

Coordinating Tolerances

Q. *Who is responsible for coordinating construction tolerances on a project: the designer or the contractor?*

A. Tolerances establish permissible variations in dimension and location, giving both the designer and the contractor limits within which the work is to be performed. The designer specifies tolerances to convey to the contractor the performance expectations upon which the design is based or that the project requires.

One subcontractor's tolerances do not trump another subcontractor's tolerances. While neither is required to achieve perfection, each is required to complete the work in accordance with the tolerance specified for the work they have agreed to provide. Certainly, subcontractors cannot adjust each other's tolerances during the work. Each contractor has bid the project based on their specified (unique) tolerances, and it's likely that any change in tolerances during construction would be costly and extend the schedule.

As confirmed in the following documents, it is the responsibility of the architect/engineer, not the general contractor, to determine tolerance compatibility prior to issuing the project specification and accepting bids:

- ACI 347R-14, Section 5.3.1,¹ states: "The engineer/architect should be responsible for coordinating the tolerances for concrete work with the tolerance requirements of other trades whose work adjoins the concrete construction";
- ACI 117-10(15)² commentary states: "Compatibility—Designers are cautioned to use finish and architectural details that are compatible with the type and anticipated method of construction. The finish and architectural details used should be compatible with achievable concrete tolerances";
- ASCC Position Statement #18³ states: "Contractors coordinate their own work, but they aren't responsible for adjusting tolerances or ensuring that tolerances for the work of other trades are compatible with their own work. Only the design professional can decide which tolerances are reasonable and compatible"; and
- ACI 117.1R-14, Section 3.2.2,⁴ states: "It is critical that the architect/engineer account for tolerance requirements in the contract documents and develop details that provide for the required clearances and adjustability between concrete and other construction elements."

While the architect/engineer does not have an easy task, there are some opportunities to make that task easier. These include conducting a constructability review, holding tolerance coordination meetings, and using a bid allowance.

Constructability review—Karlson et al.⁵ defines constructability as an effective and timely integration of concrete construction knowledge into the conceptual planning, design, and construction of a project to achieve the overall project objectives in the best possible time, with the highest safety, and at the most cost-effective level of quality. Thus, a constructability review should include people with expertise in concrete as well as those with expertise in materials and systems that interface with the constructed concrete. Further, review meetings should occur in the planning and design phases. Other trades that might interface with concrete include masonry; interior and exterior finish systems; and perhaps mechanical, electrical, and plumbing systems.

Tolerance coordination meetings—ACI 117.1R recommends a preconstruction tolerance coordination meeting that includes the owner, general contractor, construction manager, architect/engineer, concrete contractor, and all other subcontractors whose work will interface with concrete construction elements. Attendees should address the anticipated tolerance compatibility questions and conflicts applicable to their work so that tolerance issues are identified and resolved before concrete construction. Resolution of tolerance issues after the contract award may result in changes having to be made to the contract terms, which may affect one or more of the parties involved.

Using a bid allowance—A bid allowance is a popular concept used for coordination of Division 3 and Division 9 work for floor coverings.⁶ While the concrete contractor may meet his or her tolerances as measured within 72 hours, the floor covering contractors will arrive on site 3 to 9 months later. Short- and long-term deflections can change the concrete contractor's work, resulting in challenges for the floor covering contractor. As a result, many contract documents now provide for a bid allowance to cover the gap between Division 3 and Division 9 work created by deflections. This

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to rex.donahey@concrete.org.

concept could be extended to the coordination of Division 3 work with other interior and exterior finish systems.

A bid allowance alerts the owner that coordination, if required, will have costs; allows bidding to be executed on an equal basis; and enables the owner to keep the bid allowance if not needed. Currently, this approach is endorsed by the following organizations:

- Flooring Contractors Association;
- National Tile Contractors Association;
- National Wood Flooring Association;
- International Union of Bricklayers and Allied Craft Workers;
- Tile Contractors Association of America; and
- International Masonry Institute.

Other work that could be affected would include interior walls and ceilings as well as stucco (all covered in Division 9) and curtain walls (Division 8). Volume and temperature changes cause perimeter beams and columns to change their location as work progresses. Many multistory buildings have post-tensioned floors that shorten over time^{4,7,8} and, as a result, change the slab edge location and column alignment (plumbness). ACI 117.1R indicates that the slab edge location can move (shorten) as much as 1-1/2 in. (38 mm) from its original location. These changes with time need to be considered in design when considering tolerances and architectural details.

