



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

**“Tiempo de Aserrado de Juntas en Pavimentos
de Hormigón”.**

Centro de investigaciones Viales LEMaC
Área: Estructuras y Materiales de Construcción
Becario: Matias Oviedo
Director Tesis: Marcelo Barreda

TESIS 2006

“Tiempo de Aserrado de Juntas en Pavimentos de Hormigón” Oviedo E. Matias

RESUMEN

El aserrado y sellado de juntas es mas un arte que una ciencia. Requiere de una cuadrilla experimentada para llevar a cabo correctamente las tareas asociadas. Aunque se dispone de pautas mejoradas para estimar el momento en que se debe comenzar con el aserrado; la velocidad de aserrado, el estado de la hoja de la sierra, y el cuidado por parte del operador se combinan para influir sobre el producto final.

Hay un tiempo óptimo para el aserrado de las juntas de contracción en los pavimentos de hormigón que se define como la “Ventana de Aserrado”. Esta ventana es un período corto después de la colocación del hormigón, cuando éste puede aserrarse con éxito antes de que se fisure.

La ventana empieza cuando la resistencia del hormigón es aceptable para aserrar las juntas sin excesivo descascaramiento a lo largo del corte. La ventana acaba cuando ocurre significativa contracción del hormigón e induce fisuración descontrolada.

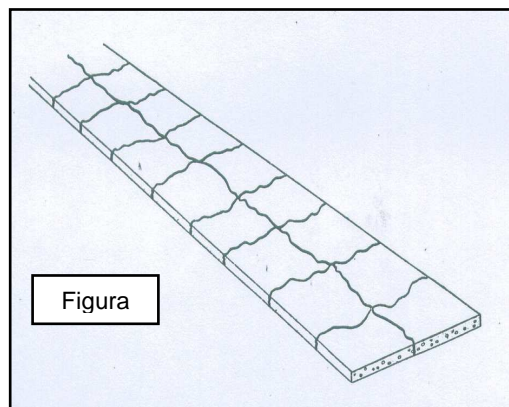
El momento mas temprano para aserrar las juntas se determina usualmente basándose en el ensayo de rayado efectuado por el operador de la sierra o en la observación de la disgregación o el descascaramiento en las juntas al efectuar el primer corte.

Un método mejorado para establecer el límite temprano de la ventana de oportunidad es el de usar medidores de madurez del hormigón. Este método considera los efectos combinados de la temperatura y el tiempo para el desarrollo de la resistencia del hormigón.

INTRODUCCIÓN

Al igual que la mayoría de los materiales ingenieriles, el hormigón varía su volumen con la variación de la temperatura y la humedad. En elementos estructurales vinculados, las expansiones dan lugar a la aparición de tensiones de compresión, mientras que las contracciones inducen tensiones de tracción. Además también, las diferencias de temperatura o de humedad entra las dos superficies del pavimento, producen tensiones causadas por la curvatura y alabeo de la losa.

La configuración de las fisuras en un pavimento típico sin juntas sujeto al efecto combinado de la contracción inicial, alabeo restringido y tránsito, se encuentra ilustrada en la figura 1. La teoría y la investigación experimental sobre alabeo indican que la distancia entre fisuras debe ser de 4,5 a 6 metros para pavimentos de 15 cm. o mas de espesor; sin embargo, el estudio de datos obtenidos de un gran número de relevamientos muestran una variación substancial en la



separación de las fisuras en pavimentos construidos con distintos tipos de agregados gruesos y en zonas de climas variados.

Para controlar adecuadamente estas tensiones, es necesario limitar el ancho y la longitud de las losas por medio de juntas de distintos tipos, espaciadas adecuadamente. Permitiendo así obtener una estructura que es la mejor aproximación posible a la de un pavimento ideal relativamente libre de grietas.

Las juntas no son más que grietas preestablecidas. Ayudan a aliviar los esfuerzos en el hormigón de una manera controlada.

