

Recomendaciones Hormigonado en Tiempo frío

Introducción

Tiempo frío es aquella condición climática en que la temperatura ambiente desciende a niveles que obligan a tomar precauciones especiales en la faena de hormigonado.

En nuestro país, la NCh170:2016, señala que se considera condiciones de hormigonado en tiempo frío cuando, durante los tres días previos al hormigonado, se registre una temperatura media diaria menor que 5°C y la temperatura ambiente sea menor o igual que 10°C por más de 12 horas, continuas o acumuladas, en un período de 24 horas.

En condiciones del tiempo frío, al momento de la colocación el hormigón debe tener una temperatura mayor que 5°C.

En general, se deberán tomar medidas especiales siempre que la temperatura ambiente descienda bajo los 5°C. El hormigón puede sufrir daño considerable cuando la temperatura decrece al punto que el agua contenida en mezclas frescas o en hormigones jóvenes se congela.

Si bien el tiempo frío conlleva una serie de complicaciones de protección y curado, sí tiene una ventaja en las resistencias que debe ser aprovechada. El hormigón colocado a bajas temperaturas (entre 5°C y 13°C), protegido del congelamiento y curado adecuadamente, poseerá mayor resistencia final, mayor durabilidad y será menos susceptible a la fisuración por temperatura.

Efectos del clima frío en el hormigón

- Aumento en los tiempos de fraguado tanto inicial como final.
- Disminución en la tasa de desarrollo de resistencia.
- Daño en el hormigón endurecido por congelación del agua contenida en su interior. La presión interna provoca un aumento en el volumen del agua al congelarse.
- La transferencia de agua desde el interior de la masa caliente, hacia la superficie fría, y si la humedad del aire es suficientemente baja, se provoca la evaporación del agua, con el consecuente desecamiento.

- En hormigón masivo, el gradiente de T° entre el núcleo y la superficie puede ser crítico.

Precauciones antes de hormigonar

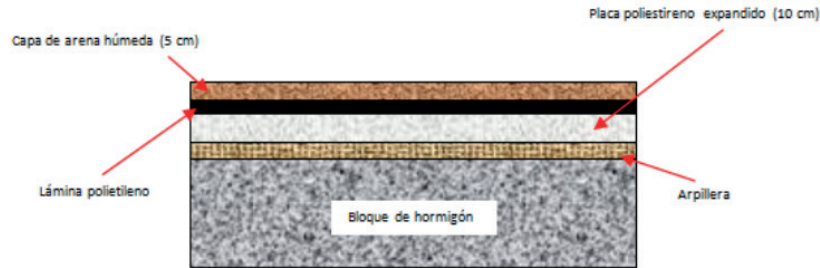
- Las superficies que estarán en contacto con el hormigón fresco deben estar a una temperatura que no cause congelamiento o prolongación excesiva del fraguado. Generalmente, esta temperatura no necesita ser mayor a 2°C y no debe exceder en 5°C la temperatura de colocación del hormigón.
- Especial cuidado merece el hormigonado alrededor de insertos metálicos masivos con temperaturas bajo 0°C . Estos insertos deben ser calentados, cuidando no dañarlos.
- La nieve, hielo o escarcha debe ser removida de moldajes, refuerzo e insertos.
- Utilizar materiales y equipos adecuados para la protección del hormigón.
- Proteger especialmente los lugares más expuestos (aristas, salientes, otros).
- Considerar protecciones (por ejemplo, carpas envolventes) antes de iniciar la colocación, a excepción de las protecciones que irán en contacto directo con las superficies expuestas del hormigón (por ejemplo, capas protectoras de material aislante térmico).
- El hormigón no debe ser colocado en una sub-base congelada.
- Se debe proteger del diferencial térmico en los hormigones masivos de la superficie expuesta con la T° ambiente.

