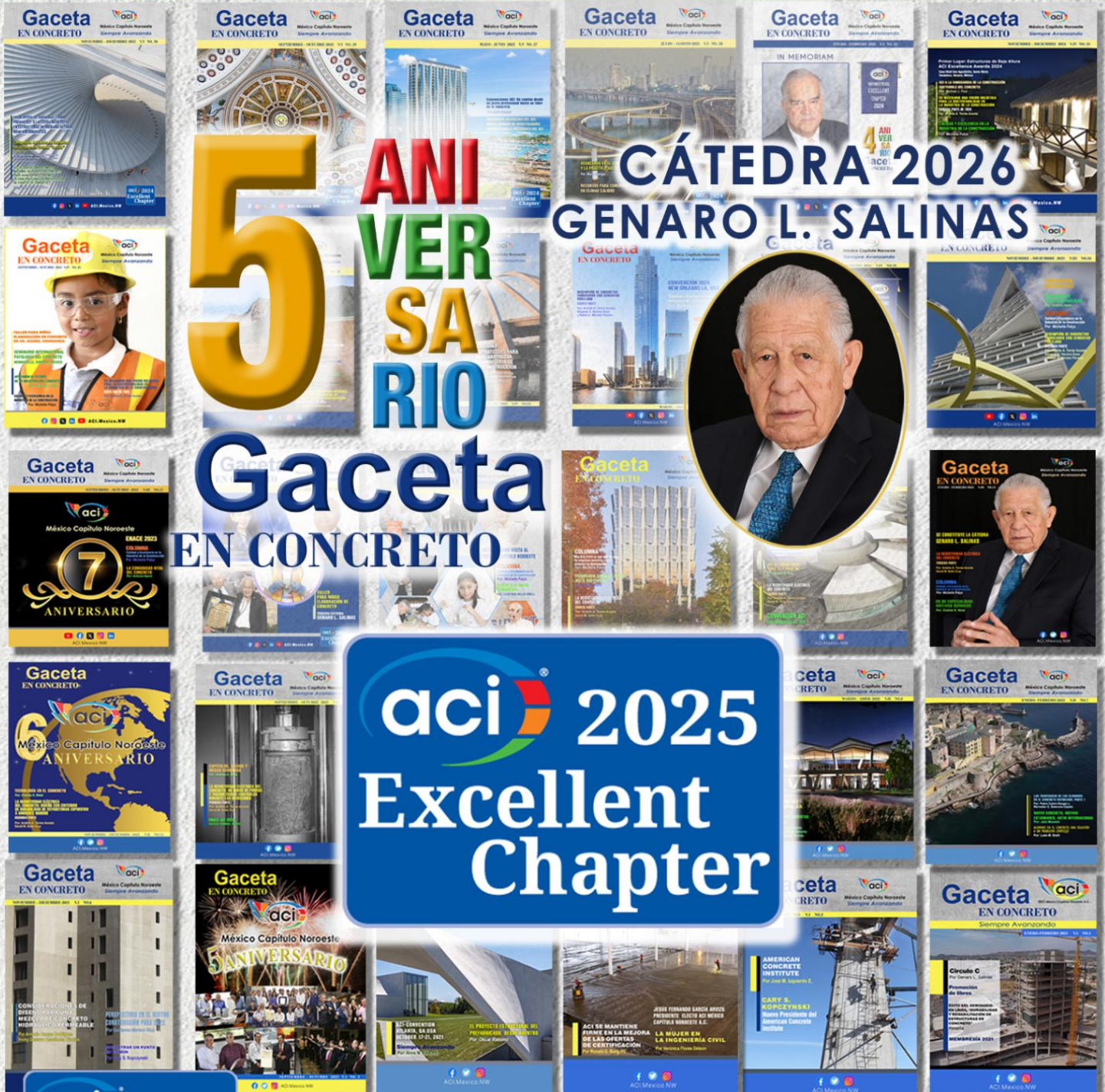


Gaceta EN CONCRETO



México Capítulo Noroeste
Siempre Avanzando

ENERO - FEBRERO 2026 V.VI NO. 31



5 ANIVERSARIO
Gaceta EN CONCRETO

CÁTEDRA 2026
GENARO L. SALINAS



aci 2025
Excellent Chapter

aci 2025
Excellent Chapter





México Capítulo Noroeste

5 ANIVERSARIO Gaceta EN CONCRETO

¡Felicitaciones al ACI México Capítulo Noroeste por su 5 Aniversario de publicar *Gaceta En Concreto*!

Gaceta En Concreto, órgano oficial de vinculación y divulgación bimestral del ACI México Capítulo Noroeste, cumple 5 años de editarse de manera digital desde enero/febrero del 2001.

Para celebrar el 5 Aniversario de *Gaceta En Concreto* es fundamental agradecer a todos los especialistas de la industria del concreto que han colaborado con artículos en su campo específico, a los que participan en su diseño, elaboración, socios institucionales y a sus lectores. ¡Gracias a todos!

Gaceta En Concreto es un orgullo de ACI México Capítulo Noroeste.

ACI México Capítulo Noroeste, Siempre Avanzando

Editorial

FELICIDADES al ACI México Capítulo Noroeste, comprometido con la visión y misión del American Concrete Institute (ACI), obtiene por octava ocasión consecutiva el reconocimiento del banderín CHAPTER EXCELLENT y ahora, CHAPTER EXCELLENT 2025 y por su QUINTO ANIVERSARIO en la publicación digital *Gaceta En Concreto*.

Mediante comunicado ACI felicita al ACI México Capítulo Noroeste por haber “alcanzado este nivel”. Así, en una quijotesca aventura, *Gaceta En Concreto*, que edita ACI México Capítulo Noroeste, llega a su publicación bimestral número 31, logrando su quinto año consecutivo y sin interrupción.

Fechas importantes en la agenda próxima para todos los concreteros y del ACI México Capítulo Noroeste es la CÁTEDRA GENARO L. SALINAS 2026 el 5 de marzo en las instalaciones de la CMIC Sonora en Hermosillo, Sonora, y el Seminario Internacional de INGENIERÍA DE PISOS INDUSTRIALES DE ALTO DESEMPEÑO PARA SISTEMA VNA (VERY NARROW AISLE), el 23 de abril en el hotel Royal Palace en esta ciudad de Hermosillo y el ENLACE del 23 al 26 de septiembre de 2026 en Tijuana, Baja California, México.

ACI México Capítulo Noroeste extiende felicitaciones al Capítulo Estudiantil ACI-ITSON del Instituto Tecnológico de Sonora y al Capítulo Estudiantil ACI-UABC de la Universidad Autónoma de Baja California que obtuvieron el reconocimiento “2025 OUTSTANDING STUDENT AWARD” que otorga el ACI.

ACI México capítulo Noroeste, Siempre Avanzando.



QUIJOTESCA AVENTURA

Desde hace muchos años he leído la obra de Miguel de Cervantes Saavedra, Don Quijote de La Mancha y en este año he estado escuchando una versión en audio maravillosa. En esta versión el lector no es uno solo, sino que cada personaje es interpretado por un lector distinto y parece como si fuera una obra de teatro en donde yo estuviera presente.

Mi aventura quijotesca consistió en realizar una caminata/carrera de 5 kilómetros en El Paso, Texas en Estados Unidos. La velada de las armas e investidura en un día previo consistió en el acomodo de la ropa que usaría, así como la camiseta del evento con la armadura del número de corredor.

Empecé la carrera junto cerca de tres mil caballeros y damas andantes en el centro histórico de la ciudad y en los primeros dos kilómetros recorrimos lugares por donde hace mucho tiempo no pasaba: en donde compre mi traje de boda, la cafetería en donde tomaba malteadas, la mueblería en donde compre mis primeros muebles, la tienda departamental más avanzada de su tiempo, en donde bajaba o tomaba el tren vía de transporte público entre Ciudad Juárez, Chihuahua, México y El Paso, Texas, EE.UU. Después continúe por las calles más transitadas y señalaban el cuadrante de direcciones en esta ciudad. La partida y la meta final en la Plaza San Jacinto que de joven se llamaba "Plaza de los Lagartos" porque en ella había un pozo de cocodrilos que todo mundo admiraba.

En la segunda mitad de la carrera, donde el cansancio me hacía pensar en abandonarla, mi mente superó ese sentimiento y me movió a llegar a la meta.

El escudero, el clérigo, el barbero o el bachiller de Miguel de Cervantes estuvieron representados por mi grupo de amigos y familiares con su opinión acerca de mi aventura y todos deben saber que trataré de repetirla.

Esta Gaceta En Concreto del ACI México Capítulo Noroeste también fue y sigue siendo una aventura quijotesca.

CONTENIDO

2

5 Aniversario
Gaceta En Concreto

ACI México Capítulo Noroeste

6

Llevando el Conocimiento del
Concreto a Casa

María Juenger
Presidente ACI Internacional

12

Congestión del Acero de Refuerzo en el
Concreto Colado "In Situ". Parte 2 de 2

James Klinger, Oscar R. Antommattei, Aron
Csont, Trevor Prater, Michael Damme y
Bruce A. Suprenant

18

Seminario Internacional 2026
Ingeniería de Pisos Industriales de Alto
Desempeño para Sistema VNA

Anuncio

22

Programa de Certificación: TILT - UP
Supervisor y Técnico

Descripción

25

Qué Hay de Nuevo por

American Concrete Institute

26

Columna Tips en Concreto
Control de la Temperatura del Concreto y
Evaporación del Agua en Concreto Fresco

Colaboración: Francisco Ramírez Luján y
Genaro L. Salinas

30

Todas las *Gacetas En Concreto*

DIRECTORIO

PRESIDENTE
V Consejo Directivo
ACI México Capítulo Noroeste
RAÚL ALVARADO BARBACHANO
ralvaradob@gcc.com

DIRECTOR
GENARO L. SALINAS
gencrete@aol.com

PRODUCCIÓN GENERAL
ALEJANDRA VALENCIA
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

EDITOR
JUAN CARLOS ROCHA
rochaves53@yahoo.com

ARTE Y DISEÑO
ARACELI ESCALANTE
araceliescalante@gmail.com

FOTOGRAFÍA
PROYECTOS VISUALES
visualesproyectos@gmail.com



El collage de portada corresponde a los logros que ha obtenido ACI México Capítulo Noroeste:

- Cuarta Cátedra Genaro L. Salinas
- Excellent Chapter 2025
- 5 Aniversario *Gaceta En Concreto*
- Las 30 portadas de la *Gaceta En Concreto*

La *Gaceta En Concreto*, es una publicación bimestral y el órgano oficial de vinculación y divulgación del ACI México Capítulo Noroeste A.C. Los escritos de nuestros colaboradores son responsabilidad directa de quien lo escribe y, no reflejan necesariamente el criterio del Capítulo. Escribenos para sugerencias al correo: gacetaenconcreto@aci-mexico-nw.org y al +52 662 104 9704. Hermosillo, Sonora, México.

