



Position Statement #46

Water-Cementitious Materials Ratio for Concrete to Receive a Trowel Finish

The ACI 318-19 Building Code, Table 19.23.2.1, requires a maximum water-cementitious materials ratio (w/cm) for concrete in accordance with the severity of the anticipated exposure of members for each exposure category:

- Freezing and thawing (F);
- Sulfate (S);
- In contact with water (W); and
- Corrosion protection of reinforcement (C).

The w/cm specified in the Code varies from N/A (not applicable) to 0.55, 0.50, 0.45, and 0.40, depending on the severity of the exposure. Interior concrete to receive a trowel finish is rarely anticipated to be in an exposure category for which the Code limits the maximum w/cm . Unfortunately, many specifications require a maximum w/cm for interior concrete, often as low as 0.40, which results in undesirable consequences for the surface finish.

Some specifiers believe that a low w/cm increases abrasion resistance to forklift traffic and results in a faster drying time for concrete to receive a moisture-sensitive floor covering.

Kettle and Sadegzadeh (“Influence of Construction Procedures on Abrasion Resistance,” SP-100: *Concrete Durability*, 1987, pp. 1385-1410) showed that repeated power troweling resulted in greater abrasion resistance and decreased the influence of the mixture design by providing a lower surface water-cement ratio (w/c) due to the troweling.

ACI 302.2R-06, “Guide for Concrete Slabs that Receive Moisture-Sensitive Flooring Materials,” Section 9.4, recommends w/cm of 0.50 as the best compromise between drying rate and finishing performance. Further, specifying a maximum w/cm for adequate concrete workability is not useful, as stated in ACI 302.1R-15, “Guide to Concrete Floor and Slab Construction,” Section 8.4.4: “The amount of water needed to produce a workable mixture is generally determined by the characteristics of the combined aggregate material used

in the mixture and is not effectively controlled by specifying w/cm .” And specifying a maximum w/cm may be harmful, as stated in NRMCA Publication 2PE004-21, “Guide to Improving Specifications for Ready Mixed Concrete,” Section 2.11: “Including a maximum w/cm for concrete where it is not essential can adversely affect the ability to place and finish concrete and the concrete performance because of possibly increased paste content, elevated concrete temperature, and increased propensity for cracking.”

If w/cm must be specified, ACI 302.1R-15, Section 8.4.4, recommends a w/cm in the range of 0.47 to 0.55 for concrete floors to receive a trowel finish. However, concretes with the same specified strength but with a different w/cm will not have identical workability and finishability. For example, consider the difference in water content for the concrete with a compressive strength, f'_c , of 4000 psi (28 MPa), which contains 500 lb/yd³ (297 kg/m³) of total cementitious materials, with a w/cm of 0.40 and 0.50. The water contents are 24 and 30 gal./yd³ (119 and 149 L/m³), respectively. The 6 gal./yd³ (30 L/m³) difference can dramatically affect concrete placing and finishing properties.

In addition, ACI 302.1R-15, Section 8.3, states that for troweled concrete, “a minimum amount of water is required to produce a workable, finishable mixture with predictable uniform setting characteristics. Currently available water-reducing admixtures perform best when they are mixed with concrete that has enough water to produce a water-induced slump of 3 to 4 in. [75 to 100 mm] if no admixture was added. If this water slump is not achievable with the admixture, setting times and finishability can vary when the concrete is subjected to normal variations of ambient temperature and time between batching and discharge. The slump envelope results in predictable setting times and the required sequence of finishing operations.”

American Society of Concrete Contractors

Often, ready mixed concrete producers will hold back water during batching, and they will indicate the amount on the batch ticket. While reducing the water content results in a higher compressive strength, it does not, however, provide concrete with predictable setting times or consistent finishing. The practice of holding back water must be discussed at the concrete preconstruction meeting, as this practice can result in an undesirable surface finish on concrete that is to receive a trowel finish.

Adding water on site must also be discussed as ASTM C94/C94M-21b, "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete," Section 12.7, allows water to be added if water is held back during batching or to not exceed the maximum *w/cm*. If water is required after the maximum *w/cm* has been reached, ACI 302.1R-15, Section 9.2.1, recommends that it "should be done with an ASTM C494/C494M Type A or Type F admixture. Care should be taken in using these

materials, as they may affect the setting or finishing characteristics of the concrete. The added fluidity can also affect the air content of the concrete and create air contents in excess of the normal 2 to 3 percent entrained air contents in the absence of air-entraining agents... The sequence of addition of admixtures and cementitious materials can impact the properties of concrete."