Un sistema de juntas efectivo nos otorga algunos beneficios:

- Permite al hormigón agrietarse en lugares predeterminados.
- Previene el agrietamiento de forma irregular.
- Extiende la vida útil del pavimento



El número de juntas debe reducirse al mínimo compatible con los requisitos y condiciones de proyecto, ya que éstas implican una cantidad considerable de trabajo adicional que se traduce en incrementos de costos. Además cualquier discontinuidad en el pavimento representa una posible vía de acceso del agua superficial hacia la superficie de apoyo.

Las juntas pueden ser:

- De construcción.
- De expansión o aislación.
- De contracción.

Nos referiremos aquí especialmente a las juntas de contracción.

Éstas se ejecutan transversalmente al eje del camino, con el objeto de reducir las tensiones de tracción que se producen cuando el hormigón se contrae, ya sea por un enfriamiento de su masa o por pérdida de humedad; y canalizar las grietas provocadas por estas tensiones. Estas juntas reducen también las tensiones longitudinales producidas por las cargas y por el alabeo de las losas. Permiten el agrietamiento del hormigón en forma controlada ya que debilita la sección transversal del pavimento y ocasiona la aparición de la grieta en un lugar predeterminado.

CONSIDERACIONES INICIALES

Los tiempos para el aserrado de las juntas son cruciales; por lo que se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones; ya que los resultados que se obtengan en el control de aparición de las grietas erráticas de contracción dependerán, en gran parte, de que las operaciones de aserrado se realicen en el momento oportuno:

- Las juntas deben cortarse antes de que se contraiga lo suficiente como para que las losas se agrieten.
- El aserrado debe comenzar apenas el concreto ha endurecido lo suficiente como para permitir el corte sin que se produzcan descascaramientos, astillamientos o roturas.

➤ La tarea debe realizarse tan pronto el hormigón esté listo para ello, independientemente de que sea de día o de noche. Ello implica que una vez que el hormigón está en condiciones de ser aserrado, la tarea no debe demorarse por causa alguna.

➤ Generalmente, las mezclas de hormigón con agregados gruesos blandos no requieren tanto desarrollo de resistencia previo al aserrado como las mezclas con agregados gruesos duros.

➤ Al momento del aserrado, el hormigón debe ser capaz de soportar el peso del equipo de aserrado y el personal involucrado en la tarea.

El momento preciso de realizar la tarea es difícil de indicar y depende tanto de las condiciones climáticas reinantes y previsibles como del grado de endurecimiento del hormigón. Por lo que determinados factores pueden influir sobre la ventana de aserrado, modificando su comienzo o bien su duración; como ser:

- La temperatura del aire.
- La temperatura del hormigón al momento de su colocación.
- El contenido de cemento de la mezcla.
- Las características generales de la mezcla.
- Vientos fuertes
- Baja humedad
- Bases con alta fricción
- Base porosa
- Método de curado

Las premisas importantes que deben tenerse en cuenta al realizar el aserrado de las juntas son:

- a) el pavimento no debe resultar perjudicado
- b) no deben producirse grietas erráticas
- c) las juntas deben resultar lo más perfectas que sea posible

TIEMPOS DE ASERRADO

El aserrado debe iniciarse tan pronto como sea posible, con el fin de evitar que las grietas de contracción aparezcan en las losas antes de cortar las juntas en las cuales se las desea canalizar. En el sentido indicado, las operaciones de corte deberán comenzarse tan pronto el hormigón haya endurecido lo suficiente como para que la superficie del pavimento no resulte dañada, para que el corte sea nítido, sin roturas ni desprendimientos del hormigón ni del mortero adyacente al corte que se practica, y sin que el agua a presión que se emplea para enfriar el disco cortante perjudique al hormigón. Si al realizar la operación se observa alguno de los inconvenientes indicados, el aserrado deberá suspenderse hasta que pueda realizarse sin dichos inconvenientes.