Memo

Presidente ACI



LLEVANDO EL CONOCIMIENTO DEL CONCRETO A CASA

BRINGING CONCRETE KNOWLEDGE HOME

Por: *Maria Juenger*

Cada año que formo parte de la Junta Directiva y el Comité Ejecutivo de ACI, aprendo un poco más sobre lo que ACI ofrece a la comunidad del concreto y lo que a la gente le encanta de ACI. Lo que personalmente más valoro de ACI es su papel en unir a las personas para aprender, compartir conocimientos y construir sus carreras. Un excelente lugar para ver esto en acción son las Convenciones del concreto bianual de ACI, como la reciente Convención de ACI – Otoño de 2025 en Baltimore, Maryland, EE. UU. Las Convenciones de ACI son un torbellino de actividad en salas de reuniones, salones de baile, eventos sociales, pasillos, cafeterías, bares y restaurantes. Sin embargo, ACI tiene casi 40,000 miembros en 120 países, y solo una pequeña fracción de nuestros miembros puede asistir. Recientemente, tuve la oportunidad de ver qué se puede hacer localmente para llevar esa energía y el conocimiento del concreto que se encuentran en las Convenciones de ACI a casa.

En septiembre de 2025, el vicepresidente ejecutivo de ACI, Frederick Grubbe, y yo viajamos a Monterrey, México, para el Encuentro Latinoamericano de Capítulos Estudiantiles de ACI (ENLACE-ACI). El evento está organizado y dirigido por estudiantes, con la ayuda de los capítulos y miembros locales de ACI. Asistieron más de 425 estudiantes de 23 capítulos de ACI en México, Puerto Rico y Perú, junto con más de 75 profesionales del concreto. El evento de este año fue dirigido por Víctor Manuel Pedraza Almaguer, estudiante de posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y presidente del Capítulo Estudiantil FIC-UANL de ACI, con el apoyo y la orientación de Elissa Narro Aguirre, miembro de ACI, y Alejandro Durán Herrera, FACI. Los estudiantes participaron en talleres prácticos, asistieron a conferencias y paneles, y compitieron en equipos para obtener fondos para asistir a la Competencia de Compuestos FRP para Estudiantes de ACI, que se

Each year that I serve on the ACI Board of Direction and Executive Committee, I learn a little more about what ACI provides to the concrete community and what people love about ACI. What I personally value most about ACI is its role in bringing people together to learn, share knowledge, and build their careers. A great place to see this in action is at biannual ACI Concrete Conventions, like the recent ACI Convention – Fall 2025 in Baltimore, MD, USA. ACI Conventions are a flurry of activity in meeting rooms, ballrooms, social events, hallways, coffee shops, bars, and restaurants. However, ACI has almost 40,000 members across 120 countries, and only a small fraction of our members are able to attend. Recently, I had the opportunity to see what can be done locally to bring that energy and concrete knowledge found at ACI Conventions home.

In September 2025, ACI Executive Vice President Frederick Grubbe and I traveled to Monterrey, Mexico, for the Encuentro Latinoamericano de Capítulos Estudiantiles del ACI (ENLACE-ACI), which is a Latin American meeting of ACI Student Chapters. The event is student-organized and student-led, with the help of local ACI Chapters and members. More than 425 students from 23 ACI Student Chapters in Mexico, Puerto Rico, and Peru attended, along with over 75 concrete professionals. This year's event was led by Victor Manuel Pedraza-Almaguer, a graduate student from Facultad de Ingeniería Civil (FIC) at Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) and President of the ACI FIC-UANL Student Chapter, with support and guidance from ACI member Elissa Narro Aguirre and Alejandro Durán-Herrera, FACI. Students participated in hands-on workshops, attended lectures and panels, and competed in teams for funding to attend the ACI student FRP Composites Competition to be held on March 29 at the ACI Convention – Spring 2026 in Rosemont/Chicago, IL, USA. The event attracted ACI members from across the Americas who are driven to

celebrará el 29 de marzo en la Convención de ACI de primavera de 2026 en Rosemont/Chicago, Illinois, EE. UU. El evento atrajo a miembros de ACI de todo el continente americano, quienes buscan apoyar y motivar a la próxima generación de entusiastas del concreto. Las empresas contaron con stands para atraer el talento de este grupo de estudiantes altamente comprometidos y dinámicos. Este evento demostró cómo los eventos regionales pueden acercar las actividades de ACI a los hogares para ampliar la participación y el compromiso.

Otra forma de llevar ACI a casa es aplicar el conocimiento sobre concreto desarrollado por ACI a proyectos de ingeniería y construcción. Durante nuestra visita a Monterrey, aprendimos sobre los edificios altos de la ciudad diseñados por Roberto Stark, Miembro Honorario de ACI, y Esteban Astudillo de la Vega, Miembro de ACI. Visitamos la obra de Torre Rise gracias a la guía y atención de Abelardo Leal, Gerente de Construcción de POSTENSA, la empresa a cargo de la construcción del edificio. Torre Rise es notable por muchas razones. Este edificio, íntegramente de concreto, será el segundo más alto de América, después del One World Trade Center en Nueva York, NY, EE. UU. Si bien los edificios altos emblemáticos en México históricamente han atraído a equipos de diseño internacionales, Torre Rise es producto del talento local, con un arquitecto y diseñador mexicano, Esteban Astudillo de la Vega. Él reconoce a ACI como un recurso vital para el crecimiento y desarrollo profesional, ya que lo ha puesto en contacto con una comunidad internacional de ingenieros con ideas afines, lo que le permite aprender nuevas habilidades y consultar con otros. “La interacción constante con las delegaciones locales de ACI y con miembros destacados de ACI en los comités técnicos contribuye a que este proyecto cumpla plenamente con las normas, criterios y códigos de ACI, tanto en lo que respecta a los materiales como a la estructura”, explicó. Se prevé que la Torre Rise alcance una altura de 484 m (1588 pies). La construcción avanza rápidamente, a un ritmo de un nivel por semana. ¡Esperamos celebrar su finalización en 2027!

Siempre es bueno recordar el gran impacto de ACI, desde ayudar a estudiantes a convertirse en profesionales expertos con un interés permanente en el concreto hasta ayudar a ingenieros a implementar las mejores prácticas en materiales, diseño y construcción. Estas son acciones que ACI realiza con éxito tanto en Estados Unidos como en todo el mundo, gracias a nuestros miembros que traen a casa el conocimiento de ACI y del concreto.

support and encourage the next generation of concrete enthusiasts. Companies had booths to attract talent from this pool of highly engaged and energetic students. This event showcased how regional events can bring ACI activities closer to home to broaden participation and engagement.

Another way to bring ACI home is to bring ACI-developed concrete knowledge to engineering and construction projects. During our visit to Monterrey, we learned about the tall buildings in the city designed by ACI Honorary Member Roberto Stark and ACI member Esteban Astudillo de la Vega. We visited the Torre Rise construction site thanks to the guidance and attention of Abelardo Leal, Construction Manager of POSTENSA, the company in charge of the building’s construction. Torre Rise is notable for many reasons. This fully concrete building will be the second tallest in the Americas, after the One World Trade Center in New York, NY, USA. While landmark tall buildings in Mexico have historically brought in international design teams, Torre Rise is the product of local talent, with a Mexican architect and designer, Esteban Astudillo de la Vega. He credits ACI as a vital resource for professional growth and development as it has put him in touch with an international community of like-minded engineers, allowing him to learn new skills and confer with others. “Constant interactions with local ACI Chapters and prominent ACI members on technical committees help bring this project in full compliance with ACI standards, criteria, and codes, both in terms of the materials and structure,” he explained. Torre Rise is planned to be 484 m (1588 ft). The construction is proceeding rapidly at a rate of one level per week. We look forward to celebrating its completion in 2027!

It is always good to be reminded of how extensive ACI’s impact is, from helping students develop into knowledgeable professionals with a lifelong interest in concrete to assisting engineers in implementing best practices in materials, design, and construction. These are things that ACI does well both in the United States and around the world, thanks to our members who bring ACI and concrete knowledge home.

Ask the President

Do you have a question for the ACI President? Email inquiries can be sent to askthepresident@concrete.org.

Crédito: American Concrete Institute, publicado: <https://www.concrete.org/newsandevents/news/newsdetail.aspx?f=51749416>
traducción: ACI México Capítulo Noroeste.



Elissa Narro Aguirre y María Juenger (centro) con miembros del Capítulo Estudiantil de ACI Arquitectura Universidad Americana del Noreste (UANE) en Monterrey, México

Pregúntele al presidente

¿Tiene alguna pregunta para el presidente de ACI? Las consultas por correo electrónico se pueden enviar a askthepresident@concrete.org.



Miembros de ACI visitan el sitio de construcción de Torre Rise en Monterrey, México



AUTOR

María Juenger, Presidente del American Concrete Institute (ACI), es Fellow ACI, es profesora titular de la Cátedra Centenario Ernest Cockrell, Jr. en Ingeniería No. 2 en el departamento Fariborz Maseeh de Ingeniería Civil, Arquitectura y Ambiental de la Universidad de Texas en Austin, Texas. Forma parte de numerosos comités de ACI y ha recibido varios premios del ACI por su investigación, docencia y servicio.



American Concrete Institute



México Capítulo Noroeste



ACI-UABC
Student Chapter

ENLACE

ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE
CAPÍTULOS ESTUDIANTILES ACI 2026
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO
23 AL 26 DE SEPTIEMBRE 2026



REGISTER NOW at
ACIConvention.org

MARCH 29–APRIL 1, 2026

Rosemont/Chicago, IL, USA
Hyatt Regency O'Hare



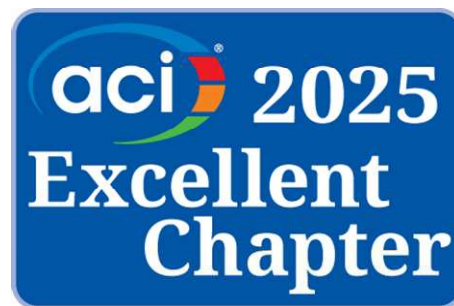
American Concrete Institute
Always advancing

ACI México Capítulo Noroeste recibe el siguiente mensaje de ACI:

*“¡Felicidades! Su capítulo ha sido nombrado **Capítulo Excelente 2025** de ACI.*

*Este programa se inició para reconocer a los capítulos que han alcanzado el nivel más alto de logros en las actividades del capítulo. Su capítulo puede enorgullecerse de haber alcanzado este nivel, ya que **sólo 28 capítulos de ACI recibirán este premio para 2025”.***

El premio se entregará durante la convención de primavera de 2026 de ACI en el Desayuno de Oficiales del Capítulo el lunes 30 de marzo de 2026.