Precauciones después de hormigonar

Posterior a la terminación superficial debe comenzar la etapa de curado, para lo cual se recomienda:

- Utilizar membrana de curado en base a solvente.
- Posterior a la aplicación de la membrana de curado, proteger la superficie expuesta con una doble capa de polietileno alveolar complementada con una capa de polietileno liso.
- Colocar sobre el hormigón una capa de poliestireno expandido de espesor mínimo de 5 cm.
- También se puede utilizar luces alógenas para mitigar las bajas temperaturas a las cuales estará expuesto el hormigón.
- En caso de utilizar equipos para aumentar la temperatura ambiental del sector a hormigonar como calefactores o dragones, se recomienda que estos no permanezcan más de 4 horas en funcionamiento con una temperatura máxima de 40°C .

Ejemplo de aplicación de materiales de protección en tiempo frío:



Desmolde y descimbre según la NCh170:2016

Paramentos verticales: Los paramentos verticales o con inclinación 30° se pueden desmoldar tan pronto como esta operación no cause daños a la superficie del hormigón. Cuando el hormigón colocado alcance una resistencia mayor o igual que 2 MPa se puede iniciar el desmolde.

En condiciones normales esta resistencia se alcanza a las 12 horas, pero se debe tener en consideración que no se deben incorporar los períodos con temperatura menor que 10°C.

Paramentos horizontales: En los elementos horizontales como losas, vigas u otros, se debe considerar separadamente el plazo de desmolde y el de descimbre.

A menos que en el proyecto se especifique algo diferente, se podrá retirar los moldajes de fondo de vigas y losas si el elemento no está sometido a cargas externas distintas a su peso propio y cuando la resistencia del hormigón colocado sea de al menos 13 MPa.

Para el desmolde y descimbre se puede considerar los plazos establecidos a continuación:

Tipos de elementos y moldajes	Plazo mínimo para desmolde y descimbre
	Temperatura media diaria mayor 10°C
Paramentos verticales de columnas, muros y vigas largas	12 h (ver Nota 1)
Fondos de losas	4 días
Fondos de vigas y puntales de losas	10 días
Puntales de vigas	14 días
Nota 1 Las 12 horas corresponden a temperaturas ambientes mayores a 10°C (a efecto de contabilizar las 12 horas no se deben incorporar los periodos con temperatura menor a 10°C).	
Nota 2 Si la temperatura ambiente media diaria es menor que 10°C y no se han adoptado medidas especiales de protección, puede ser necesario incrementar los plazos indicados en esta tabla hasta que el hormigón alcance la resistencia requerida.	
Nota 3 Al momento de retirar los moldajes y antes de proceder al reapuntalamiento, no deben existir sobrecargas de construcción en el elemento.	

Principales características y precauciones del curado en tiempo frío

Durante el período de protección:

- En hormigones protegidos se debe cuidar el secado de las superficies. Esto es especialmente importante en recintos cerrados.
- Cuando el hormigón posee más de 16°C y se expone a temperaturas ambientales superiores a 10°C, es esencial tomar medidas contra el secado.

- El método preferido de curado es a través de vapor.
- No se debe usar el curado bajo agua. Es recomendado el cajón de curado para muestras.
- En recintos cerrados, si la temperatura ambiente cae a 10°C, el hormigón puede ser expuesto al aire siempre que la humedad relativa sea superior a 40%.

Ejemplo de cajón de curado:



Luego del período de protección:

- Luego de finalizar con la temperatura de protección, usualmente no será necesario tomar medidas adicionales para prevenir secado excesivo si la temperatura permanece bajo 10°C. En regiones excepcionalmente áridas se deberán tomar medidas especiales.
- Si se espera secado excesivo se debe curar con membranas de curado o elementos de aislación (el secado dependerá de la temperatura del hormigón, del aire, la velocidad del viento y la humedad relativa).
- Si la temperatura media por más de 12 horas y durante 3 días consecutivos supera los 10°C, no se debe considerar tiempo frío, y se debe aplicar un sistema usual de curado.

Bibliografía:

1. NCh170 Hormigón - Requisitos generales.
2. NCh1017 Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
3. ACI306 - Cold Weather Concreting.
4. Properties of Concrete, A. Neville.