When determining tolerance compatibilities for concrete structures and exterior finishes such as exterior portland cement plaster, two issues demand consideration. As indicated in ASCC Position Statement #18, there are different tolerances for plumbness in ACI 117 and in ASTM C926-20.⁹ ASTM C926 calls out a concrete plumb tolerance of 1/4 in. in 10 ft (6 mm in 3 m), while ACI 117 allows a 3/8 in. in 10 ft (9.5 mm in 3 m) tolerance. This conflict should be addressed by the architect/engineer prior to starting construction.

In addition, the ACI 117 tolerance for offsets is often misunderstood. The offset tolerances originated in ACI Committee 347, Formwork, with ACI 347-68, Section 3.3.8,¹⁰ which stated: “Offsets and fins resulting from displaced,

mismatched, or misplaced forms, sheathing, or liners, or from defects in forming materials are considered abrupt irregularities.” Offsets are generated by mismatched forms in a single placement, so offset tolerances do not apply at discontinuities at construction joints or differences between slab edges and column locations.

In conclusion, the coordination of tolerances is a design responsibility. While potential issues can be mitigated through open communications and remediation, remediation is a contractual obligation not assigned to any specific subcontractor. Further, remedial actions should be approved by the design authority prior to execution. Inclusion of a clause or an allowance for remediation in the contract documents may also be helpful.

References

1. ACI Committee 347, “Guide to Formwork for Concrete (ACI 347R-14),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 36 pp.
2. ACI Committee 117, “Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI 117-10) and Commentary (ACI 117R-10) (Reapproved 2015),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 76 pp.
3. ASCC Position Statement #18: “Concrete Tolerance Coordination,” American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2009, 1 pp.
4. ACI Committee 117, “Guide for Tolerance Compatibility in Concrete Construction (ACI 117.1R-14),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 47 pp.
5. Karlson, L.G.; Connolly, E.F.; Garcia, C.M.; and Suprenant, B.A., “Defining Concrete Constructability,” *Concrete International*, V. 40, No. 10, 2018, pp. 32-33.
6. ASCC Position Statement #6: “Division 3 versus Division 9 Floor Flatness Tolerances,” American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2003, 1 pp.
7. “Construction Tolerance Conflicts in Reinforced Concrete,” Engineering Data Report No. 40, Concrete Reinforcing Steel Institute, Schaumburg, IL, 1995, 4 pp.
8. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., “Effect of Post-Tensioning on Tolerances,” *Concrete International*, V. 31, No. 1, Jan. 2009, pp. 58-65.
9. ASTM C926-20, “Standard Specification for Application of Portland Cement-Based Plaster,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, 14 pp.
10. ACI Committee 347, “Proposed Revisions to ACI 347-68: Recommended Practice for Concrete Formwork,” *ACI Journal Proceedings*, V. 74, No. 9, Sep. 1977, pp. 397-434.

Thanks to Bruce Suprenant, Technical Director at the American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, USA, and Vice Chair of Joint ACI-ASCC Committee 117, Tolerances, for providing the answer to this question.

Errata for ACI Publications Available Online

Under the menu for “Publications” at www.concrete.org, document errata can be searched by document number or keywords.

Call ACI Customer Service at +1.248.848.3700 for more information.

Concreto P y R

Coordinar Tolerancias

P.

¿Quién es responsable de la coordinación de tolerancias en un proyecto: el diseñador o el constructor?

R.

Las tolerancias establecen las variaciones permisibles en dimensiones y ubicación, proporcionando a ambos, al diseñador y al constructor, los límites dentro de los cuales el trabajo debe ser ejecutado. El diseñador especifica las tolerancias para transmitir al constructor las expectativas de desempeño sobre las cuales el diseño está basado o que el proyecto requiere.

Las tolerancias de un subcontratista no prevalecen sobre las tolerancias de otro subcontratista. Si bien, no se requiere ninguno para lograr la perfección, cada una es requerida para completar el trabajo de acuerdo a la tolerancia especificada para el trabajo que ellos han acordado proveer. Ciertamente los subcontratistas no pueden ajustarse a las tolerancias de los demás durante el trabajo. Cada contratista ha ofertado el proyecto basado en sus tolerancias especificadas (únicas), y es probable que cualquier cambio en las tolerancias durante la construcción sea costoso y extienda el cronograma.

Como se confirma en los siguientes documentos, es responsabilidad del Arquitecto/Ingeniero, no del constructor general, determinar la compatibilidad

de las tolerancias previo a emitir las especificaciones del proyecto y aceptar ofertas:

- ACI 347R-14, Sección 5.3.1¹, establece: “El Ingeniero/Arquitecto debe ser responsable de coordinar las tolerancias para el trabajo en concreto con los requerimientos de tolerancias de otros procesos cuyo trabajo está relacionado con la construcción de concreto.
- ACI 117-10(15)² Comentarios establece: Compatibilidad- Se advierte a los diseñadores que utilicen acabados y detalles arquitectónicos que sean compatibles con el tipo y método de construcción previsto. El acabado y los detalles arquitectónicos utilizados deben ser compatibles con las tolerancias del concreto alcanzables.
- ASCC Declaración de posición # 18³ “Los constructores coordinan su propio trabajo, pero no son responsables por el ajuste de tolerancias o asegurar que las tolerancias para el trabajo de

otros trabajos son compatibles con su propio trabajo. Solamente el profesional diseñador puede decidir que tolerancias son razonables y compatibles”; y

- ACI 117.1R-14, Sección 3.2.2,⁴ establece: “Es fundamental que el Arquitecto/Ingeniero tenga en cuenta los requisitos de tolerancia en los documentos de contrato y desarrolle detalles que proporcionen las holguras requeridas y la capacidad de ajuste entre el concreto y otros elementos de construcción.”

Si bien el Arquitecto/Ingeniero no tienen una tarea fácil, existen algunas oportunidades para hacer esa tarea más fácil. Estas incluyen realizar una revisión del proceso constructivo, realización de reuniones de coordinación de tolerancias y utilizando un fondo de reserva acordado.

Revisión de Constructibilidad – Karlson y otros⁵ define constructibilidad como una integración eficaz y oportuna del conocimiento de la construcción con concreto, en la planificación conceptual, diseño y la construcción de un proyecto para alcanzar los objetivos generales del proyecto en el mejor tiempo posible, con la mayor seguridad, y con el nivel de calidad más rentable. Por lo tanto, una revisión de constructibilidad debe incluir a personas con experiencia en concreto, así como a personas con experiencia en materiales y sistemas que interactúan con el concreto construido. Además, las reuniones de revisión deben ocurrir en las fases de planificación y diseño. Otros procesos que podrían interactuar con el concreto, incluyendo, la mampostería; sistemas de acabado interior y exterior; y quizás sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería.

Reuniones de Coordinación de Tolerancias – ACI 117.1R, recomienda una reunión de coordinación de tolerancias previo a la construcción que incluya al propietario, constructor general, gerente de la construcción, arquitecto/ingeniero, contratista del concreto, y todos los demás subcontratistas cuyo trabajo interactuará con la construcción de los elementos de concreto. Los asistentes deberán atender las preguntas de compatibilidad de tolerancias anticipadas y los conflictos aplicables a su trabajo para que los problemas de tolerancias sean

resueltos previo a la construcción del concreto. La resolución de problemas de tolerancias después de la asignación del contrato puede resultar en cambios que deban hacerse a los términos del contrato, los cuales pueden afectar a una o más de las partes involucradas.

Usando un Fondo de Reserva – Un fondo de reserva acordado, es un concepto popular que se utiliza para la coordinación del trabajo de la División 3 y la División 9, para revestimientos de pisos.⁶ Si bien el contratista del concreto puede cumplir con sus tolerancias, medidas dentro de las 72 horas, los contratistas de revestimientos de piso llegarán al sitio de 3 a 9 meses después. Las deflexiones a corto y largo plazo pueden cambiar el trabajo del contratista del concreto, resultando desafíos para el contratista de revestimiento de pisos. Como resultado, muchos documentos contractuales, ahora prevén una asignación de fondo de reserva para cubrir la brecha entre el trabajo de la División 3 y División 9 debido a las deflexiones. Este concepto puede ser extendido a la coordinación del trabajo de la División 3 con otros sistemas de acabado interior y exterior.

Un fondo de reserva, advierte al propietario que la coordinación, si se requiere, tendrá costos; permite que las licitaciones se ejecuten en igualdad de condiciones; y permite que el propietario se quede con el fondo de reserva si no se necesita. Actualmente, este enfoque está respaldado por las siguientes organizaciones:

- Asociación de Contratistas de Pisos
- Asociación Nacional de Contratistas de Azulejos
- Asociación Nacional de Pisos de Madera
- Sindicato Internacional de Albañiles y Artesanos
- Asociación de América de Contratistas de Azulejo
- Instituto Internacional de Mampostería

Otros trabajos que pueden ser afectados, pueden incluir paredes interiores, techos y estuco (todos cubiertos en la División 9) y muros cortina (División 8). Los cambios de volumen y temperatura pueden causar cambios de ubicación en vigas y columnas perimetrales mientras el trabajo progresa.

