

EL MOMENTO OPORTUNO PARA EFECTUAR EL ASERRADO DE LAS JUNTAS DE CONTRACCIÓN EN LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

El hormigón endurecido experimenta cambios volumétricos debidos a variaciones de temperatura y del contenido de humedad.

En el caso de los pavimentos, existen restricciones que impiden su deformación causando tensiones de tracción que, cuando superan la resistencia a tracción del hormigón, provocan fisuras aleatorias. Con el objeto de controlar la ubicación de las fisuras se realizan juntas de contracción mediante el aserrado del pavimento. Estas juntas crean planos de debilidad donde se forman las fisuras.

El momento oportuno para realizar el aserrado de las juntas de contracción en los pavimentos de hormigón es crítico.

El período óptimo para efectuar el aserrado se denomina ventana de aserrado. En el presente artículo se examinan los aspectos que se deben considerar para realizar el aserrado de juntas en el momento adecuado y se dan a conocer los fundamentos de un proyecto referido al tema que actualmente se encuentra en desarrollo en el LEMAC.

JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Las juntas de contracción 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. Estas juntas también reducen las tensiones longitudinales producidas por las cargas y por el alabeo de las losas. Ejecutadas a distancias adecuadas, permiten controlar la ubicación de las fisuras transversales. La junta debilita la sección transversal del pavimento y ocasiona la aparición de la fisura en un lugar predeterminado, que es la junta misma (Figura 1). Además, la junta de contracción provee el espacio necesario para colocar el sellador, que evita que el agua y materiales extraños ingresen a la junta, entorpezcan su funcionamiento y debiliten la superficie de apoyo del pavimento.



Figura 1. El corte ocasiona la aparición de la fisura en la junta

EL MOMENTO OPORTUNO PARA REALIZAR EL ASERRADO

La técnica del aserrado de juntas en los pavimentos de hormigón ha sido universalmente aceptada como medio para ejecutar los distintos tipos de juntas y controlar la formación de fisuras erráticas, no solamente en pavimentos sino también en pistas de aterrizaje para aviones, autopistas y pisos industriales.

Los resultados que se obtengan en el control de aparición de las fisuras erráticas de contracción dependerán, en gran parte, de que las operaciones de aserrado se realicen en el momento oportuno (Figura 2).



Figura 2. Junta aserrada demasiado tarde

El aserrado debe iniciarse tan pronto como sea posible, con el fin de evitar que las fisuras de contracción aparezcan en las losas antes de

cortar las ranuras en las cuales se las desea canalizar. Por lo tanto, las operaciones de corte deberán comenzarse tan pronto el hormigón haya endurecido lo suficiente como para evitar que la superficie del pavimento 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 que se emplea para enfriar el disco cortante perjudique al hormigón. Si al realizar la operación se observase alguno de los inconvenientes indicados, el aserrado deberá suspenderse hasta que pueda realizarse sin dificultades.

Algunos de los factores que influyen sobre el momento preciso de realizar la operación son: el tipo y dureza del agregado grueso, el método de curado, el contenido de cemento del hormigón y la temperatura y demás condiciones climáticas imperantes.

Debe tenerse presente que la contracción por secado del hormigón está directamente vinculada con su contenido unitario de agua y con las condiciones climáticas que puedan favorecer más, o menos, la evaporación del agua libre contenida en su masa. Por consiguiente, 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. El curado adquiere, entonces, una importancia fundamental y el empleo de los compuestos líquidos de calidad satisfactoria, que permiten formar membranas impermeables de curado, constituyen una ayuda efectiva para que resulte menos crítico el momento de efectuar el aserrado.

En términos generales, puede decirse que el momento preciso de iniciar el aserrado debe determinarse experimentalmente para cada obra y para las condiciones particulares de materiales y de clima correspondientes a la misma en el momento de realizar la operación.

