

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Mayo ■ 2007



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO



Ilustraciones: Felipe Hernández

Agrietamiento en el concreto fresco

16

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Agrietamiento en el concreto fresco

Las grietas en el concreto en una construcción ocurren por varias razones. Es casi inevitable debido a que el concreto, como la mayoría de los materiales para la construcción, se mueve al cambiar su contenido de humedad. Específicamente, se contrae cuando pierde humedad. Siendo un material frágil, está expuesto a agrietarse cuando se contrae, a menos que sean tomadas medidas apropiadas para evitar esto, por ejemplo, por la provisión de juntas de control.

El agrietamiento por contracción no es la única forma de agrietamiento, también puede darse debido al asentamiento del concreto, al movimiento de las cimbras antes de que el elemento de concreto sea capaz de sostener su propio peso, o debido a cambios en la temperatura del concreto y el movimiento térmico resultante. Las medidas apropiadas al menos minimizarán, si no es que evitarán completamente, estas formas de agrietamiento. En todos los casos, las juntas a intervalos apropiados controlarán el agrietamiento y asegurarán que no ocurran de una manera aleatoria en detrimento de la apariencia y la durabilidad a largo plazo de la estructura.

Grietas por preendurecimiento

Las grietas formadas antes de que el concreto endurezca completamente —por ejemplo a menos de 8 horas— se conocen como grietas de preendurecimiento. Hay tres tipos principales de grietas:

- Por contracción plástica.
- Por asentamiento plástico.
- Por el movimiento de la cimbra.

Todo esto ocurre como resultado de las condiciones y prácticas de construcción, aunque el diseño defectuoso de la cimbra puede conducir a su movimiento y/o su falla. Las grietas por preendurecimiento usualmente pueden prevenirse por la adopción de buenos procedimientos de construcción.

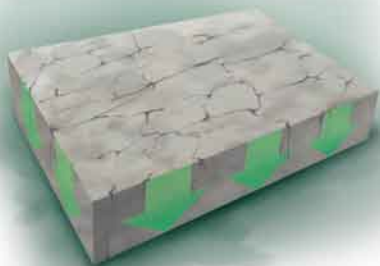


Las grietas plásticas se forman en la superficie de concreto mientras está todavía plástico, es decir, antes de que haya fraguado y empezado a endurecerse, aunque no pueden llegar a ser visibles sino hasta después. Éstas son debidas a la rápida pérdida de humedad de la superficie de concreto, por ejemplo, en condiciones de calor, sequedad y viento (son una forma de grietas por contracción por secado). Usualmente se forman sin ningún patrón regular y pueden variar desde tan sólo 25 mm hasta 2 m de longitud. Son casi rectas y varían desde el espesor de un cabello hasta los 3 mm de ancho.

Prevención de grietas por contracción plástica

La mejor protección es entender cuándo los riesgos de agrietamiento plástico son más grandes, de modo que puedan tomarse acciones apropiadas. Las variables principales que controlan la tasa de evaporación son:

- Velocidad del viento.
- Humedad relativa.
- Temperatura del concreto.
- Temperatura del aire.





El mayor riesgo de agrietamiento plástico ocurre en días calurosos, secos y con viento. Cuando la tasa de evaporación estimada excede de un litro/m² por hora, es necesario tomar precauciones para evitar el agrietamiento plástico. La experiencia sugiere que este límite es adecuado. Es recomendable la adopción de un enfoque conservador cuando se decida tomar precauciones amén de que es aconsejable que la protección contra el agrietamiento plástico inicie a la mitad de esta tasa de evaporación.

