



# HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO

Por debajo de los 5°C el hormigón ya comienza a presentar problemas por el retardo excesivo en el fraguado y pobre desarrollo de resistencia. Por debajo de los 0°C se congela el agua de amasado; esto promueve la formación de cristales de hielo que se expanden y pueden conducir a la destrucción del elemento estructural. **Pero entonces... ¿Es posible hormigonar con bajas temperaturas? Sí.**

## DEFINICIÓN DE TIEMPO FRÍO (ACI 306R-88)

Período de más de 3 días consecutivos en el que existen las siguientes condiciones: 1) La temperatura media diaria del aire es menor a 5°C, y 2) La temperatura del aire es menor a 10°C por más de la mitad de cualquier período de 24hs.

Se considera temperatura media diaria del aire al promedio entre la mínima y máxima temperatura del día, del período que va de medianoche a medianoche.

## ACCIÓN DE LA HELADA

- El congelamiento del agua presente en los poros sufre un aumento de volumen del 9%, lo que sumado a otros mecanismos (difusión y presión osmótica), genera presiones internas de tracción.
- Durante las primeras horas de vida del hormigón, el grado de saturación es inevitablemente elevado (se ha hidratado poco cemento).
- El aumento de volumen producido por la congelación del agua, destruye la estructura interna del material con pérdidas irreparables en la resistencia a larga edad (de hasta 50%).

## PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN

Para evitar los daños por congelamiento del material a corta edad deberá preverse:

- Protección hasta que haya alcanzado un grado de saturación por debajo del crítico.
- Para proteger al hormigón será necesario: Asegurar una temperatura de colocación del hormigón mínima y mantener dicha temperatura durante un período determinado.
- Si el hormigón ha adquirido cierta resistencia (entre 30 y 40Kg/cm<sup>2</sup>), implica que ha consumido una cantidad de agua suficiente como para que su saturación esté por debajo del crítico (saturación crítica 85 a 90%).

## REQUERIMIENTOS GENERALES

**Planificación:** Todos los medios necesarios para la protección del hormigón, deberán estar en obra con suficiente antelación como para aplicarlos en el momento requerido.

## INCORPORADORES DE AIRE

Efectos en el hormigón en estado fresco:

- Pequeñas esferas de 0.2 mm actúan como "rodamientos" y favorecen la plasticidad de la mezcla.
- Permite completar fracción fina en granulometría del hormigón.
- Reduce la exudación del hormigón
- Impide la formación de bolsas de agua bajo agregados planos y del acero de refuerzo. Mejora la adherencia.
- Incrementa la resistencia a los ciclos de congelamiento y deshielo.

## RESISTENCIA A CICLOS DE CONGELAMIENTO Y DESHIELO

El agua que penetra en las estructuras se ve expuesta al congelamiento por las bajas temperaturas del invierno, y posteriormente al descongelamiento al ascender la temperatura.

El agua al congelarse aumenta su volumen provocando esfuerzos de tensión que afectan al hormigón severamente por su repetitividad. Las burbujas de aire incorporado mediante el uso de un aditivo actúan como cámaras de disipación de ese aumento de volumen.

## REQUERIMIENTOS GENERALES

a) Exposición a Ciclos de Congelamiento-Deshielo.

- Incorporar aire (4 a 6% del volumen de hormigón)- SIKA AER.
- Adoptar una relación a/c máxima de 0,45-TECNOLOGÍA SIKAMENT.
- Evitar ciclos de CD en condición de saturación crítica, hasta alcanzar una resistencia de al menos 240Kg/cm<sup>2</sup> a compresión.

b) Exudación

Se proyectará un hormigón de baja exudación.

### ACELERANTES DE FRAGUADO Y ACELERANTES DE RESISTENCIA ANTICONGELANTES

#### Requerimientos Generales

Los acelerantes, al desencadenar rápidamente la reacción de hidratación, producen un incremento importante en el calor que se desprende en ella y el pico de temperatura se hace mayor.