LA VENTANA DE ASERRADO

Existe un momento óptimo para aserrar juntas de contracción en los pavimentos de hormigón. Ese momento se produce dentro de la ventana de aserrado (Figura 3). La ventana es un período corto después de la colocación cuando se puede cortar el pavimento de hormigón correctamente y controlar la formación de fisuras. La ventana comienza cuando la resistencia del hormigón es suficiente para aserrar sin excesivo desmoronamiento en los bordes a lo largo del corte. La ventana de aserrado termina cuando el volumen del hormigón se reduce significativamente (debido a contracción por secado o por temperatura) y la restricción de la contracción induce tensiones de tracción mayores que la resistencia a la tracción del hormigón, es decir, cuando comienza la fisuración aleatoria. La Figura 4 muestra diferentes grados de desmoronamiento.

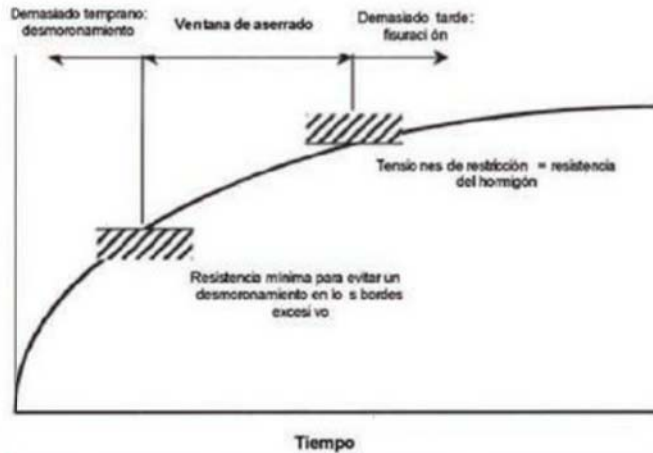


Figura 3. Ventana de aserrado

a) Desmoronamiento inaceptable: aserrado demasiado pronto



b) Desmoronamiento moderado: aserrado temprano en la ventana



c) Sin desmoronamiento: aserrado más tarde en la ventana

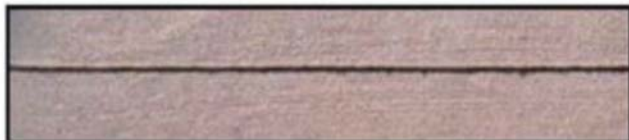


Figura 4. Distintos grados de desmoronamiento en los bordes de la junta causado por el aserrado.



Ejecución de obras

Microaglomerados asfálticos en frío

Lechadas asfálticas

Sellados de fisuras tipo puente

Venta de productos asfálticos

Emulsiones asfálticas

Asfaltos modificados con polímeros

Productos Bituminosos de Argentina S.A.

Ruta Nacional N° 205 km 69,2 Cañuelas - Provincia de Buenos Aires

Tel.: (02226) 43 0400 Fax.: (02226) 43 0490 - probiarsa@probiar.com.ar



Un estudio encontró que el desmoronamiento en los bordes de la junta estaba dentro de límites aceptables cuando la resistencia a compresión del hormigón era de 1.0 a 7.0 MPa, dependiendo del tipo de agregado en la mezcla y considerando contenidos de cemento diferentes (Tabla 1). El refinamiento de un número de umbral de resistencia específica para ser utilizado en un proyecto puede obtenerse mediante la utilización del principio de madurez del hormigón.

TABLA 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CILÍNDRICA NECESARIA PARA COMENZAR EL ASERRADO USANDO EQUIPO CONVENCIONAL (3)

Forma del agregado grueso	Dureza del agregado grueso	Contenido de cemento kg/m ³	Corte aceptable (algún desmoronamiento en los bordes) MPa	Corte excelente (casi sin desmoronamiento en los bordes) MPa
Triturado	Blando	300	2.5	3.9
		385	2.2	3.7
		475	1.9	3.4
Triturado	Duro	300	4.9	7.0
		385	4.8	6.8
		475	4.7	6.6
Redondeado	Blando	300	1.4	2.5
		385	1.0	2.1
		475	1.0	1.8
Redondeado	Duro	300	3.3	4.9
		385	3.1	4.8
		475	2.9	4.6

La duración de la ventana de aserrado, al depender de muchos factores, es probable que sea diferente para cada proyecto y para cada jornada de construcción. Ciertas características de diseño, materiales o las condiciones meteorológicas pueden acortar considerablemente la ventana (Tabla 2). En la mayoría de las condiciones meteorológicas y diseños típicos de pavimento la ventana proporcionará el tiempo suficiente para completar el aserrado con resultados excelentes. En condiciones extremas, la ventana puede ser tan corta que resulte impracticable para controlar la fisuración.

