



American Society of Concrete Contractors

Position Statement #49

Mass Concrete Construction

Mass concrete placements require specific attention to the design requirements and construction considerations to manage internal concrete temperature rise and thermal stresses that can lead to cracking. ASCC concrete contractors recognize that when mass concrete is specified, project success relies on clear definition of mass concrete elements and temperature limits, including early coordination and project-specific thermal control plan requirements and its optimization.

ACI 301-20: Specifications for Concrete Construction requires contract documents to designate the portions of the Work to be constructed as mass concrete. Also, per Section 8.1.3 on mass concrete, specifications shall provide limits for the maximum concrete temperature (T_{max}) and temperature difference (T_{diff}) between the surface and the core. The default limits are T_{max} of 160°F and T_{diff} of 35°F; however, Section 8.1.3 in the Optional Requirements Checklist allows for specifying alternative T_{max} and T_{diff} limits higher than the default values.

A thermal control plan shall be submitted with the concrete mixtures evaluated and the proper considerations to implement during construction to meet the specified temperature limits. ACI 301-20, Section 8.1.4, indicates the information to be provided in a thermal control plan.

Early collaboration by designers with contractors, consultants, and ready mixed producers benefits the development of constructable project specification requirements for temperature control and mitigation measures for mass concrete. ASCC recommendations below are in alignment with industry best practices for design and construction of mass concrete elements following principles documented in ACI 301-20 requirements, ACI 201 Durability documents, and 207 Mass Concrete documents, and aligned with CSA A23.1:24, Standards for Concrete Materials and Methods of Concrete Construction.

Designers should evaluate the combination of member dimensions with the type and quantity of cementitious materials to designate portions of the structure as mass concrete requiring a thermal control plan. The definition of

mass concrete per ACI 207.1-21: Mass Concrete—Guide may vary and should be considered when writing specifications.

Designers should evaluate specifying requirements for mass concrete mixtures that allow for using lower heat cementitious materials and avoid prescriptive requirements that may limit the optimization of concrete mixture proportions. Alternatively, pre-cooling concrete using chilled water, ice, or liquid nitrogen may be necessary, or post-cooling with embedded pipes may be needed for unique mass placements. All these options are not always feasible.

Designers should assess the impact on temperature requirements for applications requiring special performance (for example, high strength) or durability parameters (for example, air entrainment) as concrete producers may use higher cementitious materials content for these concretes.

Designers should consider specifying the age of acceptance for strength greater than 28 days; thus, it is recommended the age of acceptance should be no less than 56 days for most cases, and it may extend to no less than 90 days for special cases. Selection of different testing techniques (for example, maturity or match-curing) may be beneficial.

Opportunities to optimize constructability of mass concrete requirements rely on understanding the mass concrete properties and performance for the work. The temperature rise of the proposed mass concrete mixture, for example, can be assessed using modeling, testing, and/or monitoring of a mockup. Alternatives to the temperature limits may also be specified as described below.

The maximum temperature of mass placements is often limited to 160°F to protect the concrete from durability issues such as delayed ettringite formation (DEF). Using a higher percentage of supplementary cementitious materials (SCM), for example, $\geq 25\%$ Class F fly ash, $\geq 35\%$ Class C fly ash, or $\geq 35\%$ slag cement, can minimize the risk of DEF up to 185°F.

Thermal cracking in mass placements typically results from uncontrolled large temperature differences or thermal shock of the concrete surface. A 35°F fixed limit is a conservative limit that does not recognize concrete properties.

American Society of Concrete Contractors

Concrete can resist larger thermal stresses as it matures and gains strength. Thermal control plans can be optimized using, for example, an incremental approach such as stepped temperature differential or a performance-based temperature difference limit (PBTDL), allowing higher differential limits as concrete develops strength. Specifying temperature difference limits reflecting concrete properties like the PBTDL, or stepped limits, such as 35°F during the first 3 days, 45°F up to 7 days, and 55°F after 7 days, can be an alternative to optimize the thermal control plan execution.

The thermal control plan should consider impacts of mitigation measures to schedule and constructability of placement scheme and sequence, surface insulation, removal of insulation depending on ambient conditions, and pre-cooling/post-cooling alternatives.

ASCC members recognize that industry standards for

thermal control of mass concrete do not eliminate the risk of cracking given the limited scope of the specified temperature limits. Thermal control plans mitigate risk of thermal cracks, but mass concrete under thermal control may exhibit cracking due to external restraints, drying, autogenous and/or chemical shrinkage, volume changes, and geometrical restraining conditions inherent to the element outside of the specified scope.