ASCC concrete contractors encourage specifiers to consider recommendations provided in ACI 302.1R-15 and ACI 302.2R-06 for *w/cm* for concrete to receive a trowel finish. ASCC concrete contractors will work with the owner, design team, construction manager/general contractor, testing agency, and ready mixed suppliers to assist in avoiding surface finish issues as a result of low *w/cm* concretes.

If you have 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.

American Society of Concrete Contractors
2025 S. Brentwood Blvd., Suite 105
St. Louis, MO 63144
Telephone: +1.314.962.0210; Fax: +1.314.968.4367
Website: www.asconline.org; Email: ascc@asconline.org

How to Become ACI-CERTIFIED



If you're a craftsman, technician, or inspector, earning an ACI Certification provides you with the credentials to build the best concrete structures in the world. If you're a specifier or owner, you know many codes require ACI-certified personnel on the jobsite. Visit concrete.org/certification.

TESTING/TRAINING CENTERS



ACI has partnered with like-minded organizations across the globe to train candidates and administer written and performance exams

PROMETRIC TESTING CENTERS



ACI also has partnered with Prometric to allow candidates to take written exams at their convenience

CCRL TOURS



Performance exams for select programs can be taken during your CCRL lab evaluation

Relación agua/cemento para que el concreto reciba un acabado con llana

El Código de Construcción ACI 318-19, Tabla 19.23.2.1, requiere una relación máxima de agua-cemento (a/cm) para el concreto de acuerdo con la severidad de la exposición anticipada de los miembros para cada categoría de exposición:

- Congelación y descongelación (F);
- Sulfato (S);
- En contacto con el agua (W); y
- Protección contra la corrosión del refuerzo (C).

La relación a/cm especificada en el Código varía de N/A (no aplicable) a 0.55, 0.50, 0.45 y 0.40, según la gravedad de la exposición. Rara vez se anticipa que el concreto interior que recibirá un acabado con llana esté en una categoría de exposición para la cual el código limita la máxima a/cm . Desafortunadamente, muchas especificaciones requieren un valor máximo de a/cm para concreto interior, a menudo tan bajo como 0.40, lo que tiene consecuencias no deseadas para el acabado de la superficie.

Algunos especificadores creen que una relación a/cm baja aumenta la resistencia a la abrasión por el tráfico de montacargas y da como resultado un tiempo de secado más rápido para que el concreto reciba un recubrimiento sensible a la humedad.

Kettle y Sadegzadeh ("Influencia de los procedimientos de construcción en la resistencia a la abrasión", SP-100: *Concrete Durability*, 1987, pp. 1385-1410) demostraron que el allanado mecánico repetido resultó en una mayor resistencia a

la abrasión y disminuyó la influencia del diseño de la mezcla al proporcionar una menor relación agua-cemento superficial (a/cm) debido al fratasado.

ACI 302.2R-06, "Guía para losas de concreto que reciben recubrimientos sensibles a la humedad", Sección 9.4, recomienda una relación a/cm de 0.50 como el mejor compromiso entre la velocidad de secado y el rendimiento del acabado. Además, no es útil especificar un valor máximo de a/cm para una trabajabilidad adecuada del concreto, como se establece en ACI 302.1R-15, "Guía para la construcción de losas y pisos de concreto", Sección 8.4.4: "La cantidad de agua necesaria para producir una mezcla trabajable generalmente está determinada por las características del material agregado combinado utilizado en la mezcla y no se controla de manera efectiva especificando a/cm ". Y especificar un máximo de a/cm puede ser perjudicial, como se establece en la Publicación 2PE004-21 de la NRMCA, "Guía para mejorar las especificaciones para el concreto premezclado", Sección 2.11: "Incluir una relación a/cm máxima para el concreto donde no es esencial puede afectar negativamente la capacidad de colocar, y acabar el concreto y el desempeño del concreto debido al posible aumento del contenido de pasta, la temperatura elevada del concreto y la mayor propensión al agrietamiento".