CAPÍTULOS GALARDONADOS

- Arizona
- Georgia
- Houston
- Missouri
- India
- Philippines
- La Vegas
- Maryland
- **Northwest Mexico**
- Northeast Mexico
- San Diego Intl
- Southeast Mexico
- Singapore
- Central & Southern Mexico
- Ontario
- Washington
- Central Texas
- National Capital
- Carolinas
- Nebraska
- Minnesota Concrete Council
- Pittsburgh Area
- Kansas
- Rocky Mountain
- Southern California
- Northeast Ohio
- Intermountain
- N California / W Nevada





México Capítulo Noroeste



CÁTEDRA 2026 GENARO L. SALINAS

POR SU VALIOSA CONTRIBUCIÓN A LA INGENIERÍA E
INDUSTRIA DEL CONCRETO E IMPULSAR EL CRECIMIENTO
DEL ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE

RECONOCEMOS EN SU PERSONA A NUESTRO LÍDER,
POR SU CAPACIDAD HUMANA, VITALIDAD,
GENEROSIDAD, ENTREGA, PASIÓN Y A NUESTRO
ENTRAÑABLE MAESTRO Y AMIGO

5 DE MARZO

CICLO DE CONFERENCIAS

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO



México Capítulo Noroeste

CÁTEDRA 2026 GENARO L. SALINAS

5 DE MARZO 9:00 A 13:00 HORAS CMIC SONORA



PROGRAMA

8:00

REGISTRO

8:30

MENSAJE DE BIENVENIDA

DR. ESTEBAN ASTUDILLO

Consultor en Ingeniería Estructural

9:00

DISEÑO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE CONCRETO DE "ALTURA"

10:00



ING. GENARO L. SALINAS

Fellow y Miembro Honorario ACI, Consultor Independiente

10:00

11:00

GENOMA DEL CONCRETO



RECESO

ING. RAÚL BRACAMONTES

Gerente General Bracamontes Consulting

11:15

12:15

CONSTRUCCIÓN DE CANALES CON CONCRETO LANZADO PARA CONTROL DE INUNDACIONES DE ACUERDO AL ACI 506 "LAS VEGAS"



M.C. GERARDO CELAYA CAJIGAS

Consultor Independiente

12:15

1:00

LA INTEGRACIÓN DE LA NORMA ASCE41 EN LA EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE EDIFICACIONES



*PROGRAMA SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

Cuota de Recuperación: \$500 más IVA (16%)
Socio Activo ACI-NW: Sin Cuota
Beca 100% a Estudiantes Cupo Limitado

INFORMACIÓN:

662 318 7796

informacion@aci-mexico-nw.org

662 104 9704

ALEJANDRA VALENCIA
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

ACI.Mexico.NW

REGISTRO EN EL LINK:
<https://cutt.ly/ltzxQYNP>



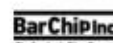
DEPÓSITO:

ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE A.C.
BANCO: BANORTE
CUENTA: 0491360182
CLABE: 072760004913601828

PATROCINADORES



SOCIOS INSTITUCIONALES



Congestión del Acero de Refuerzo en el Concreto Colado “In Situ”. Parte 2 de 2

Márgenes en las tolerancias en construcción para una colocación y consolidación adecuada.

Por: James Klinger, Oscar R. Antommattei, Aron Csont, Trevor Prater, Michael Damme, y Bruce A. Suprenant

Margen para una adecuada consolidación del concreto

CRSI¹⁰, ACI 309R-05, Wight y MacGregor¹⁶, y Roberts¹⁷ han proporcionado recomendaciones para el detalle del refuerzo que permitan una consolidación adecuada. Si bien estas recomendaciones existen desde hace tiempo, actualmente no se están implementando. Estas recomendaciones incluyen:

- **CRSI:** “Deje un espacio de 10 a 15 cm para colocar el concreto donde las barras estén muy espaciadas. En elementos muy reforzados, como las vigas de transferencia, donde la separación entre barras es relativamente estrecha, deje un espacio de 10 a 15 cm entre barras, si es posible. Según la experiencia, un concreto de asentamiento de 10 cm con agregado de 19 mm no fluirá fácilmente a través de un espacio de 5 cm entre barras. Además, los cabezales vibradores, que suelen tener de 5 a 7,5 cm de ancho, podrían no caber entre las barras o enredarse en ellas si el espacio entre ellas es demasiado pequeño”.¹⁰
- **ACI 309R-05, Sección 18.2.1:** “Para lograr una adecuada compactación del concreto en áreas congestionadas por vibración interna, se requieren tramos verticales libres de obstrucciones con una sección transversal mínima de 4 x 6 pulgadas (100 x 150 mm) para permitir la inserción del vibrador. La separación horizontal de estos tramos verticales no debe exceder las 24 pulgadas (610 mm) o 1-1/2 veces el radio de influencia indicado en la Tabla 5.1. Además, estas aberturas no deben tener más de 12 pulgadas (300 mm) o 3/4 veces el radio de influencia del encofrado. Si estos tramos no pueden proporcionarse sin comprometer la integridad estructural, el ingeniero debe especificar los detalles y procedimientos de construcción para lograr una compactación adecuada”.
- **Wight y MacGregor:** “La disposición de las barras dentro de una viga debe permitir suficiente concreto en todos los lados de cada barra para transferir las fuerzas hacia dentro y hacia fuera de ellas; suficiente espacio para que el concreto fresco pueda colocarse y consolidarse alrededor de todas las barras; y suficiente espacio para que un vibrador interno llegue hasta la parte inferior de la viga. Los vibradores de inmersión de concreto tipo lápiz utilizados para la consolidación del concreto fresco tienen un diámetro

de 38 a 63 mm. Debe dejarse suficiente espacio entre las barras de la viga para que un vibrador llegue hasta la parte inferior del encofrado en al menos un punto del ancho de la viga”.¹⁶

- **Roberts:** “Donde se considere que el refuerzo está congestionado, es decir, en la unión entre vigas, se pueden utilizar sistemas CAD para generar ilustraciones 3D del área congestionada. Revise la ilustración para ver si un vibrador de 75 mm (3 pulg.) o 50 mm (2 pulg.) de diámetro puede atravesar el refuerzo congestionado. Tenga en cuenta que, en este ejercicio, las barras verticales una encima de la otra estarán ligeramente desplazadas en planta.”¹⁷

Si bien todas las referencias recomiendan una abertura de consolidación, Wight y MacGregor¹⁶ hacen hincapié en una recomendación clave: proporcionar una abertura que permita que el vibrador alcance el fondo del relleno. La norma ACI 309R-05, Sección 7.2, justifica esta recomendación: «El vibrador ejerce fuerzas hacia afuera desde el eje. Las bolsas de aire al mismo nivel, en la cabeza o por debajo de ella, tienden a quedar atrapadas». Como se indicó anteriormente, la norma ACI 309R-05, Sección 18.2.1, indica el espacio preferido para la consolidación: una sección transversal mínima de 4 x 6 pulgadas, con una separación horizontal de estas aberturas que no exceda las 24 pulg.

La implicación de esta recomendación no es obvia. Con base en el espaciamiento de inserción recomendado por la norma ACI 309R-05 de 1,5 veces el radio de influencia y el radio de influencia indicado en la Tabla 5.1 del documento, el diámetro mínimo del cabezal vibrador para permitir un espaciamiento horizontal de 24 pulg. entre centros sería de aproximadamente 5 pulg. La mayoría de los contratistas no utilizan cabezales vibradores de 12 pulg. de diámetro. Una opción más práctica es un cabezal vibrador de 2-1/2 pulg. (véase la sección “Selección de un Vibrador”), lo que se traduce en aberturas de aproximadamente 16 pulg. centre centros.

La norma ACI 309R-05, Sección 18.2.1, exige que el tamaño máximo del agregado sea 3/4 del espacio libre entre barras. Por lo tanto, para un espacio libre de 1 pulg., el tamaño máximo del agregado sería de 3/4 de pulg. En el caso de varias capas de barras, el agregado puede serpentear entre barras que no estén colocadas directamente una sobre otra. Como señaló Roberts¹⁷, las barras colocadas dentro de la tolerancia pueden no estar

"directamente" una sobre otra. La longitud interna del cabezal vibrador varía de aproximadamente 6 a 9pulg. para cabezales cortos y de 12 a 16pulg. para cabezales regulares. Los cabezales vibradores rígidos no podrán seguir la misma trayectoria tortuosa de una partícula de agregado al serpentear a través de las aberturas entre las barras. Si el agregado necesita 3/4 del espacio libre, el diámetro del cabezal vibrador debe ser igual o menor, quizás la mitad de la abertura libre. Según los requisitos del Código sobre el espacio libre entre barras, esto limitaría el tamaño del cabezal del vibrador a 19mm o menos para que el agregado se compacte en el concreto. Claramente, esto no constituye una consolidación eficaz.

Recomendaciones del Comité de Constructibilidad de la ASCC

Se proponen las siguientes recomendaciones para obtener los márgenes adecuados para una adecuada consolidación del concreto, a menos que no se especifique o requiera consolidación:

- Las aberturas deben permitir que el vibrador alcance la parte inferior de la viga o vigueta (Fig. 6);
- Con base en un cabezal vibrador con un diámetro mínimo de 2-1/2pulg., debe haber una abertura por cada 16 pulg. de ancho de viga o vigueta (Fig. 7); y
- El tamaño de la abertura debe ser de al menos 16pulg.² (4 x 4pulg.) con un espaciado de 16pulg. entre centros.

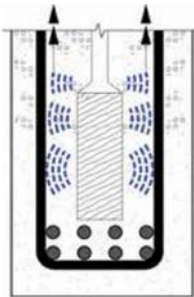


Fig. 6: Un vibrador interno sumergido en concreto fresco genera ondas de compresión circulares recurrentes. Estas ondas consolidan el concreto y permiten la salida del aire atrapado. Las bolsas de aire al mismo nivel de la cabeza o por debajo tienden a quedar atrapadas. Por lo tanto, la recomendación de Wight y MacGregor¹⁶ de dejar suficiente espacio entre las barras de la viga para que el vibrador alcance la parte inferior del encofrado es un requisito necesario para consolidar el concreto en la parte inferior de la viga.

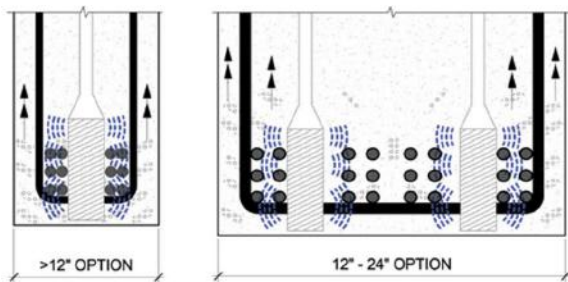


Fig. 7: Ilustra las recomendaciones para una colocación y consolidación adecuadas de una viga de menos de 24pulg. de ancho (una abertura para vibrador) y una viga de entre 12 y 24pulg. de ancho (dos aberturas para vibrador). Cabe destacar que esto permite el acceso de un cabezal vibrador de 2-1/2pulg. de diámetro para alcanzar la parte inferior de la viga y consolidar todo el concreto.

Selección del tamaño del vibrador

Para agilizar y facilitar la consolidación, el contratista selecciona el cabezal de mayor diámetro posible para el proyecto. Debido a una mayor amplitud de vibración, los cabezales más grandes tienen un mayor radio de influencia; por lo tanto, se requieren menos inserciones de vibradores con mayor espaciamiento para lograr una consolidación adecuada.

Menores inserciones resultan en tiempos de trabajo más rápidos. Sin embargo, las áreas de congestión de refuerzo limitan el diámetro del cabezal vibrador que se puede insertar dentro del espaciamiento libre de refuerzo especificado. Además, las tolerancias admisibles de fabricación y colocación pueden reducir el espaciamiento libre por debajo del especificado.

Como se mencionó, el radio de influencia es un factor importante al seleccionar el diámetro del cabezal del vibrador. La Tabla 1 muestra el radio de influencia según la norma ACI 309R-05 y los valores de cuatro fabricantes de vibradores. Según la experiencia, los valores de la norma ACI 309R-05 parecen ser conservadores, posiblemente basados en un concreto de bajo asentamiento. Los valores indicados por los fabricantes son hasta cuatro veces superiores a los de la norma ACI 309R-05 y podrían no ser apropiados.

Con base en la información proporcionada en ACI 309R-05 para cabezales vibradores de diferentes diámetros, la Tabla 2 incluye el radio de influencia, el espaciado máximo de inserción, el ancho máximo del haz para la inserción de un vibrador en el medio y el espacio de acceso al vibrador limitado a un espaciado libre de 3/4pulg.

La Tabla 3 indica el número de inserciones de vibración por ancho de viga para una viga, trabe o muro de 9 m de longitud, según el tamaño del vibrador. Por ejemplo, considere un ancho de 24pulg., pero donde solo se puede usar un cabezal vibrador de 3/4pulg. debido al detalle del refuerzo. El vibrador de 3/4pulg. tendría que insertarse seis veces a lo ancho y 80 veces a lo largo de 9m para un total de 480 inserciones. Una opción más realista sería usar un cabezal de 2-1/2pulg. de diámetro, lo que resultaría en 54 inserciones para cubrir 9 m de las 24pulg. de ancho. Sin embargo, la opción de usar el cabezal de 2-1/2pulg. solo se puede considerar si el detalle del refuerzo permite un espacio de acceso de al menos 3-1/2pulg.² con una separación lateral de aproximadamente 16pulg. Tenga en cuenta que esto corresponde a inserciones de vibrador por capa. Si la viga/viga/pared requiere más de una elevación, la cantidad de inserciones de vibrador para ese elemento se debe multiplicar por la cantidad de elevaciones.

Recomendaciones del Comité de Constructibilidad de la ASCC

Si el concreto requiere compactación, el ingeniero, durante el diseño, debe considerar un cabezal de 2-1/2 pulg. de diámetro como el tamaño mínimo del vibrador. Se pueden usar vibradores más pequeños para complementar los vibradores más grandes, pero estos no deben considerarse de uso habitual.

Consideraciones sobre la mezcla de concreto

El Código de Construcción ACI de 1941, Sección 404 (d), introdujo cambios en la mezcla de concreto para considerar las áreas con refuerzo congestionado: “Cuando las condiciones dificulten la compactación o el refuerzo esté congestionado, se deberán depositar primero en los encofrados lotes de mortero con la misma proporción de cemento y arena que la utilizada en el concreto, hasta una profundidad de al menos una pulgada”¹⁸. En este Código, la distancia mínima libre entre barras paralelas era de 1-1/2 veces el diámetro para barras redondas y el doble de la dimensión lateral para barras cuadradas. El tamaño máximo del agregado no podía ser mayor que 3/4 de la distancia mínima libre entre barras de refuerzo.

La disposición para el uso de las mezclas de mortero en casos de congestión de armaduras se mantuvo vigente durante los Códigos de 1947, 1951, 1956, 1963 y 1971. Se eliminó del Código de 1977, como se indica en la Sección 5.4 del Comentario: «Este requisito se eliminó del Código de 1977 debido a que las condiciones para las que era aplicable no se pudieron definir con la suficiente precisión como para justificar su inclusión como requisito del código. Sin embargo, la práctica tiene mérito y debería incorporarse en las especificaciones de la obra cuando corresponda, siendo su aplicación específica responsabilidad del inspector de obra. El uso de mezclas de mortero ayuda a prevenir la formación de panales y la mala adherencia del concreto con la armadura»¹⁹.

El CRSI¹⁰ recomienda el uso de concreto de alto desempeño donde se prevé que la colocación y la consolidación sean difíciles. El concreto de alto desempeño se define como aquel que cumple con combinaciones especiales de requisitos de rendimiento y uniformidad que no siempre se pueden lograr de forma rutinaria utilizando componentes convencionales y prácticas normales de mezclado, colocación y curado. Estos requisitos podrían aumentar potencialmente la facilidad de colocación y consolidación.

La norma ACI 309R-05, Sección 18.2, recomienda que la consolidación en zonas congestionadas se mejore aumentando la fluidez de la mezcla mediante aditivos químicos. Los aditivos químicos, como los aditivos reductores de agua de alto rango (HRWRA), proporcionan un concreto fluido de alto asentamiento sin alterar la relación agua-cemento (*a/c*) seleccionada. Sin embargo, la Sección 18.2.2 indica que el uso de aditivos químicos no reemplaza el requisito de una buena consolidación mediante vibrado.

La norma ACI 212.3R-16²⁰ proporciona información sobre el concreto fluido (Capítulo 17) y el SCC (Capítulo 18), especificados en algunos proyectos con congestión de refuerzo. Esto debe tenerse en cuenta al decidir sobre las tolerancias de fabricación y colocación, así como sobre la colocación y consolidación del concreto. El uso de concreto fluido o SCC puede minimizar el efecto de la congestión, pero no garantiza la ausencia de panal.

Tabla 1

Radio de influencia del vibrador de concreto interno (distancia desde el centro del vibrador hasta el borde exterior donde se produce la consolidación completa).

Head diameter, in.	Radius of influence, in.				
	ACI 309R-05	Manufacturer			
		A	B	C	D
3/4	3	3	5	—	5
1-1/4	5	5	20	10	7
1-1/2	6	6	24	14	13
2	7	11	28	—	19
2-1/2	10	13	32	16	24
3	12	—	—	18	—
3-1/2	14	—	48	—	—

*El radio de influencia puede ser el doble de los valores enumerados cuando la depresión es alta o se utilizan HRWRA

Tabla 2

Información sobre consolidación de vibradores basada en ACI 309R-05

Vibrator head diameter, in.	Radius of influence*, in.	Maximum insertion spacing, in.	Maximum beam width for one insertion in middle of beam, in.	Access space based on aggregate size, in.
3/4	3	4.5	4.0	1.00
1	4	6.0	5.5	1.33
1-1/4	5	7.5	6.5	1.66
1-1/2	6	9.0	8.0	2.00
1-3/4	7	10.5	9.5	2.33
2	8	12.0	10.5	2.66
2-1/4	9	13.5	12.0	2.99
2-1/2	10	15.0	13.5	3.33
2-3/4	11	16.5	14.5	3.66
3	12	18.0	16.0	3.99
3-1/4	13	19.5	17.0	4.32
3-1/2	14	21.0	18.5	4.66

*Depende del asentamiento del concreto

Para el concreto autocompactable (SCC), el valor de flujo de asentamiento permite comparar el flujo lateral y el potencial de llenado de diferentes mezclas. Un rango común de flujo de asentamiento para el SCC es de 450 a 760 mm (18 a 30pulg.). Cuanto mayor sea el flujo de asentamiento, mayor será la distancia que el SCC pueda recorrer por su propia masa desde un punto de descarga determinado y mayor será la velocidad con la que llenará el encofrado. Para el refuerzo congestionado, el Comité de Constructibilidad de la ASCC recomienda un valor de flujo de asentamiento superior a 66 cm (26pulg.) con un tamaño máximo de agregado grueso de 12,7 mm (1/2pulg.).

La norma ACI 237R-07(19), Sección 1.1, define el SCC como un concreto altamente fluido y no segregante que puede extenderse en su sitio, rellenar el encofrado y encapsular el refuerzo sin vibración mecánica. Algunas especificaciones de proyecto no exigen la consolidación del SCC, lo que indica a los contratistas que no deben asignarle un costo. Sin embargo, esta orientación debe

Tabla 3

Número de inserciones de vibradores por cada colocación/elevación de concreto

Number of vibrator insertions per 30 ft length*												
Vibrator head diameter, in.	Across	Beam/girder/wall width, in.										
		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
0.75	Width	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Length	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Total	160	240	320	400	480	560	640	720	800	880	960
1.25	Width	2	2	3	4	4	5	5	6	7	7	8
	Length	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	Total	96	96	144	192	192	240	240	288	336	336	384
1.75	Width	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6
	Length	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	Total	35	70	70	105	105	105	140	140	175	175	210
2.25	Width	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
	Length	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	Total	27	27	54	54	54	81	81	81	108	108	108
2.50	Width	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4
	Length	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Total	24	24	48	48	48	72	72	72	72	96	96
2.75	Width	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	Length	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Total	22	22	44	44	44	44	66	66	66	88	88

*Basado en valores de radio de influencia ACI 309R-05 y espaciamiento de inserción de vibrador recomendado de 1,5 x radio de influencia

examinarse cuidadosamente para el SCC en refuerzos altamente congestionados. La norma ACI 237R-07(19), Tabla 2.5, sí recomienda la consolidación para un alto nivel de refuerzo y SCC con un flujo de asentamiento inferior a 550 mm (22pulg.).

La variabilidad del flujo de asentamiento entre lotes también podría plantear la necesidad de consolidar el concreto. Sin embargo, la necesidad de vibrar internamente el SCC depende de la congestión del refuerzo.

El SCC de alta resistencia se utiliza a menudo en los elementos verticales. Esta mezcla suele consistir en una baja relación agua/cemento (0,23 a 0,35), un alto contenido de cemento (de 700 a 1000 lb/yd³), uno o más materiales cementantes suplementarios (cenizas volantes, cemento de escoria o humo de sílice), tamaños de áridos gruesos más pequeños (máximo de 1/2pulg.), un aditivo modificador de la viscosidad y altas dosis de HRWRA (retardante típico). Esta mezcla, en muros gruesos o losas de cimentación, podría generar un problema térmico y debe tenerse en cuenta en la fase de diseño, especialmente si se requieren tuberías de refrigeración internas. De ser así, solo agravarán el problema de congestión. Además, esta mezcla también generará problemas de constructibilidad adicionales si es necesario encharcarla en las losas circundantes.

Empotramiento y penetraciones

Además del refuerzo, los elementos empotrados como placas soldadas con pernos, pernos de anclaje, elementos estructurales de acero y penetraciones MEP también contribuyen a la congestión. Schafer afirma que el ingeniero necesita "coordinar sus planos y diseño con otras disciplinas"²¹, incluyendo los requisitos mecánicos y eléctricos. Cuando no se realiza la coordinación durante la fase de diseño, puede producirse congestión. La coordinación del trabajo de diferentes disciplinas es necesaria durante la fase de diseño, de lo contrario se producirán costos adicionales y retrasos en el cronograma durante la construcción.

Densidad de refuerzo para activar la revisión temprana del diseño

Munshi y Saini²² concluyeron que la construcción nuclear ha llegado a un punto en el que la cantidad de refuerzo necesaria puede amenazar seriamente la viabilidad de la construcción de centrales eléctricas. Indicaron que eran comunes en refuerzos estructurales muy densos (n.º11 o mayores, agrupadas dentro de amarres/ganchos con poca separación) con densidades de barras de refuerzo superiores a 400 lb/yd³ de concreto. Asimismo, la construcción nuclear actual ha experimentado este problema y enfrenta serias implicaciones en el costo, el cronograma y el rendimiento a largo plazo del concreto.

Sin duda, el refuerzo requerido en la construcción de edificios, especialmente para el diseño sísmico, también ha alcanzado un nivel crítico. La densidad de las barras de refuerzo para losas de cimentación se acerca a las 600 lb/yd³ y la de los muros, entre 700 y 800 lb/yd³ (Fig. 8). Un muro en una región no sísmica contiene cerca de 1000 lb/yd³ de refuerzo. Cuando se determinan en campo, estos niveles de densidad de barras requieren que los contratistas colaboren con el ingeniero para rediseñar la disposición del refuerzo, lo que genera costos adicionales y retrasos.