ASCC members will work with project team members to find solutions that meet the specified quality of the work, optimize project schedule, and reduce cost while minimizing the inherent risks of mass concrete placements. If you have any questions, contact your ASCC concrete contractor or the ASCC Technical Hotline at 1-800-331-0668.

This position statement from the American Society of Concrete Contractors is presented for reader interest by the editors. The opinions expressed are not necessarily those of the American Concrete Institute. Reader comment is invited.



10025 Office Center Ave., Suite 200, Sappington, MO 63128
Telephone: +1.314.962.0210; Website: www.asconline.org

Anyone. Anytime. Anywhere.

Instantly Verify an individual's ACI Certification. Download the ACI Certification Verify App now!



To learn more or download the Verify App, visit www.concrete.org/certification/verifyacertification.aspx.



Construcciones de concreto masivo

Posicionamiento # 49



La colocación de concreto masivo requiere especial atención a los requisitos de diseño y a las consideraciones de construcción para manejar adecuadamente el aumento de la temperatura interna del concreto y los esfuerzos térmicos que pueden provocar agrietamiento.

Los contratistas de concreto de la ASCC reconocen que, cuando se especifica concreto masivo, el éxito del proyecto depende de una definición clara de los elementos de concreto masivo y de los límites de temperatura, incluyendo la coordinación temprana de todos los involucrados y establecer los requisitos de un plan de control térmico específico para el proyecto y su optimización.

El Código ACI 301-20: Especificaciones para la construcción con concreto (Specifications for Concrete Construction) exige que los documentos contractuales designen las partes del trabajo que se construirán como concreto masivo. Además, según la Sección 8.1.3 sobre concreto masivo, las especificaciones deben proporcionar límites para la temperatura máxima del concreto (T_{max}) y la diferencia de temperatura (T_{diff}) entre la superficie del concreto y el núcleo.

Los límites predeterminados son una T_{max} de 160 °F y una T_{diff} de 35 °F; sin embargo, la Sección 8.1.3 en la lista de requisitos opcionales permite especificar límites alternativos de T_{max} y T_{diff} mayores a los valores predeterminados.

Debe presentarse un plan de control térmico junto con los diseños de las mezclas de concreto evaluadas y las consideraciones adecuadas para implementar durante la construcción, con el fin de cumplir con los límites de temperatura especificados. El Código ACI 301-20, Sección 8.1.4, indica cuál es la información que debe incluirse en un plan de control térmico.

La colaboración temprana entre diseñadores, contratistas, consultores y productores de concreto premezclado beneficia el desarrollo de requisitos de especificación logrables para el control de temperatura y las medidas de mitigación para el concreto masivo. Las recomendaciones de ASCC siguientes están alineadas con las mejores prácticas de la industria para el diseño y construcción de elementos de concreto masivo, siguiendo los principios documentados en los requisitos ACI 301-20, los documentos de durabilidad ACI 201 y los documentos de concreto masivo ACI 207, y alineadas con CSA A23.1:24, Normas para materiales de concreto y métodos de construcción con concreto. (*Standards for Concrete Materials and Methods of Concrete Construction*).

Los diseñadores deben evaluar la combinación de las dimensiones de los elementos con el tipo y cantidad de materiales cementantes para designar partes de la estructura como concreto masivo que requerirán un plan de control térmico. La definición de concreto masivo según ACI 207.1-21: Guía para colocar concreto masivo (*Mass Concrete—Guide*) puede variar y debe considerarse al redactar las especificaciones.

Los diseñadores deben evaluar la posibilidad de especificar requisitos para las mezclas de concreto masivo que permitan el uso de materiales cementantes que generen menor calor, y evitar requisitos prescriptivos que puedan limitar la optimización de las proporciones de la mezcla de concreto. Alternativamente, puede ser necesario el pre-enfriamiento del concreto usando agua fría, hielo o nitrógeno líquido, o el post-enfriamiento con tuberías embebidas para colocaciones masivas especiales. No todas estas opciones son siempre factibles.

Los diseñadores también deben evaluar el impacto sobre los requisitos de temperatura en aplicaciones que requieren desempeño especial (por ejemplo, alta resistencia) o parámetros de durabilidad (por ejemplo, aire incluido), ya que los productores de concreto pueden usar contenidos más altos de materiales cementantes para estos concretos.

Los diseñadores deben considerar especificar una edad de aceptación para la resistencia mayor a 28 días; por lo tanto, se recomienda que la edad de aceptación sea no menor a 56 días en la mayoría de los casos, y pueda extenderse a no menos de 90 días

para casos especiales. La selección de diferentes técnicas de ensayo (por ejemplo, madurez o curado por coincidencia puede ser beneficiosa). (El curado por coincidencia es un método de control de calidad del concreto donde las muestras, ya sean cilindros o cubos, se curan bajo las mismas condiciones reales que experimenta el concreto colocado en obra)

Las oportunidades para optimizar la aplicabilidad de los requisitos de concreto masivo dependen del entendimiento de las propiedades y el desempeño del concreto masivo para la obra. El aumento de temperatura de la mezcla propuesta para concreto masivo, por ejemplo, puede evaluarse mediante modelado, pruebas y/o monitoreo de un prototipo. También se pueden especificar alternativas a los límites de temperatura como se describe a continuación.

La temperatura máxima en las colocaciones masivas suele limitarse a 160 °F para proteger el concreto de problemas de durabilidad como la formación retardada de etringita (DEF). El uso de un mayor porcentaje de materiales cementantes suplementarios (SCM), por ejemplo, $\geq 25\%$ de ceniza volante Clase F, $\geq 35\%$ de ceniza volante Clase C o $\geq 35\%$ de cemento escoria, puede minimizar el riesgo de DEF hasta 185 °F.

El agrietamiento térmico en colocaciones masivas generalmente resulta de diferencias de temperatura grandes e incontroladas o del choque térmico en la superficie del concreto. Un límite fijo de 35 °F es un límite conservador que no reconoce las propiedades del concreto. El concreto puede resistir mayores esfuerzos térmicos conforme madura y gana resistencia.

Los planes de control térmico pueden optimizarse usando, por ejemplo, un enfoque incremental como un diferencial de temperatura escalonado o un límite de diferencia de temperatura basado en desempeño (PBTDL por sus siglas en inglés), permitiendo límites diferenciales mayores conforme el concreto desarrolla resistencia.

Especificar límites de diferencia de temperatura que reflejen las propiedades del concreto, como el PBTDL o límites escalonados—por ejemplo: 35 °F durante los primeros 3 días, 45 °F hasta los 7 días y 55 °F después de 7 días—puede ser una alternativa para optimizar la ejecución del plan de control térmico.

El plan de control térmico debe considerar los impactos de las medidas de mitigación en el programa

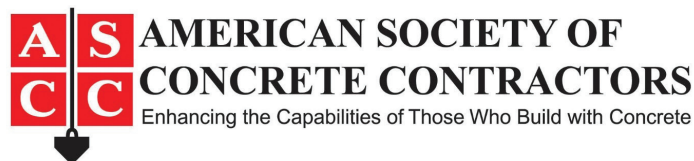
de construcción, la constructibilidad del esquema y la secuencia de colocación, el aislamiento superficial, la remoción del aislamiento según las condiciones ambientales y las alternativas de pre-enfriamiento/post-enfriamiento.

Los miembros de ASCC reconocen que los estándares de la industria para el control térmico del concreto masivo no eliminan el riesgo de agrietamiento, dado el alcance limitado de los límites de temperatura especificados. Los planes de control térmico mitigan el riesgo de fisuración térmica, pero el concreto masivo bajo control térmico puede presentar grietas debido a restricciones externas, secado, contracción autógena y/o química, cambios volumétricos y condiciones geométricas de restricción inherentes al elemento y fuera del alcance especificado.

Los miembros de ASCC trabajarán con los miembros del equipo del proyecto para encontrar soluciones que cumplan con la calidad especificada del trabajo, optimicen el cronograma del proyecto y reduzcan costos mientras se minimizan los riesgos inherentes a las colocaciones de concreto masivo.

Para cualquier pregunta, contacte a su contratista de concreto ASCC o llame a la Línea de ayuda técnica de ASCC al 1-800-331-0668.

Esta declaración de posición de la Asociación Americana de Contratistas de Concreto (American Society of Concrete Contractors) es presentada por los editores para el interés del lector. Las opiniones expresadas no son necesariamente las del American Concrete Institute. Se invita a los lectores a enviar sus comentarios.



Título original en inglés:
American Society of Concrete Contractors
Position Statement #49.
Mass Concrete Construction

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo México
Sureste**



Traductora:
**Ing. Maria Jesús
Domínguez Ramos**



Revisor Técnica:
**Dr. Josseph Eli
Mandujano Zavala**