Muchos edificios de varios pisos tienen pisos post-tensados que se acortan con el tiempo^{4,7,8} y, como resultado cambia la ubicación del borde de la losa y el alineamiento de la columna (plomada).

ACI 117.1R indica que la ubicación del borde de la losa puede moverse (acortarse) tanto como 1 ½ pulgada (38 mm) de su ubicación original. Estos cambios, con el tiempo necesitan ser considerados en el diseño cuando se consideran las tolerancias y detalles arquitectónicos.

Al determinar la compatibilidad de las tolerancias para las estructuras de concreto y los acabados exteriores como el yeso exterior, hay dos cuestiones que exigen consideración. Como se indica en la declaración de posición ASCC #18, hay diferentes tolerancias para plomadas en ACI 117 y en ASTM C926-20.⁹ ASTM C926, indica una tolerancia de plomada para concreto de ¼ pulgada en 10 pies (6 mm en 3 m), mientras ACI 117 permite una tolerancia de 3/8 pulgada en 10 pies (9.5 mm en 3 m). Este conflicto debe ser abordado por el Ingeniero/Arquitecto, antes de iniciar la construcción.

Además, la tolerancia de ACI 117 para compensaciones, es frecuentemente mal interpretada. Las tolerancias para compensaciones originadas en el Comité 347, Formaletas, con ACI 347-68, sección 3.3.8¹⁰ la cual establece: Los desplazamientos y terminaciones, resultantes de formas desplazadas, no coincidentes o mal colocadas, revestimientos o defectos en los materiales de formación, se consideran irregularidades abruptas. Las compensaciones son generadas por formas no coincidentes en una sola ubicación, por lo que las tolerancias de compensación no se aplican a las discontinuidades en las juntas de construcción o diferencias entre los bordes de losa y ubicaciones de columnas.

En conclusión, la coordinación de tolerancias es una responsabilidad de diseño. Si bien los inconvenientes potenciales se pueden mitigar mediante comunicación abierta y reparaciones, la reparación es una obligación contractual no asignada a ningún subcontratista específico. Además, las acciones correctivas deben ser aprobadas por la autoridad de diseño antes de su ejecución.

La inclusión de una cláusula o una concesión para reparaciones en el documento del contrato también puede ser útil.

Las preguntas en esta columna fueron planteadas por usuarios de documentos del ACI y han sido respondidas por el Staff de ACI o por un miembro o miembros de los Comités Técnicos de ACI. Las respuestas no representan la a posición oficial de un Comité de ACI. Comentarios pueden ser enviados a rex.donahey@concrete.org.

Referencias

1. ACI Committee 347, "Guide to Formwork for Concrete (ACI 347R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 36 pp.
2. ACI Committee 117, "Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI 117-10) and Commentary (ACI 117R-10) (Reapproved 2015)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 76 pp.
3. ASCC Position Statement #18: "Concrete Tolerance Coordination," American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2009, 1 pp.
4. ACI Committee 117, "Guide for Tolerance Compatibility in Concrete Construction (ACI 117.1R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 47 pp.
5. Karlson, L.G.; Connolly, E.F.; Garcia, C.M.; and Suprenant, B.A., "Defining Concrete Constructability," Concrete International, V. 40, No. 10, 2018, pp. 32-33.
6. ASCC Position Statement #6: "Division 3 versus Division 9 Floor Flatness Tolerances," American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, 2003, 1 pp.
7. "Construction Tolerance Conflicts in Reinforced Concrete," Engineering Data Report No. 40, Concrete Reinforcing Steel Institute, Schaumburg, IL, 1995, 4 pp.

8. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., “Effect of Post-Tensioning on Tolerances,” Concrete International, V. 31, No. 1, Jan. 2009, pp. 58-65.
9. ASTM C926-20, “Standard Specification for Application of Portland Cement-Based Plaster,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, 14 pp.
10. ACI Committee 347, “Proposed Revisions to ACI 347-68: Recommended Practice for Concrete Formwork,” ACI Journal Proceedings, V. 74, No. 9, Sep. 1977, pp. 397-434.

Agradecimiento a Bruce Suprenant, Technical Director at the American Society of Concrete Contractors, St. Louis, MO, USA, and Vice Chair of Joint ACI-ASCC Committee 117, Tolerances, por proporcionar la respuesta a esta pregunta.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Guatemala

Título: Concreto P y R



*Traductor y Revisor Técnico:
Xiomara Sapón-Roldán*