Si se debe especificar a/cm , ACI 302.1R-15, Sección 8.4.4, recomienda un a/cm en el rango de 0.47 a 0.55 para que los pisos de concreto reciban un acabado con llana. Sin embargo, los concretos con la misma resistencia especificada, pero con una relación a/cm diferente no tendrán una trabajabilidad y una capacidad de acabado idénticas. Por ejemplo, considere la diferencia en el contenido de agua para el concreto con una resistencia a la compresión, f'_c de 4000 psi (28 MPa), que contiene 500 lb/yd³ (297 kg/m³) de materiales cementantes totales, con una relación a/cm de 0.40 y 0.50. Los contenidos de agua son 24 y 30 gal./yd³ (119 y 149 L/m³), respectivamente. La diferencia de 6 gal./yd³ (30 L/m³) puede afectar drásticamente las propiedades de colocación y acabado del concreto.

Además, ACI 302.1R-15, Sección 8.3, establece que para el concreto aplicado con llana, “se requiere una cantidad mínima de agua para producir una mezcla trabajable y que se pueda terminar con características de fraguado uniformes y predecibles. Los aditivos reductores de agua actualmente disponibles funcionan mejor cuando se mezclan con concreto que tiene suficiente agua para producir un asentamiento inducido por agua de 3 a 4 pulg [75 a 100 mm] si no se agrega ningún aditivo. Si este asentamiento de agua no se puede lograr con el aditivo, los tiempos de fraguado y la capacidad de acabado pueden variar cuando el concreto se somete a variaciones normales de temperatura ambiente y tiempo entre la dosificación y la descarga. El valor de la prueba de asentamiento da como resultado tiempos de fraguado predecibles y la secuencia requerida de operaciones de acabado”.

A menudo, los productores de concreto premezclado retendrán el agua durante la dosificación e indicarán la cantidad en al remisión. Si bien la reducción del contenido de agua da como resultado una mayor resistencia a la compresión, sin embargo, no proporciona al concreto tiempos de fraguado predecibles o un acabado uniforme. La práctica de retener el agua debe discutirse en la reunión de preconstrucción de concreto, ya que esta práctica puede resultar en un acabado superficial indeseable en el concreto que recibirá un acabado pulido con llana.

La adición de agua en el sitio también debe discutirse como ASTM C94/C94M 21b, "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete - Especificación estándar para concreto premezclado", Sección 12.7, permite agregar agua si el agua se retiene durante la dosificación o para no exceder la máxima a/cm . Si se requiere agua después de alcanzar la máxima a/cm , ACI 302.1R-15, Sección 9.2.1, recomienda que “debe hacerse con un aditivo ASTM C494/C494M Tipo A o Tipo F. Se debe tener cuidado al usar estos materiales, ya que pueden afectar las características de fraguado o acabado del concreto. La fluidez añadida también puede afectar el contenido de aire del concreto y crear contenidos de aire superiores al 2 o 3 por ciento normal de contenido de aire incluido en ausencia de agentes inclusores de aire... La secuencia de adición de aditivos y materiales cementantes puede afectar las propiedades del concreto.”

Los contratistas de concreto de la ASCC alientan a los especificadores a considerar las recomendaciones provistas en ACI 302.1R-15 y ACI 302.2R-06 para a/cm para que el concreto reciba un acabado con llana. Los contratistas de concreto de ASCC trabajarán con el propietario, el equipo de diseño, el gerente de construcción/contratista general, el laboratorio de pruebas y los proveedores de concreto premezclado para ayudar a evitar problemas con el acabado de la superficie como resultado de concretos de bajo a/cm .

Esta declaración de posición de la American Society of Concrete Contractors se presenta para el interés de los lectores por parte de los editores. Las opiniones expresadas no son necesariamente las del American Concrete Institute. Se invita al lector a comentar. Si tiene preguntas, póngase en contacto con su contratista de concreto de la ASCC o con la línea de asistencia técnica de la ASCC en el +1.800.331.0668. American Society of Concrete Contractors 2025 S. Brentwood Blvd., Suite 105 San Luis, MO 63144

Teléfono: +1.314.962.0210;

Fax: +1.314.968.4367

Sitio web: www.ascconline.org;

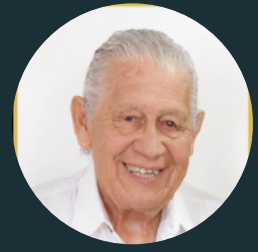
Correo electrónico: ascc@ascconline.org

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noroeste

Título: Relación agua/cemento para que el concreto reciba un acabado con llana



*Traductor:
Cristian Silva*



*Revisor Técnico:
Ing. Genaro Salinas*