Munshi y Saini propusieron que la densidad de barras se utilice como un factor desencadenante de revisión temprana:

Para facilitar la comprensión temprana y la corrección del rumbo antes de que sea demasiado tarde, es recomendable incluir una revisión detallada de los desarrollos de diseño en las primeras etapas para garantizar que los criterios, supuestos, procesos y métodos de diseño produzcan un diseño y refuerzo razonables. Se debe realizar una revisión de las densidades de las varillas de refuerzo en esta etapa temprana para ayudar a identificar áreas potenciales de alta densidad de varillas de refuerzo que deban evaluarse críticamente para comprender la causa raíz y corregirse a tiempo antes de finalizar el diseño. Como regla general, las densidades de varillas de refuerzo superiores a 200 lb/yd³ pueden utilizarse como punto de referencia para evaluar los diseños en las primeras etapas.

No está claro por qué Munshi y Saini²² eligieron 200 lb/yd³ como valor de activación para evaluar los diseños. En algunas construcciones, este límite podría resultar en una revisión de congestión de cada elemento. Con base en nuestra experiencia, el Comité de Constructibilidad de la ASCC optó por identificar las densidades de refuerzo de activación por elemento, como se muestra en la Tabla 4.

Disposiciones propuestas sobre el Código y sus comentarios

El Comité de Constructibilidad de la ASCC propone disposiciones del Código y Comentarios ACI 318 relacionadas con la constructibilidad en relación con la congestión del refuerzo. Estos cambios propuestos, especialmente en un sistema de diseño-licitación-construcción, deberían resolver los problemas de congestión, evitando así innumerables solicitudes de información (RFI).

Las disposiciones propuestas en el Código y Comentarios ACI 318 para mejorar la capacidad de construcción incluyen:

Código - Detalle del refuerzo

La selección del tamaño, espaciamiento, cobertura y otros detalles del refuerzo deberá tener en cuenta las tolerancias en la fabricación y colocación del refuerzo, el tamaño del agregado y la colocación y consolidación adecuadas del concreto.

Comentario - Detalles de refuerzo

Los requisitos del código suelen referirse a valores mínimos o máximos. Las buenas prácticas de diseño (ACI 315) generalmente buscan evitar el uso indiscriminado de

valores mínimos del código sin considerar la constructibilidad. Esta es fundamental para proporcionar al propietario una estructura que cumpla con los requisitos de costo, plazo y calidad.

Para permitir tolerancias en la fabricación y colocación del refuerzo, considere seleccionar: (a) la viga/viga principal al menos 1 pulg. por pie (de ancho de viga/viga principal) más grande que el mínimo requerido; o (b) la viga/viga principal al menos 2 pulg. más grande en cada lado que la columna que se interseca para permitir que las barras horizontales más externas en la viga/viga principal pasen por las barras longitudinales verticales con una interferencia mínima.¹⁰

Para permitir una adecuada compactación del concreto, considere proporcionar acceso para una manguera de bomba de 5 pulg. de diámetro a intervalos regulares y diseñar una mezcla de concreto compatible con el espaciamiento de inserción del concreto. Podría ser necesario realizar una maqueta para evaluar esta combinación de parámetros. Los intervalos de acceso a la bomba deben indicarse en los documentos de construcción.



Fig. 8: La densidad de las barras de refuerzo para este elemento era cercana a 800 lb/yd³. Tras su construcción, el ingeniero modificó el tamaño de las barras, las agrupó y reorganizó los empalmes para facilitar el acceso para la colocación del concreto.

Tabla 4

Puntos de activación de las densidades de refuerzo por elemento

Concrete element	Reinforcement density, lb/yd ³
Beams/girders	350/400
Columns	400
Footings, spread	250
Foundations, mat	300
Grade beams	300
Slabs	200
Walls	300

Para permitir una adecuada consolidación del concreto, considere proporcionar una abertura cuadrada de 4 pulgadas para un vibrador interno con un diámetro de cabeza de 2-1/2 pulgadas para llegar hasta la parte inferior de la viga/viga¹⁶ para al menos una ubicación por cada 16 pulgadas de ancho de viga/viga y aberturas suficientes para inserciones de vibración interna con un espaciamiento máximo de 16 pulgadas en el centro.^{6,10}

Los planos estructurales deben mostrar la secuencia de colocación, especialmente la disposición en capas de las intersecciones de viga con viga y de viga con viga maestra, teniendo en cuenta las profundidades de las vigas y vigas que se intersecan y el recubrimiento de concreto para cada uno de los elementos que se intersecan.⁸

Se recomienda la coordinación de diferentes disciplinas de diseño en la fase inicial de diseño²¹ para minimizar la congestión que podría afectar negativamente la colocación y consolidación del refuerzo y del concreto.

Referencias del comentario

- ACI 309R-05—Guía para la Consolidación del Concreto
ACI 315-18—Guía para la Presentación de Detalles de Diseño de Acero de Refuerzo
CRSI 10-DG-STRUCTURES — Guía de diseño para estructuras económicas de concreto armado, 2016.
Schaefer, S.E., “Documentos de construcción coordinados y completos: la respuesta de CASE a los ‘planes fallidos’,”

La responsabilidad del diseñador

Wyllie y LaPlante²³ ofrecen sugerencias a otros ingenieros estructurales sobre su obligación de diseñar y detallar estructuras de concreto armado para que el contratista y el subcontratista de acero de refuerzo puedan construir las de la forma más sencilla y económica posible. Los autores afirman que, según su experiencia, un conjunto de planos bien detallados, donde se han abordado los problemas de constructibilidad, resulta en precios de licitación más bajos.

Referencias

17. Wight, J.K., and MacGregor, J.G., Reinforced Concrete—Mechanics & Design, fifth edition, Prentice Hall, Inc., Hoboken, NJ, 2009, 1112 pp.
18. Roberts, D., “Congested Reinforcement: Effects on Placing and Compacting Concrete,” Concrete Advice No. 04, The Concrete Society, Surrey, U.K., 2003, 2 pp.
19. ACI Committee 318, “Building Regulations for Reinforced Concrete (ACI 318-41),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1941, 63 pp.
20. ACI Committee 318, “Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-77),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1977, 103 pp.
21. ACI Committee 212, “Report on Chemical Admixtures for Concrete (ACI 212.3R-16),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 76 pp.
22. Schaefer, S.E., “Coordinated and Complete Construction Documents—CASE’s Answer to ‘Botched Plans,’” STRUCTURE magazine, Feb. 2004, pp. 27-29.
23. Munshi, J., and Saini, J., “Reinforcement in Nuclear Construction - How Much is Too Much!,” Proceedings of 25th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology 2019 (SMIRT-25), Charlotte, NC, Aug. 4-9, 2019, V. 5, pp. 3635-3640.

16. Wyllie, L.A. Jr., and LaPlante, R.W., “The Designer’s Responsibility for Rebar Design,” The Structural Bulletin Series, Number 1, Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI), Schaumburg, IL, 2003 (Revised 2008), 16 pp.

Comité de Constructibilidad de ASCC:

Oscar Antommattei, Kiewit
Brian Carson, Osburn Contractors
Eamonn Connolly, McHugh Concrete Construction, Inc.
Aron Csont, Barton Malow
Michael Damme, Sundt Construction, Inc.
Jim Dick, Charles Pankow Builders
Ralph Jessop, Phaze Concrete, Inc.
Jim Klinger, American Society of Concrete Contractors
Kevin MacDonald, Beton Consulting Engineers, LLC
Guy McGriff, Keystone Structural Concrete, LLC
John Paleologos, Miller & Long Co., Inc.
Trevor Prater, Swinerton Builders

Nota: La primera parte de este artículo la encontrarás en la *Gaceta En Concreto* V.V, N.30 correspondiente al mes Noviembre – Diciembre 2025.

Ver: <https://heyzine.com/flip-book/32cb2f42b2.html>

En el 2023, éste Artículo recibió el **ACI CONCRETE INTERNACIONAL AWARD**, fue otorgado a los Autores.
Ver. [El Instituto Americano del Hormigón reconoce las contribuciones destacadas a la industria](#)

AUTORES

James Klinger, miembro de ACI, es un especialista en construcción de concreto de la Sociedad Estadounidense de Contratistas de Concreto (American Society of Concrete Contractors - ASCC).

Oscar R. Antommattei, FACI, es ingeniero jefe de concreto y gerente de ingeniería de Kiewit Engineering Group Inc.

Aron Csont, miembro de ACI, es director de proyectos en Barton Malow, Southfield, MI, EE. UU.

Trevor Prater, miembro de ACI, es el ejecutivo de proyectos de la división de concreto del norte de California de Swinerton Builder.

Michael Damme, miembro de ACI, es Gerente de Construcción y Superintendente General de la División de Concreto en Sundt Construction.

Bruce A. Suprenant, FACI, es el Director Técnico de ASCC, St. Louis, MO.

Crédito: American Concrete Institute, publicado en la Revista *CI* vol.44 N.12, diciembre 2022, traducción: ACI México Capítulo Noroeste.



México Capítulo Noroeste



• DELEGACIÓN •
SONORA

SEMINARIO INTERNACIONAL INGENIERÍA DE PISOS INDUSTRIALES DE ALTO DESEMPEÑO PARA SISTEMA VNA (VERY NARROW AISLE)

23 DE ABRIL 2026

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

HOTEL SEDE ROYAL PALACE

Precio Carnet:

General: \$4,000

Socio Activo ACI-NW: \$2,500

Maestros: \$1,500

Estudiantes: \$ 500

(Precio más IVA 16%)

INFORMACIÓN:

informacion@aci-mexico-nw.org

662 318 7796

ING. ALEJANDRA VALENCIA

662 104 9704

alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

DEPÓSITO:

ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE A.C.

BANCO: BANORTE

CUENTA: 0491360182

CLABE: 072760004913601828



Registro: <https://cutt.ly/stnrSDMq>

*PROGRAMA SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

SOCIOS INSTITUCIONALES



ACI.Mexico.NW



México Capítulo Noroeste

SEMINARIO INTERNACIONAL 2026 INGENIERÍA DE PISOS INDUSTRIALES DE ALTO DESEMPEÑO PARA PISOS VNA



American Concrete Institute

23 DE ABRIL

PROGRAMA

REGISTRO

8:00

INAUGURACIÓN

HORA	CONFERENCIA	EXPOSITOR
9:00 10:30	Sistema VNA: Optimización de la huella de almacén e incremento de eficiencia de operación	DANIEL RAZO CASTILLO DP WORLD 
10:45 12:00	Estándares internacionales de regularidad superficial para tráfico definido -FMin / TR34 DM / DIN15185 / EN15620 / VDMA	ANDRÉS SANZO FERNÁNDEZ EUROSTICK 
12:15 13:30	Ingeniería de losas para sistemas VNA	JOSÉ MARÍA ESPINOSA COGRI-GESPaP 
13:30 15:00	COMIDA	
15:00 16:30	Soluciones de refuerzo para losas de sistemas VNA -Refuerzo con Fibras de Acero -Refuerzo con Fibras Sintéticas -Sistema de Piso Postensado	BEKAERT BARCHIP ASTROFLOORS
16:30 17:15	Proceso de medición de regularidad superficial con perfilógrafos de alta precisión	MARIO CERECER COGRI-USA 
17:15 18:00	Proceso de corrección de regularidad superficial	ANDRÉS SANZO FERNÁNDEZ EUROSTICK 
18:00 a 20:00	SESIÓN DE NETWORKING	



México Capítulo Noroeste



CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL 2026 TÉCNICO ACABADOR DE SUPERFICIES PLANAS DE CONCRETO

24 DE ABRIL

CURSO TEÓRICO

9:00 a 14:00 horas

EVALUACIÓN

16:00 a 18:00 horas

GENERAL: \$8,700.00 + IVA (16%)

INCLUYE:

EXAMEN TEÓRICO

MANUAL DE ESTUDIO

CERTIFICACIÓN CON VALIDEZ DE CINCO AÑOS

LUGAR:

INSTALACIONES DE ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE

Aldama 110, entre Tlaxcala y Quintana Roo, Col. San Benito

HERMOSILLO, SONORA

REGISTRO EN EL LINK:
<https://cutt.ly/ltbhkzCP>



INFORMACIÓN:

662 104 9704

ING. ALEJANDRA VALENCIA

alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

DEPÓSITO:

ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE A.C.

BANCO: BANORTE

CUENTA: 0491360182

CLABE: 072760004913601828



ACI.Mexico.NW

*PROGRAMA SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO



México Capítulo Noroeste

CERTIFICACIONES INTERNACIONALES ACI



ACI México Capítulo Noroeste ofrece las siguientes CERTIFICACIONES ACI en los límites geográficos de los Estados de la República Mexicana de su región de influencia, reconocida por el American Concrete Institute en el 2016: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora.

TÉCNICO EN PRUEBAS DE AGREGADOS
NIVEL 1

TÉCNICO EN PRUEBAS DE MAMPOSTERÍA

TÉCNICO EN PRUEBAS DE AGREGADOS
NIVEL 2

TÉCNICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO
PARA MAMPOSTERÍA

TÉCNICO EN PRUEBAS DE AGREGADOS
BASE DE SUELOS

INSPECTOR EN CONSTRUCCIÓN
DE CONCRETO

TÉCNICO EN PRUEBAS DE CAMPO AL
CONCRETO GRADO 1

INSPECTOR EN COSTRUCCIÓN
EN TRANSPORTACIÓN DE CONCRETO

TÉCNICO EN PRUEBAS DE CONCRETO
AUTOCOMPACTABE

TÉCNICO ACABADOR DE SUPERFICIES
PLANAS DE CONCRETO

TÉCNICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO
AL CONCRETO NIVEL 1

GERENTE TÉCNICO DE CALIDAD DEL CONCRETO

TÉCNICO EN PRUEBAS DE
LABORATORIO AL CONCRETO NIVEL 2

TILT-UP TÉCNICO Y SUPERVISOR

TÉCNICO EN PRUEBAS DE RESISTENCIA
AL CONCRETO



ACI.Mexico.NW

INFORMACIÓN:  (662) 104 9704 ING. ALEJANDRA VALENCIA
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org



México Capítulo Noroeste

CERTIFICACIONES INTERNACIONALES ACI



ACI México Capítulo Noroeste ofrece las siguientes CERTIFICACIONES ACI

en los límites geográficos de los Estados de la República Mexicana de su región de influencia, reconocida por el American Concrete Institute en el 2016: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa y Sonora.

Programa de Certificación: TILT - UP Supervisor y Técnico.

DEFINICIÓN:

Un **Supervisor de TILT-UP** es una persona que ha demostrado dominio y comprensión de la gestión administrativa y técnica general en el sitio para producir proyectos de TILT-UP al aprobar el examen escrito de ACI y cumplir con los requisitos de experiencia laboral.

Un **Técnico de TILT-UP** es una persona que comprende el manejo administrativo y técnico general en el sitio para producir proyectos de TILT-UP al aprobar el examen escrito de ACI, pero que carece de suficiente experiencia laboral para calificar como Supervisor de TILT-UP.

REQUISITOS DE CERTIFICACIÓN

Para **Supervisor de TILT-UP**:

ACI otorgará la certificación solo a aquellos solicitantes que obtengan una calificación aprobatoria en el examen escrito, posean cinco años (7500 horas) de experiencia de construcción verificable, tres años (4500 horas) de los cuales deben ser experiencia en construcción TILT-UP. De esas 4500 horas de experiencia TILT UP, 2000 horas deben ser experiencia de supervisión en las siguientes áreas específicas; el número de horas requeridas en cada categoría se muestra entre paréntesis:

- Seguridad, comunicaciones y procedimientos (100)
- Planificación y programación (200)
- Sistemas estructurales (100)
- Preparación del sitio y cimientos (100)

- Losas sobre rasante (160)
- Formado y diseño (240)
- Colocación y propiedades del concreto (440)
- Izaje y arriostamiento (440)
- Acabados de paneles y acabados de edificios (220)

Para **Técnico de TILT-UP**

ACI otorgará la certificación a aquellos solicitantes que aprueben el examen escrito pero que no posean la experiencia laboral necesaria para obtener la certificación completa de Supervisor de TILT-UP.

La certificación es válida por un período de cinco años a partir de la fecha de completar con éxito todos los requisitos.

Para la **recertificación**

La recertificación tanto para el supervisor como para el técnico de TILT-UP requiere la finalización exitosa de:

- El examen escrito actual, o
- Presentación y verificación de registros que reflejen un mínimo de 10 horas de educación continua aprobada durante el período de cinco años anterior. Los cursos serán de listados previamente aprobados por el Comité ACI C650 y la Asociación de Concreto TILT-UP de ofertas en convenciones, exposiciones o lugares similares.

NOTA: Las personas que han permitido que su certificación expire por dos años o más solo pueden volver a certificar al completar con éxito el examen escrito actual.



INFORMACIÓN:  (662) 104 9704 ING. ALEJANDRA VALENCIA
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

     ACI.Mexico.NW



México Capítulo Noroeste



CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL 2026 TILT-UP

*PROGRAMA SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

CERTIFICADOR:
**GENARO
L. SALINAS**

21 DE MARZO

CURSO TEÓRICO

8:00 A 13:00 HORAS

EXAMEN

15:30 A 17:30 HORAS

GENERAL:

\$8,600 + IVA (16%)

INCLUYE:

MATERIAL DIDÁCTICO

EXAMEN DE CERTIFICACIÓN

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

**LUGAR PARA EL CURSO Y
EVALUACIÓN POR DEFINIR**

REGISTRO:
<https://cutt.ly/6tn26Ajj>



INFORMACIÓN:



662 104 9704

ING. ALEJANDRA VALENCIA

alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

DEPÓSITO:

ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE A.C.

BANCO: BANORTE

CUENTA: 0491360182

CLABE: 072760004913601828



ACI.Mexico.NW



México Capítulo Noroeste



Certificación Internacional 2026 TÉCNICO EN PRUEBAS DE CAMPO GRADO I



CURSO TEÓRICO EN LÍNEA

**21 DE MARZO
EVALUACIÓN TEÓRICA
Y PRÁCTICA**

8:00 A 16:00 HORAS

GENERAL: \$8,700.00+IVA (16%)

**INCLUYE:
MATERIAL DIDÁCTICO
(LIBRO: TÉCNICO EN PRUEBAS DE CAMPO)
EXAMEN TEÓRICO-PRÁCTICO**

REQUISITOS INDISPENSABLES:

- CONTAR CON CONOCIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN Y PRÁCTICA PARA EL EXAMEN PRÁCTICO**
- EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL**

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

**LUGAR PARA LA EVALUACIÓN TEÓRICO
Y PRÁCTICA POR DEFINIR**

CERTIFICACIÓN CON VALIDEZ DE CINCO AÑOS

     **ACI.Mexico.NW**

INFORMACIÓN:

 **662 104 9704**

ING. ALEJANDRA VALENCIA
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org

DEPÓSITO:

ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE A.C.
BANCO: BANORTE
CUENTA: 0491360182
CLABE: 072760004913601828

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE ACI

ACI PRC-225.2-25: Cementos tipo IL y especificaciones—Nota técnica, (idioma inglés)

Los cementos Portland-caliza tipo IL se introdujeron en las especificaciones ASTM C595/C595M y AASHTO M 240 para cementos adicionados en 2012. Estos cementos contienen entre un 5% y un 15% de caliza, en comparación con el 5% máximo de contenido de caliza de los cementos Portland ASTM C150/AASHTO M 85. Los cementos tipo IL tienen un rendimiento comparable al de los cementos Portland, con hasta un 10% menos de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por tonelada de cemento. Si bien los cementos Portland-caliza han estado disponibles en otras partes del mundo, su disponibilidad y adopción en la práctica solo se han generalizado en Estados Unidos recientemente, a partir de 2022 (Schexnayder, 2022). Muchos especificadores pueden tener poca experiencia en la incorporación de estos cementos en las especificaciones de proyectos.

ACI PRC-303-25: Práctica de concreto arquitectónico colado in situ – Guía. (idioma inglés)

Esta Guía presenta recomendaciones para la producción de concreto arquitectónico colado in situ. Analiza la importancia de los materiales específicos, la cimbra, la colocación del concreto, el curado, los tratamientos adicionales, la inspección y su efecto en la apariencia del producto terminado. El concreto arquitectónico requiere técnicas de construcción, materiales y requisitos específicos para cada proyecto. Las recomendaciones e información específicas presentadas en esta Guía deben utilizarse según corresponda.

ACI PRC-225-25: Selección y uso de cementos hidráulicos – Guía. (idioma inglés)

Esta guía aborda la influencia del cemento en las propiedades del concreto, resumiendo la composición y disponibilidad de los cementos hidráulicos comerciales y los factores que afectan su rendimiento. El cemento es el componente más activo del concreto y suele tener el mayor costo unitario; por lo tanto, su selección y uso adecuado son fundamentales para lograr el equilibrio deseado entre propiedades y costo para una mezcla de concreto específica. La selección debe considerar las propiedades del cemento en relación con el rendimiento requerido del concreto. La guía incluye una descripción

de los tipos de cemento, una breve revisión de la composición química del cemento, la influencia de los aditivos químicos y los materiales cementantes suplementarios (MCS), los efectos del medio ambiente en el rendimiento del cemento y evaluaciones de sostenibilidad para el uso y la fabricación de cemento Portland. Se abordan el almacenamiento, la entrega, el muestreo y las pruebas de los cementos hidráulicos para verificar su conformidad con las especificaciones. Los usuarios aprenderán a reconocer cuándo un cemento de uso general, fácilmente disponible, tendrá un rendimiento satisfactorio o cuándo las condiciones requieren la selección de un cemento que cumpla con requisitos adicionales.

ACI PRC-231.1-25: Gestión y aumento de la resistencia inicial de mezclas de concreto con bajo contenido de clínker — Nota técnica. (idioma inglés).

La industria del cemento y el concreto ha desarrollado diversas estrategias que resaltan la necesidad de reducir significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas a la producción de concreto. Una estrategia para reducir las emisiones es reducir el contenido de clínker en el concreto. Esto puede lograrse optimizando la granulometría de los áridos o los aditivos químicos para reducir el contenido total de cemento utilizado, o utilizando materiales cementantes con un bajo porcentaje de clínker. Sin embargo, los concretos con bajo contenido de clínker pueden, o se percibe que presentan, menores resistencias en edad temprana, lo que ha limitado su aplicación práctica. Esta nota técnica analiza el concreto con bajo contenido de clínker, obtenido principalmente mediante el uso de SCM, y ofrece consejos prácticos sobre la resistencia de estas mezclas en edades tempranas (desde el fraguado hasta los 7 días).