TABLA 2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VENTANA DE ASERRADO (4)

Categoría	Factor
Mezcla de hormigón	Alta demanda de agua
	Rápida resistencia temprana
	Fraquado retardado
	Agregado fino (finura y granulometría)
Clima	Agregado grueso (tamaño máximo y/o %)
	Repentino descenso de temperatura o chaparrón
	Repentino aumento de temperatura
	Fuertes vientos y baja humedad
	Bajas temperaturas y nublado
Base	Altas temperaturas y soleado
	Alta fricción entre la base y la losa de hormigón
	Adherencia entre la base y la losa de hormigón
	Superficie seca
Misceláneo	Materiales porosos
	Pavimentación contra o entre calles existentes
	Selección del disco cortante de la sierra
	Retraso en el curado

La aplicación del ensayo de madurez del hormigón en obra (Figura 5) permite conocer el desarrollo de la resistencia del hormigón del pavimento en tiempo real. Este conocimiento permite comprender la influencia de las condiciones ambientales en el perfil de resistencia del hormigón y, consecuentemente, en la ventana de aserrado.



Figura 5. Medidor de madurez del hormigón.

PROYECTO EN EJECUCIÓN

En la actualidad, la determinación del momento adecuado para aserrar juntas de contracción transversales en obra está basada en la experiencia del operador de la sierra y en una prueba simple y subjetiva que consiste en el rayado de la superficie del pavimento. El operador de la sierra generalmente realiza cortes algunas horas después de la finalización del hormigonado, es decir que el aserrado de juntas es más un arte que una ciencia en términos de determinar la ventana de aserrado adecuada para cada obra.

En el Centro de Investigaciones Viales (LEMaC) se desarrolla un proyecto de investigación y desarrollo denominado "Control de la fisuración en pavimentos de hormigón: juntas de contracción" cuyo objetivo principal es establecer el momento oportuno para realizar el aserrado de juntas de contracción transversales en los pavimentos de hormigón, es decir determinar la ventana de aserrado para el rango de parámetros medioambientales y materiales empleados habitualmente en la ciudad de La Plata y alrededores, mediante la aplicación de técnicas no destructivas tales como madurez y ultrasonido.

El trabajo plantea la determinación del momento adecuado para efectuar el aserrado de juntas partiendo de parámetros obtenidos de la aplicación de ensayos no destructivos que están relacionados con el grado de endurecimiento del hormigón. De esta forma, el comienzo del aserrado ya no dependerá de la subjetividad del operador de la sierra sino que estará subordinado a la resistencia del hormigón medida in situ.

El tiempo de aserrado es afectado considerablemente por el clima, el diseño de la mezcla de hormigón y el tiempo de fraguado. La ventana de aserrado obtenida en el trabajo, que será válida para los materiales y las condiciones climáticas habituales en la ciudad de La Plata y alrededores, podría ampliarse con experiencias realizadas por otros centros de investigación e integrar en el futuro una red más extensa, que contemple el aserrado de juntas de contracción en diferentes regiones del país, con sus respectivos materiales y climas. Las conclusiones obtenidas del trabajo podrían ser consideradas como punto de partida para el desarrollo de especificaciones referidas a la determinación del momento oportuno para realizar el aserrado de juntas, que incorporen el concepto de la ventana de aserrado y puedan ser incluidas en los pliegos de reparticiones municipales y provinciales. ●

*Marcelo F. Barreda y Jorge D. Sota, LEMaC - Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata.