

Strength Requirements for Removal of Formwork from Concrete Slabs

Q. *We are building a 10-story, reinforced concrete flat-plate office building, which is behind schedule due to water issues with the foundation. We propose to accelerate the construction cycle for the 10 in. thick, 5000 psi, mild reinforced slabs by using 7000 psi concrete. The formwork engineer requires an in-place concrete strength of 75% of f'_c , or 3750 psi, prior to removing forms. That would take about 6 days for the 5000 psi concrete mixture. For the “new” 7000 psi concrete mixture, it would take about 4 days to reach 3750 psi. We have successfully increased the compressive strength of concrete mixtures on other projects to accelerate the schedule. The inspector for this project, however, says we still need to meet 75% of the new f'_c , or 5250 psi, as directed by the formwork engineer. Based on the inspector’s reasoning, we can’t accelerate the schedule even if we pay for 10,000 psi concrete. Can you provide suggestions on how to resolve this issue?*

A. We recommend scheduling a meeting between the construction and design teams, including the inspector and formwork engineer. The engineer of record designed the concrete slab accounting for code-prescribed dead and live loads. The formwork engineer determined the concrete strength necessary to support construction loads. The agenda should note that the design engineer will describe the design loads and their analysis, and the formwork engineer will describe the construction loads and their analysis. These explanations should allow the inspector to understand and support the rationale for using an alternative mixture.

Unless the design or construction loads change, the required concrete strength prior to form removal would be 75% of 5000 psi, or 3750 psi. Increasing concrete strength will not change any loading, and therefore only 3750 psi is needed for the 7000 psi mixture for form removal. This would reduce the construction schedule by 2 days for each slab placement.

To prevent the applied construction load from exceeding a slab’s early-age load capacity, ACI PRC-347.2-17: Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Buildings, Chapter 5,¹ recommends reducing the construction load, changing the concrete mixture to a high-early-strength concrete, controlling curing temperatures, or increasing the duration of the

construction cycle. While ACI PRC-347.2-17 doesn’t specifically state that 75% of the concrete strength required by the designer is appropriate, note that the goal is to prevent the construction load from exceeding the slab’s early-age load capacity. Your solution clearly meets that goal and improves the construction schedule.

Raising the concrete strength for schedule improvement purposes is also discussed in *SP-4: Formwork for Concrete*, Section 6.7.1, which states:

“Some project specifications require 70 to 75% of the specified compressive strength to be developed before forms and shores are removed. Because strength development is slower at lower temperatures, this may limit the rate of construction. For this reason, use of high-early-strength concrete may be preferable for construction in cold climates.”²

A similar issue arises when considering so-called “puddling options.” ACI CODE-318-25, Section 15.8.1(a), requires concrete with compressive strength specified for the column to be placed at least 2 ft outward into the floor slab from the face of column when f'_c of the floor system is less than $0.7f'_c$ of the column.³ For a column strength of 10,000 psi and a floor strength of 5000 psi, puddling would be required unless the contractor elected to use a concrete slab strength of 7500 psi. Again, in this instance, the form removal strength should be based on 75% of 5000 psi and not the increased concrete slab strength chosen to avoid puddling.

We hope that ACI Committee 347, Formwork for Concrete, will address these issues in the next document cycle.

References

1. ACI Committee 347, “Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Buildings (ACI PRC-347.2-17),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2017, 28 pp.
2. Johnston, D.W., *SP-4: Formwork for Concrete*, eighth edition, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 512 pp.
3. ACI Committee 318, “Building Code for Structural Concrete—Code Requirements and Commentary (ACI CODE-318-25),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 699 pp.

Thanks to Bruce A. Suprenant, Concrete Consultant, Tucson, AZ, USA; Eamonn Connolly, McHugh Engineering Group, LLC, Chicago, IL, USA; and James E. Klinger, Concrete Consultant, Antioch, CA, USA, for providing the answer to this question.

Requisitos de Resistencia para el Descimbrado de Losas de Concreto

P. *Estamos construyendo un edificio de oficinas de concreto reforzado de piso plano de 10 pisos, que está retrasado debido a problemas de agua con la cimentación. Proponemos acelerar el ciclo de construcción de las losas de 10 pulgadas de espesor, de 5,000 psi, y refuerzo moderado, utilizando concreto de 7,000 psi. El ingeniero responsable de la cimbra exige que el concreto alcance una resistencia en sitio del 75% de f'_c , es decir, 3,750 psi, antes de retirar la cimbra. Con la mezcla de 5,000 psi, esto toma aproximadamente 6 días. Con la nueva mezcla de 7,000 psi, se alcanzan los 3,750 psi aproximadamente en unos 4 días. En otros proyectos, hemos incrementado exitosamente la resistencia a compresión para reducir el cronograma. Sin embargo, el inspector de este proyecto afirma que debemos cumplir el 75% del nuevo f'_c , o 5,250 psi, como lo exige el ingeniero responsable de la cimbra. Según su razonamiento, no podemos acelerar el cronograma ni siquiera utilizando concreto de 10,000 psi. ¿Pueden sugerirnos cómo resolver este asunto?*

R. Recomendamos programar una reunión entre los equipos de diseño y construcción, incluyendo al inspector y al ingeniero responsable de la cimbra. El ingeniero proyectista diseñó la losa de concreto considerando las cargas muertas y vivas prescritas por el reglamento. El ingeniero responsable de la cimbra determinó la resistencia del concreto necesaria para soportar las cargas de construcción. La agenda de la reunión debe tomar en cuenta que el ingeniero de diseño debería presentar su análisis de cargas de diseño, y el ingeniero responsable de la cimbra, el de las cargas de construcción. Estas explicaciones deberían ayudar al inspector a comprender y apoyar el uso de una mezcla alternativa.

A menos que cambien las cargas de diseño o de construcción, la resistencia requerida del concreto antes del descimbrado seguiría siendo 3,750 psi (75% de 5,000 psi). Aumentar la resistencia del concreto

no cambia las cargas aplicadas, por lo tanto, solo se necesita 3,750 psi también para la mezcla de 7,000 psi. Esto permitiría reducir el ciclo de construcción en 2 días por cada vaciado de losa.

Para evitar que la carga de construcción aplicada exceda la capacidad resistente a edad temprana de la losa, el Capítulo 5 de ACI PRC-347.2-17: Guía para Apuntalamiento y Reapuntalamiento en Edificios de Hormigón de Varios Pisos¹, recomienda reducir la carga de construcción, cambiar la mezcla por un concreto de alta resistencia inicial, controlar la temperatura de curado, o incrementar la duración del ciclo de construcción.

Aunque el ACI PRC-347.2-17 no especifica que se deba alcanzar el 75% de la resistencia del diseño original, el objetivo es evitar sobrecargar la losa antes de tiempo. Su solución cumple claramente con ese objetivo y mejora el cronograma.

El incremento de la resistencia del concreto con fines de aceleración del cronograma también se trata en el documento SP-4: Encofrado para Concreto, Sección 6.7.1, que indica:

“Algunas especificaciones de proyecto exigen que se alcance entre el 70 y 75% de la resistencia especificada antes de retirar cimbras y puntales. Debido a que el desarrollo de resistencia es más lento a bajas temperaturas, esto puede limitar la velocidad de construcción. Por tal razón, puede ser preferible usar concreto de alta resistencia inicial en climas fríos”².

Un caso similar surge al considerar las llamadas “mezcla de diferentes concretos” (puddling options). La Sección 15.8.1(a) del ACI CODE-318-25 requiere que el concreto con la resistencia a compresión especificada para la columna se extienda al menos 2 pies hacia afuera dentro de la losa del piso, desde la cara de la columna, cuando la f'_c del sistema de piso sea menor a 0.7 veces la f'_c de la columna³. Por ejemplo, si la resistencia de la columna es de 10,000 psi y la del piso es de 5,000 psi, se requeriría usar la mezcla de diferentes concretos a menos que el contratista opte por usar una resistencia del concreto de la losa de 7,500 psi. Nuevamente, en este caso, la resistencia requerida para el descimbrado debería basarse en el 75% de 5,000 psi, y no en la mayor resistencia de la losa que se haya elegido para evitar mezclar concretos.

Esperamos que el Comité ACI 347 aborde estos temas en su próximo ciclo de revisión del documento

Referencias

1. Comité ACI 347, Guía para Apuntalamiento/Reapuntalamiento de Edificios de Concreto de Múltiples Pisos (ACI PRC-347.2-17), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2017, 28 páginas.
2. Johnston, D.W., SP-4: Encofrado para Concreto, octava edición, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 512 páginas.
3. Comité ACI 318, Reglamento de Construcción para Concreto Estructural — Requisitos del Código y Comentarios (ACI CODE-318-25), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 699 páginas.

Agradecimientos a: Bruce A. Suprenant, Consultor en Concreto, Tucson, AZ, EE. UU.; Eamonn Connolly, McHugh Engineering Group, LLC, Chicago, IL, EE. UU.; y James E. Klinger, Consultor en Concreto, Antioch, CA, EE. UU.; por proporcionar la respuesta a esta consulta.

Título original en inglés:
**Strength Requirements for
Removal of Formwork from
Concrete Slabs**

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



Traductor:
**Emiliano Martínez
Villalobos**
*Estudiante Ing. Civil
Universidad de Sonora*



Revisor Técnico:
**Ing. Oscar Ramírez
Arvizu**