Debe tenerse muy presente que la contracción del hormigón por secado del mismo está directamente vinculado con su contenido unitario de agua y con las condiciones climáticas que pueden favorecer más, o menos, la evaporación del agua libre contenida en su masa. Se entiende entonces que mientras más pueda

demorarse la evaporación del agua libre, más demorará el hormigón en contraerse y más tiempo disponible se tendrá para iniciar las operaciones de corte. Por lo que, el curado reviste entonces, una importancia fundamental.

En términos generales puede decirse que el momento preciso de iniciar el aserrado debe determinarse experimentalmente para cada obra y para las condiciones particulares en cuanto a materiales y condiciones climáticas en el momento del aserrado.

Durante tiempo caluroso, el hormigón estará listo para su aserrado entre las 4 y 12 horas posteriores a su colocación. En tiempo frío, o cuando el agua de la mezcla se encuentra por debajo de los 10 °C, se puede retrasar hasta 24 horas.

VENTANA DE OPORTUNIDAD

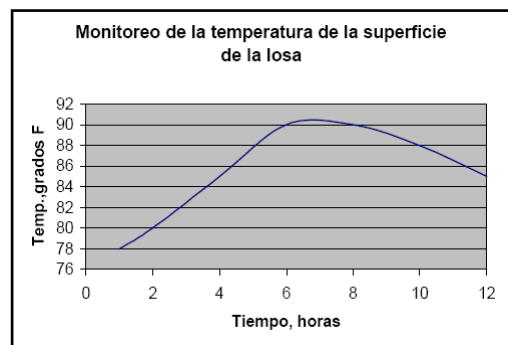
El momento mas temprano para aserrar las juntas se determina usualmente basándose en el ensayo de rayado efectuado por el operador de la sierra o en la observación de la disgregación o el descascaramiento en las juntas el efectuar el primer corte.

Si se producen astillamientos a lo largo del corte durante el aserrado, o si la sierra arranca el agregado de la superficie en lugar de cortarlo, es señal de que el hormigón no ha endurecido lo suficiente.

Una norma general para establecer el límite final de la ventana de oportunidad es aserrar antes de que la temperatura superficial del hormigón disminuya significativamente.

En general, bajo la mayoría de las condiciones de pavimentación, la temperatura superficial comenzará a disminuir mientras debajo de la superficie continúan aumentando.

Al disminuir la temperatura superficial del hormigón se genera un gradiente térmico que da lugar a que se desarrollen tensiones de restricción de rotación térmica. Si estas tensiones exceden la resistencia a tracción del hormigón, entonces éste se agrietará. Al aserrar antes de que la superficie enfríe significativamente, las tensiones por restricción a la rotación permanecerán bajas y la fisuración se produce sólo en las juntas planificadas.



Un método mejorado para establecer el límite temprano de la ventana de oportunidad es el de usar medidores de madurez del hormigón. Este método considera los efectos combinados de la temperatura y el tiempo para el desarrollo de la resistencia del hormigón.

Los medidores de madurez del concreto usan termocuplas instaladas en el hormigón plástico y registran automáticamente las temperaturas a intervalos dados de tiempo. Al considerar tanto la temperatura como el tiempo de curado, se supone que una mezcla dada de concreto tendrá la misma resistencia a estados de madurez iguales, independientemente del tiempo de curado y los historiales de temperatura.

Por ello, los valores de madurez se pueden usar también para establecer los tiempos tempranos correlacionados con cantidades aceptables de desintegración o evaluaciones visuales.

ASERRADO DE JUNTAS

Aunque el aserrado convencional es usado en muchos proyectos, aserrar a una edad temprana se está convirtiendo en la norma.

➤ Aserrado convencional: la ventana inicia de 8 a 12 horas después del colado del hormigón, dependiendo del clima y características de la mezcla. La profundidad del corte va de 1/3 a 1/4 del espesor.

➤ Aserrado temprano: la ventana comienza tan pronto se pueda caminar sobre el pavimento; en general después de las primeras tres horas de colado el hormigón. La profundidad del corte es de 1" aprox. Sin importar el espesor del pavimento.