Crédito: American Concrete Institute, publicado en la Revista *C/* vol.48, N.1, enero 2026 y la Revista *C/* vol.48, N.2, febrero 2026.
Traducción: ACI México Capítulo Noroeste.

CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO Y EVAPORACIÓN DEL AGUA EN CONCRETO FRESCO

Aplicación en losas, pisos, pavimentos rígidos y concreto masivo

Referencia principal de evaporación: ACI 305R-20, Figura 4.14 (nomograma de evaporación)

Colaboración: Francisco Ramírez Luján y Genaro L. Salinas

1. INTRODUCCIÓN

La temperatura del concreto y la evaporación del agua en estado fresco son variables críticas que afectan directamente la trabajabilidad, el tiempo de fraguado, el desarrollo de resistencia, la durabilidad y, especialmente en pisos y losas, la calidad superficial. En colados de pisos y losas, la relación gran área expuesta / poco espesor incrementa el riesgo de que la evaporación supere la tasa de sangrado, provocando contracción plástica y fisuración temprana. En elementos masivos, el calor de hidratación puede generar gradientes térmicos que inducen fisuración térmica.

Este documento integra criterios prácticos de control basados en **ACI, ASTM, NMX e ISO**, para uso en obra en México.

2. TEMPERATURA DEL CONCRETO

2.1 Definición

La temperatura del concreto fresco es la temperatura de la mezcla recién producida, medida en una muestra representativa durante el suministro/colocación. Controlarla es esencial porque influye en:

- Velocidad de hidratación del cemento y fraguado
- Pérdida de revenimiento y trabajabilidad
- Contracción temprana y fisuración
- Ganancia inicial de resistencia

2.2 Influencia térmica de los componentes (en función de masa)

La temperatura final del concreto resulta de un promedio ponderado por la masa (y capacidad térmica) de sus componentes.

Componente	Participación típica en masa	Influencia sobre T° de mezcla
Agregados	70–80%	Alta
Agua de mezclado	15–20%	Media–Alta (fácil de ajustar)
Cemento	5–10%	Moderada (aporta además calor por hidratación)
Aditivos	<1%	Baja

Tabla 1. Influencia aproximada por componente

2.3 Hidratación del cemento y generación de calor

La hidratación del cemento es exotérmica: genera calor desde los primeros minutos. En elementos delgados el calor se disipa con facilidad; en elementos masivos puede acumularse y elevar la temperatura interna, generando diferenciales térmicos (ΔT) entre núcleo y superficie.

3. MEDICIÓN DE TEMPERATURA DEL CONCRETO

3.1 Concreto fresco (obra/laboratorio)

Normas de referencia: ASTM C1064 / NMX equivalente / ISO 1920 (según aplique).
Equipo recomendado: termómetro digital con sonda metálica o termómetro bimetálico calibrable.

Buenas prácticas mínimas de medición.

- Medir en muestra representativa, no sobre superficie expuesta al viento/sol.
- Insertar la sonda dentro de la masa (no “al ras”) y esperar estabilización.
- Registrar: hora, lote/camión, frente de colado, condiciones ambientales.

3.2 Concreto masivo (temperatura en el núcleo)

Para medir el “centro” del elemento se requiere instrumentación embebida:

- Termopares/termistores conectados a datalogger
- Ubicaciones mínimas: núcleo, zona intermedia y cerca de superficie. Esto permite estimar Tmax interna y el ΔT núcleo–superficie.

4 LÍMITES OPERATIVOS DE TEMPERATURA (CRITERIOS TÍPICOS)

Nota: los valores contractuales deben definirse por el proyecto. Cuando no existan, se adoptan criterios guía usados comúnmente en ACI.

4.1 Clima cálido

Criterio típico de control (común en especificaciones): limitar la temperatura del concreto fresco en recepción/colocación (p. ej. **32–35 °C**, según se pacte y según guía/especificación ACI aplicable al proyecto).

Riesgos al exceder límites:

- Fraguado acelerado y dificultad de acabado
- Mayor demanda de agua (riesgo de retemple)
- Mayor contracción y fisuración temprana
- Potencial reducción de durabilidad por mala terminación/curado insuficiente

4.2 Clima frío

Cuando la temperatura ambiente es baja (condición de clima frío), se requiere que el concreto llegue a colocación con temperatura mínima y que se mantenga protegido para evitar congelación y permitir ganancia de resistencia inicial.

Espesor del elemento	T° mínima del concreto al colocarse
< 30 cm	13 °C
30–90 cm	10 °C
> 90 cm	7 °C

Tabla 2. Temperaturas mínimas de colocación (criterio operativo usado en obra, basado en ACI 306)

4.3 Concreto masivo

Criterios típicos ampliamente adoptados:

- Control de **temperatura máxima interna (Tmax)**

- Control de **diferencial térmico (ΔT)** entre núcleo y superficie. Valores de referencia frecuentes (si el proyecto no define): **Tmax ≤ 70 °C** y **ΔT ≤ 20 °C**.

5 EVAPORACIÓN DEL AGUA EN CONCRETO FRESCO (PISOS Y LOSAS)

5.1 Fenómeno y unidad de control

En pisos y losas la evaporación ocurre en la superficie antes del fraguado. Si la evaporación supera la capacidad de sangrado, se genera **contracción plástica** y fisuración.

La evaporación se expresa como:

- **lb/ft²·h** (sistema ACI del nomograma)
- **kg/m²·h** (equivalente SI, prácticamente igual a L/m²·h para agua)

Conversión clave:

- 1 lb/ft²·h = **4.882 kg/m²·h**
- 0.10 lb/ft²·h ≈ **0.49 kg/m²·h** (≈ 0.5)
- 0.20 lb/ft²·h ≈ **0.98 kg/m²·h** (≈ 1.0)
- 0.24 lb/ft²·h ≈ **1.17 kg/m²·h**

5.2 Variables que controlan la evaporación (ACI 305R, Fig. 4.14)

La tasa de evaporación se determina por la interacción de:

1. Temperatura del aire
2. Humedad relativa
3. Temperatura del concreto
4. Velocidad del viento a nivel de superficie

La **Figura 4.14** del ACI 305R-20 (nomograma) permite estimar la tasa siguiendo un recorrido gráfico (aire → HR → T concreto → viento → evaporación).

5.3 Umbrales prácticos de decisión en obra

Para uso operativo (pisos/losas), se recomienda manejar **dos niveles**:

Evaporación	Interpretación en obra	Acción mínima
≤ 0.10 lb/ft ² ·h (≈0.5 kg/m ² ·h)	Riesgo moderado	Preparar medidas: rompeviento, fogging, curado inmediato programado
≥ 0.20 lb/ft ² ·h (≈1.0 kg/m ² ·h)	Alto riesgo	Medidas inmediatas obligatorias. Si no se puede controlar, reprogramar colado
≥ 0.24 lb/ft ² ·h (≈1.17 kg/m ² ·h)	Muy alto riesgo	Control agresivo o suspensión del colado si no hay mitigación efectiva

Tabla 3. Criterios operativos por tasa de evaporación

6 PROCEDIMIENTO PASO A PASO PARA OBRA (MÉXICO)

6.1 Antes del colado (punto de control 1)

- 1 Medir y registrar: **T aire, HR, viento, T concreto.**
- 2 Estimar evaporación con el nomograma ACI 305R (Fig. 4.14).
- 3 Determinar estrategia según Tabla 3: rompevientos, fogging, reducción de temperatura, logística de colado, curado.

6.2 Durante el colado (punto de control 2)

1. Medir **T concreto** por cada camión o por intervalo definido (m^3 o tiempo).
2. Recalcular evaporación si cambian viento/HR/temperatura.
3. Aplicar medidas preventivas sin improvisación:
 - Fogging (niebla fina) sin encharcar
 - Rompevientos
 - Sombreado
 - Curado inmediato al terminar acabado

6.3 Después del acabado (punto de control 3)

1. Curado **inmediato** (membrana, mantas, polietileno, curado húmedo protegido según especificación).
2. Evitar pérdidas de humedad por viento/sol durante las primeras horas críticas.
3. Registrar evidencias (bitácora y fotos).

7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO EN OBRA

7.1 Aceptación mínima

- Temperatura del concreto fresco dentro del rango contractual o el rango adoptado por el proyecto.
- Para losas/pisos: evaporación calculada y mitigada según Tabla 3.
- Curado ejecutado conforme al riesgo y documentado.

7.2 Rechazo o suspensión (criterio de control de calidad)

- Falta de medición o registros.
- Evaporación $\geq 0.20 \text{ lb/ft}^2\text{-h}$ sin medidas efectivas disponibles.
- Concreto fuera de rango térmico y sin autorización del proyectista/supervisión.
- En masivos: ausencia de plan térmico/instrumentación cuando el elemento lo requiere.

8. RESPONSABILIDADES

Residente/Contratista

- Implementar medidas de control (rompevientos, fogging, curado, logística).
- Garantizar equipo y personal suficiente para acabado y curado.

Laboratorio

- Medición y registro de temperatura del concreto fresco conforme norma aplicable.
- Apoyo en registro ambiental y cálculo de evaporación cuando sea parte del alcance.

Supervisión/Interventoría

- Definir criterios contractuales finales (si no están definidos).
- Autorizar colados condicionados o suspensión por riesgo térmico/evaporación.

9. CONCLUSIÓN

El control térmico del concreto y el control de evaporación en concreto fresco son herramientas preventivas que reducen de forma directa la probabilidad de **fisuración plástica**, problemas de acabado y pérdidas de durabilidad. En pisos y losas, el uso del nomograma ACI 305R-20 (Fig. 4.14) permite anticipar el riesgo y activar medidas oportunas; en elementos masivos, la instrumentación térmica y el control de T_{max} y ΔT son determinantes para evitar fisuración térmica.

10. REFERENCIAS

- American Concrete Institute. **ACI 305R-20**: *Guide to Hot Weather Concreting* (Fig. 4.14).
- American Concrete Institute. **ACI 302**: Guías para construcción/acabado de pisos y losas de concreto (control de fisuración temprana).
- American Concrete Institute. **ACI 306R**: *Cold Weather Concreting*.
- American Concrete Institute. **ACI 207R**: *Mass Concrete* (control térmico en elementos masivos).
- ASTM International. **ASTM C1064/C1064M**: *Temperature of Freshly Mixed Concrete*.
- ONNCCE. **NMX equivalente aplicable** para determinación de temperatura del concreto fresco.
- ISO. **ISO 1920** (partes aplicables): muestreo/ensayos de concreto fresco.

Notas operativas

Evaporación (ACI 305R-20):

- **Viento**: medir cerca de la superficie ($\approx 0.5 \text{ m}$).
- **Ta y HR**: medir en sombra, a altura de referencia ($\approx 1.2\text{--}1.8 \text{ m}$), lado de barlovento.