Típicamente, una de las variables más significativas es la velocidad del viento. Esta es la razón del porqué se le llama 'agrietamiento por viento', como recordatorio de que es causado principalmente por los movimientos de aire provocando secado en la superficie. En ambientes más cálidos y secos, la temperatura y humedad son igualmente importantes. Puede obtenerse cierta protección evitando el movimiento del aire sobre la losa por medio de un rompedor de viento. El uso de polietileno evitará tanto la evaporación como el movimiento del aire. Sin embargo, debe usarse con precaución cuando se trate de obtener un color consistente en la losa. Generalmente, el uso de polietileno

produce diferencias de sombra debido a diferentes condiciones de humedad asociadas con el arrugado del polietileno. El polietileno puede ser colocado sobre la superficie con un tramo suficiente enrollado en las secciones para permitir que el acabado sea completado.



Tabla 1. Escala Beaufort

F	Velocidad del viento (kph)	Descripción general	Estado del mar	Descripción en tierra
0	0 – 1.5	Calmando	El mar como espejo	El humo se levanta verticalmente
1	1.5 – 5	Ligero	Pequeños rizos, crestas sin espuma	El humo flota, las hojas susurran
2	6 – 11	Brisa ligera	Olas muy pequeñas, cortas pero más, pronunciadas, crestas vídriosas y no se rompen	El viento se siente en la cara
3	12 – 19	Brisa suave	Olas pequeñas, las crestas empiezan a romperse ocasionalmente con "gorros" blancos	Las banderas se extienden, las hojas se mueven constantemente
4	20 – 29	Brisa moderada	Las pequeñas olas se vuelven más grandes, frecuentes "gorros" blancos	El polvo se mueve, las pequeñas ramas se mueven
5	30 – 38	Brisa fresca	Olas moderadas, formas largas, muchos "gorros" blancos, algo de rociado	Los pequeños árboles empiezan a ladearse
6	39 – 50	Brisa fuerte	Empiezan a formarse grandes olas, "gorros" blancos en todos lados, rociado moderado	Las grandes ramas se mueven, los alambres silban
7	51 – 60	Casi ventarrón	El mar se agita, la espuma de las olas que se rompen empieza a formar rayas en dirección del viento	Árboles en movimiento, se siente resistencia al caminar
8	61 – 75	Ventarrón	Olas moderadamente altas, las orillas de las crestas se rompen en rociadas del mar	Se impide el caminar
9	76 – 86	Ventarrón muy fuerte	Altas olas, densas rayas, el rocío puede afectar la visibilidad	Empieza algún daño estructural



El agua de sangrado se evapora y hay una pérdida del volumen total (el concreto se ha 'asentado'). Si no hay una restricción, el resultado neto será una ligera baja del nivel de la superficie. Sin embargo, si hay algo cerca de la superficie, tal como una varilla de refuerzo que evite que cierta porción del concreto se asiente mientras que el concreto a ambos lados continúa cayendo, hay un potencial de que se forme una grieta sobre el elemento que restringe (Véase Figura 1). También pueden ocurrir cantidades diferenciales de asentamiento donde hay un cambio en la profundidad de una sección, tal como en la unión de una viga con una losa (Véase Figura 2).

Otras precauciones que pueden adoptarse incluyen:

- El uso de alcoholes antievaporantes patentados. Se aplican con pulverizador sobre la superficie para proporcionar una delgada capa de alcohol que reduce las tasas de evaporación de agua en la superficie del concreto. Estos productos no son caros. No son agentes de curado y tienen que ser reaplicados si la superficie es perturbada.
- Neblina de agua (puede ser difícil de lograr en condiciones de viento).
- Fibras de polipropileno (se agregan típicamente en la planta de dosificación, y por lo tanto su uso requiere de planeación).

Grietas por asentamiento plástico

La mayor parte del concreto sangra después de que es colocado, es decir, el agua se eleva a la superficie a medida que las partículas sólidas se asientan.

Figura 1. Agrietamiento por asentamiento.