Para el aserrado de juntas, lo normal es un proceso de dos pasos. En el primer paso, se hace el corte inicial para liberar las tensiones por restricción y permitir que el agrietamiento ocurra en los lugares planificados. Se efectúa un segundo corte para conformar el reservorio del sellador luego de completado el proceso de hidratación.

Los puntos a considerar para el aserrado inicial son:

El primer aserrado (aserrado temprano) se hace con una hoja angosta (de aproximadamente de 3 mm)

Los aserrados tempranos realizados durante el aumento de las temperaturas del hormigón deben llevarse a cabo en una sola pasada y en toda la profundidad de corte de diseño.

Los aserrados tempranos realizados durante el descenso de las temperaturas requieren de atención especial, ya que se producirá retracción del hormigón debido a las temperaturas que caen.

Los cortes hasta la profundidad de diseño durante el descenso de las temperaturas pueden causar fisuración aleatoria delante de la sierra. Este problema puede evitarse con dos cortes: el primero hasta la mitad de la profundidad de diseño seguido por una segunda pasada hasta la profundidad proyectada.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las consideraciones realizadas y a los factores analizados que inciden sobre el comienzo, duración, y finalización de la "Ventana de Aserrado", podemos concluir:

➤ Es fundamental proyectar un sistema de juntas efectivo que nos permitirá extender la vida útil del pavimento.

- Se debe contar con una cuadrilla experimentada y el equipo adecuado para llevar a cabo la tarea.
- Se debe estar preparado para aserrar tan pronto como el hormigón lo permita, sin importar si es de día o de noche.
- El factor climatológico (vientos, temperatura y humedad) incide significativamente sobre los tiempos de aserrado.
- Procurar un curado adecuado y efectivo.
- Se debe tener en cuenta el tipo (dureza) de agregado grueso, contenido de cemento y características generales de la mezcla.
- Se debe tener en cuenta las características de la base (base con alta fricción, base porosa) sobre la cual se asentará el pavimento.
- Sería de gran importancia desarrollar adecuadamente la aplicación del método de madurez del hormigón en la determinación del límite temprano para el aserrado.

Como conclusión general, se puede decir que: “El momento preciso de iniciar el aserrado debe determinarse experimentalmente para cada obra y para las condiciones particulares en cuanto a materiales y condiciones climáticas en el momento del aserrado”.

REFERENCIAS

- 1) Dr. Starr D. Kohn, P.E., Soil and Materials Engineers, Inc. y Dr. Shiraz Tayabji, P.E., Construction Technology Laboratories, Inc., “Mejores prácticas para la construcción de pavimentos de concreto con cemento pórtland (pavimento rígido para aeropuertos)”, Informe IPRF-01-G-002-1 (Fundación de Investigaciones de Pavimentos Innovadores), Abril de 2003 pag. 112-126.
- 2) Jim Grove, P.E., Harold Smith, P.E., y Marcia Brink, “Pórtland Cement Concrete Pavements: Construction Basics”, Center for Pórtland Cement Concrete Pavement Technology, Junio de 2005, de <http://publications.iowa.gov>.
- 3) Dan G. Zollinger, “The Case for Early-Entry Saws”, Concrete Construction Magazine, Febrero de 2001, de www.concreteconstructiononline.com
- 4) “Saw cuts concrete immediately after finishing”, Concrete Construction Magazine, Febrero de 2001, de www.concreteconstructiononline.com
- 5) Ing. Phil Fordyce, “Prácticas utilizadas en los Estados Unidos para el proyecto de juntas en los pavimentos de hormigón”, Simposio sobre Pavimentos de Hormigón, Instituto del Cemento Pórtland Argentino, Memorias 1962, pag. 73-86.
- 6) Ing. Alberto S. C. Fava, Ing. Julio Zuker, “Técnicas y equipos actuales para el aserrado de juntas en los pavimentos de hormigón”, VI Simposio del Equipo Vial, 1971, pag. 116-140.
- 7) Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanessi, “Diseño y Control de Mezclas de Concreto”, Pórtland Cement Association, año 2004, pag. 246-248