Además, el acelerante disuelto en el agua de amasado hace que la fase acuosa tenga un punto de congelación más bajo, con lo cual, a pesar del frío intenso, el hormigón fragua y adquiere resistencia mecánica.

#### PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS RECOMENDABLES A MEDIDA QUE BAJAN LAS TEMPERATURAS

- a) Controlar sistemáticamente la temperatura ambiente y de los materiales.
  - Verificar que los agregados no contengan escarcha o nieve ni estén congelados.
  - Verificar que los encofrados o la subrasante donde va a hormigonarse no tengan escarcha o nieve o estén congelados.
  - Evitar el cemento de bajo calor de hidratación.
  - Evitar el exceso de agua de amasado en la mezcla.
  - Es aconsejable el uso de aditivo acelerante de endurecimiento SIKA ACELERANTE.
  - Cubrir con láminas de polietileno o materiales similares las superficies horizontales expuestas a la intemperie.
  - No tener en cuenta para el tiempo de desencofrado los días en que la temperatura promedio fue inferior a 5°C.
- b) Cuando la temperatura ambiente se encuentra entre 5°C y 0°C, sin tendencia a disminuir:
  - Utilizar aditivo acelerante de endurecimiento SIKA ACELERANTE.
  - Usar aditivo reductor de agua e incorporador de aire FRIOPLAST (reducir al máximo la cantidad de agua y ocluir aire intencionalmente).
  - La alternativa anterior también se logra utilizando el aditivo plastificante reductor de agua PLASTIMENT BV y el aditivo incorporador de aire SIKAAER.
  - Tapar los agregados o almacenarlos bajo techo e inclusive calentarlos si la situación lo requiere.
  - Proteger las superficies expuestas del hormigón fresco contra el frío y la desecación, tapándolas con láminas de polietileno, lonas, papel, fieltros o cartones asfálticos, etc.
  - Usar encofrados de madera gruesa o isotérmicos dobles. No usar encofrados metálicos salvo que se disponga un sistema de calentamiento de los mismos.
  - Membrana de curado: Una vez terminado el período de protección y superado el punto de congelación, puede emplearse ANTISOL o SIKACURE 116.
- c) Cuando la temperatura ambiente está por debajo de los -5°C deben tomarse todas las precauciones indicadas y además deben poder mantenerse las estructuras artificialmente tibias mediante el uso de elementos calefactores durante el tiempo que sea indispensable.
- d) Por debajo de -10°C no es conveniente hormigonar, salvo que se trate de hormigón masivo.

#### UTILIZACIÓN DE ADITIVOS ACELERANTES

La utilización de acelerantes disminuye el período de protección y permite una remoción más rápida de encofrados.

- a) Aditivos basados en cloruros: **SIKA 3®**
  - La dosis varía entre el 5 y el 8% en peso del cemento.
  - Afecta el tiempo de fraguado.
  - Se disuelve en el agua de amasado.
  - Aumenta el potencial de corrosión del acero de refuerzo.
- b) Aditivos no clorados : **SIKA ACELERANTE**
  - Especialmente indicados para hormigón armado. Se agregan al agua de amasado en dosis del 0,5% al 3% del peso del cemento.

Los **ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE** generan microburbujas en la masa del hormigón, que interrumpen los vasos capilares en tanto actúan como cámaras de expansión, y de este modo se limita el ascenso del agua. Es decir, limitan la presión hidrostática.



#### Contacto:

La Paz: Méndez Arcos N° 839, telf: (591-2) 2414169- 2414861; email: info.lapaz@bo.sika.com  
El Alto: Av. Juan Pablo II N° 2 Villa Tunari, telf: (591-2) 2840804- 2862622; email: info.elalto@bo.sika.com  
Santa Cruz: Av. Santa Cruz N° 1200, telf: (591-3) 3367756- 3370594; email: info.santacruz@bo.sika.com  
Cochabamba: Av. Villazón km 3,5 N° 4123, telf: (591-4) 4716048- 4118810; email: info.cochabamba@bo.sika.com  
[www.sika.com.bo](http://www.sika.com.bo)