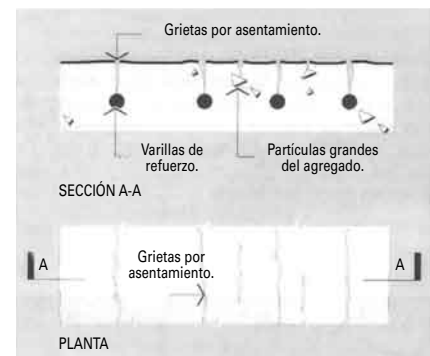
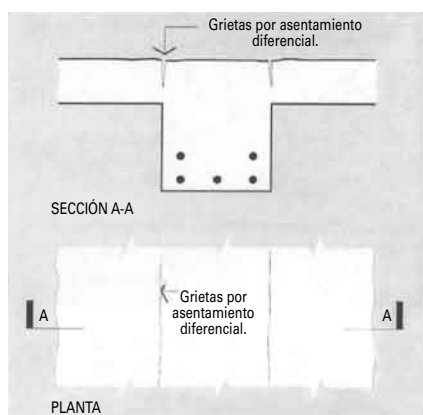


Figura 2. Agrietamiento por asentamiento diferencial.



Las grietas por asentamiento tienden a seguir un patrón regular que coincide con una restricción, usualmente el refuerzo o un cambio en sección. No son profundas, por lo general pero, debido a que tienden a seguir y a penetrar hasta donde está el refuerzo, pueden reducir la durabilidad de una estructura. Los factores que pueden contribuir al asentamiento plástico incluyen:

- La tasa de sangrado.
- La profundidad del refuerzo con relación al espesor total.
- El tiempo total de asentamiento.
- La relación entre la profundidad en el refuerzo y el tamaño de la varilla.
- Los constituyentes de la mezcla.
- El revenimiento.

Prevención del agrietamiento por asentamiento plástico

Las grietas por asentamiento plástico se evitan o cierran revibrando el concreto después de que el asentamiento esté virtualmente completo y que haya empezado a fraguar, por ejemplo, después de una hora aproximadamente. La revibración cierra las grietas y mejora el acabado de la superficie y otras propiedades del concreto. Es esencial considerar cuidadosamente el tiempo para asegurar que el concreto vuelva a licuarse bajo la acción del vibrador y que las grietas cierren completamente. La aplicación de la vibración antes de que el concreto haya empezado a espesarse puede permitir que las grietas vuelvan a abrirse. Si se aplica demasiado tarde, es decir, después de que el concreto ha empezado a endu-

recerse, puede dañar la adherencia con el refuerzo o reducir su resistencia última. Otros procedimientos que pueden ayudar a reducir el agrietamiento por asentamiento plástico incluyen el uso de:

- Mezclas de revenimiento más bajo
- Mezclas más cohesivas
- Un inclusor de aire para mejorar la cohesión y reducir el sangrado así como...
- El incremento del recubrimiento a las varillas de más arriba.

Donde haya un cambio significativo en la sección, el método de colocación puede ser ajustado para compensar los diferentes grados de asentamiento. Si la sección profunda es colada primero que la parte inferior de la sección menos profunda, puede permitirse que este concreto se asiente antes de que sea colocado el resto del concreto. Sin embargo, la capa de más arriba debe ser bien vibrada hasta dentro de la capa del fondo. Se sugiere evitar el uso de retardadores como una manera de reducir el agrietamiento por asentamiento plástico; pero, para el colado del concreto en clima cálido, las ventajas de los retardadores generalmente pesan más que las desventajas.

Grietas causadas por el movimiento de la cimbra

Si hay un movimiento deliberado o no intencional de la cimbra después de que el concreto ha empezado a espesarse, pero antes de que haya ganado suficiente resistencia para soportar su propio peso, pueden formarse grietas sin patrón definido. Para evitar el agrietamiento por esta causa, la cimbra debe ser:

- Suficientemente fuerte y rígida para soportar el peso del concreto sin deflexiones excesivas.
- Dejarse en el lugar hasta que el concreto haya ganado suficiente resistencia para soportarse a sí mismo.

Los concretos que incorporan materiales cementantes suplementarios —tales como ceniza volante— pueden requerir más tiempo para ganar la resistencia y deben de considerar alguna tolerancia.🌐