es miembro de los comités ACI 302 (Construction of Concrete Floors) y 360 (Design of Slabs on Grade), líder de la publicación y *software* Cemex "Diseño y Construcción de Pisos Industriales" y participó también en la publicación y "*software* Cemex "Diseño y Construcción de Pavimentos de Concreto".