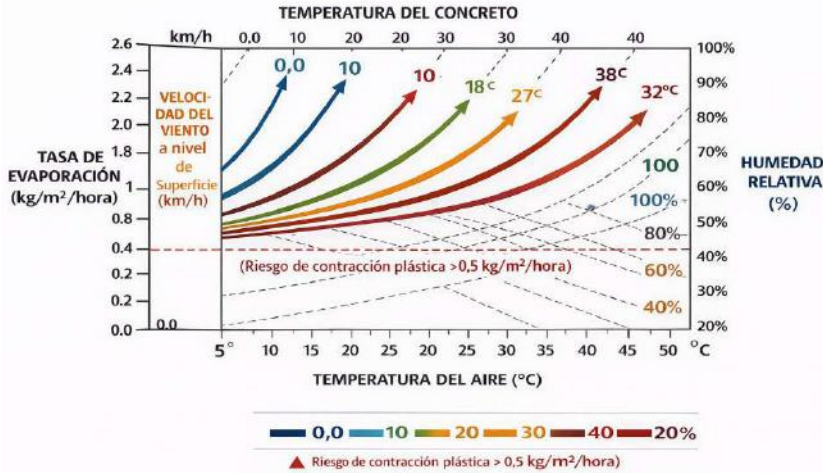
Criterio práctico de decisión:

- A partir de **$0.20 \text{ lb/ft}^2\text{-h}$ ($\sim 1.0 \text{ kg/m}^2\text{-h}$)** ya estás en **zona de control obligatorio**; si no puedes controlar, **no coles**.

ANEXOS:

TASA DE EVAPORACIÓN DEL AGUA EN SUPERFICIE DE CONCRETO

(Unidad: kg/m²/hora)



(Adaptado de ACI 305R)

Iniciamos esta columna con la intención de expresar de una manera práctica y consistente la información del comportamiento del concreto, basado en experiencias de trabajo de quien lo escribe.

Envíanos tus preguntas a gacetaenconcreto@aci-mexico-nw.org

La invitación está abierta para la participación de nuestros lectores con sus propias experiencias en concreto.

AUTORES

Francisco U. Ramírez Luján, Ing Civil por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Especialidad en Vías Terrestres por la División de estudios superiores de la facultad de Ingeniería Autónoma de México; Director General de las empresas Laboratorio y Consultoría S.A de C.V, (LACOSA), Laboratorio de la construcción S.A. de C.V, Laboratorio de Estudios Integrales de Ciudad Juárez (LEISA), Evaluador como experto Técnico en la Entidad Mexicana de Acreditación (ema) en las áreas de concreto, agregados, mezclas asfálticas y asfaltos. Perito en vías terrestres, mecánica de suelos y Geotecnia por el Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua.

Genaro L. Salina, es Miembro Honorario de ACI, FACI. Es Director General de la Gaceta en Concreto, es Miembro Activo en la Mesa Directiva del ACI México Capítulo Noroeste con la Coordinación de Comités Técnicos. 2007 Recibió premio como el Ingeniero Civil del Año por el Colegio de Ingenieros Civiles de Ciudad Juárez, en el 2015 Recibió premio Dr. Raymundo Rivera Villareal por la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el 2016 Recibió la categoría de Fellow ACI por el American Concrete Institute, en el 2018 Recibió el premio Internacional de Certificación por ACI, en el 2020 el ACI le confiere la categoría de Miembro Honorario, y en el 2023 Se constituye la Cátedra en su Nombre “Catedra Genaro L. Salinas”, realizada por ACI México Capítulo Noroeste.

Artículo escrito para *Gaceta En Concreto*

Control	Parámetro / Dónde se mide	Umbral / Rango (criterio operativo)	Interpretación	Acción mínima obligatoria (obra)	Responsable principal	Registro / Evidencia
Temperatura	T° del concreto fresco (muestra representativa, sonda)	Clima cálido: objetivo ≤ 32–35 °C (según especificación del proyecto)	Riesgo de fraguado acelerado, pérdida de revenimiento y mayor contracción	Enfriar agua/agregados, programar colado, aditivos aprobados, reducir tiempos	Contratista / Residente	Bitácora por camión + reporte laboratorio
Temperatura	T° del concreto fresco (losa/piso < 30 cm)	Clima frío: ≥ 13 °C al colocarse (valor típico ACI 306 para elementos delgados)	Si llega frío, fraguado lento y riesgo de daño por helada temprana	Proteger superficie, mantas térmicas, evitar helada, mantener T° en primeras 72 h	Contratista / Residente	Bitácora + fotos de protección
Evaporación	Tasa de evaporación W (ACI 305R Fig. 4.14: Ta, HR, Tc, viento)	≤ 0.10 lb/ft ² -h (≈ 0.49 kg/m ² -h)	Riesgo moderado	Preparar controles: rompevientos, fogging listo, curado inmediato programado	Residente	Registro ambiental cada 30 min
Evaporación	Tasa de evaporación W	0.10–0.20 lb/ft ² -h (0.49–0.98 kg/m ² -h)	Riesgo alto (contracción plástica probable si no se controla)	Activar rompevientos + fogging + curado inmediato; ajustar logística de acabado	Residente / Supervisión	Registro ambiental + evidencia de medidas
Evaporación	Tasa de evaporación W	≥ 0.20 lb/ft ² -h (≥ 0.98 kg/m ² -h)	Riesgo muy alto	Medidas agresivas o reprogramar colado si no se garantiza control	Supervisión (decisión)	Acta/bitácora de decisión + evidencia
Evaporación	Referencia de severidad	0.24 lb/ft ² -h (≈ 1.17 kg/m ² -h)	Condición crítica (acabado y curado muy comprometidos)	Suspender/posponer salvo plan robusto (sombras, fogging continuo, rompevientos, curado inmediato)	Supervisión / Residente	Registro + evidencia fotográfica
Masivo	T° interna (núcleo) (termopares embebidos + datalogger)	Tmax objetivo ≤ 70 °C (criterio típico de durabilidad)	Riesgo de daño térmico y fisuración/DEF si se excede (según especificación)	Plan térmico: mezcla, preenfriamiento, aislamiento, control de retiro	Contratista + Supervisión	Gráfica/registro térmico
Masivo	ΔT núcleo-superficie	ΔT ≤ 20 °C (criterio operativo típico)	Si ΔT sube, aumenta probabilidad de fisuración térmica	Aislamiento, control de retiro, enfriamiento controlado	Contratista + Supervisión	Registro térmico + bitácora

VISITA NUESTRAS PUBLICACIONES

¡Gracias!

a Nuestros Lectores y Colaboradores

Noviembre-Dic. 2025 V.V No.30



Sep-Octubre 2025 V.V No.29



Julio-Agosto 2025 V.V No.28



Mayo-Junio 2025 V.V No.27



Marzo-Abril 2025 V.V No.26



Enero-Febrero 2025 V.V No.25



Noviembre-Dic 2024 V.IV No.24



Sep-Octubre 2024 V.IV No.23



Julio-Agosto 2024 V.IV No.22



Mayo-Junio 2024 V.IV No.21



Marzo-Abril 2024 V.IV No.20



Enero-Febrero 2024 V.IV No.19



Noviembre-Dic. 2023 V.III No.18



Sep-Octubre 2023 V.III No.17



Julio-Agosto 2023 V.III No.16



Mayo-Junio 2023 V.III No.15



Marzo-Abril 2023 V.III No.14



Enero-Febrero 2023 V.III No.13



Noviembre-Dic. 2022 V.II No.12



Sep-Octubre. 2022 V.II No.11



Julio-Agosto 2022 V.II No.10



Mayo-Junio 2022 V.II No.9



Marzo-Abril 2022 V.II No.8



Enero-Febrero 2022 V.II No.7



Noviembre-Dic. 2021 V.I No.6



Sep-Octubre 2021 V.I No.5



Julio-Agosto 2021 V.I No.4



Mayo-Junio 2021 V.I No.3



Marzo-Abril 2021 V.I No.2



Enero-Febrero 2021 V.I No.1



TOMA DE PROTESTA DE LA VI MESA DIRECTIVA DEL CAPÍTULO ESTUDIANTIL ACI – UABC

ACI México Capítulo Noroeste le tomó protesta al capítulo estudiantil ACI - UABC, el 3 de febrero del 2026, en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Mexicali, Baja California, México.

En representación del Ing. Raúl Alvarado Barbachano, presidente del ACI México Capítulo Noroeste, el Ing. Jesús Adrián Robles Félix, Coordinador de capítulos estudiantiles del ACI México Capítulo Noroeste, tomó protesta a la nueva Mesa Directiva del Capítulo Estudiantil ACI – UABC, en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

La nueva Mesa Directiva del Capítulo Estudiantil ACI UABC está integrada por:

Miguel Ángel Ballesteros Cazares, Presidente
Juan Carlos Carpio Valenzuela, Vicepresidente
José Luis Valenzuela Bojórquez, Secretario
Kimberly Evangelina Apodaca Lomelí, Tesorero
Israel Andrade Santamaría, Vocal Competencias ACI
Miguel Guereca Ramírez, Vocales Competencias ACI
Marcos Hernández Vásquez, Vocal Certificaciones
Rúben Guzmán Zazueta, Vocal Redes Sociales
Dulce Gutiérrez Tafolla, Vocal Recursos Humanos
Luis Iovany Madueña López, Vocal Eventos
Angie Nathally Carillo Muñoz, Vocal Eventos
Carlos Vásquez González, Vocal Concurso
Andrea Brizeida Damas Ramírez, Vocal Podcast

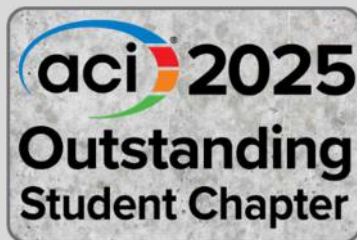


En el evento también estuvieron presentes el maestro asesor Dr. José Manuel Gutiérrez Moreno, Profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería y el representante de la mesa directiva saliente de Capítulo Estudiantil ACI – UABC, Orlando Salazar Mendoza, Vocal de concursos Capítulo Estudiantil ACI UABC 2024-2025.

En el marco de la toma de protesta, se entregó el banderín para ser el capítulo estudiantil ACI - UABC organizador del próximo ENLACE (Encuentro Latinoamericano de Capítulos Estudiantiles) ACI 2026, a realizarse del 23 a 26 de septiembre de 2026 en Tijuana, Baja California, con sede en la Universidad Autónoma de Baja California. Los estudiantes y las autoridades de la UABC reciben con entusiasmo y compromiso el banderín de anfitrión.

ACI México Capítulo Noroeste FELICITA a la nueva Mesa Directiva y a la Mesa Directiva saliente.

ACI México Capítulo Noroeste,
Siempre Avanzando



ACI México Capítulo Noroeste,
Felicitamos al Capítulo Estudiantil **ACI – UABC** y al Capítulo Estudiantil **ACI – ITSON** por recibir el reconocimiento de “Outstanding Student Chapter 2025” otorgado por el American Concrete Institute. También hace extensiva la felicitación a la **Universidad Autónoma de Baja California** y al **Instituto Tecnológico de Sonora**.

TOMA DE PROTESTA DE LA VI MESA DIRECTIVA DEL CAPÍTULO ESTUDIANTIL ACI – UNISON

La VI MESA DIRECTIVA DEL CAPÍTULO ESTUDIANTIL ACI UNISON tomó protesta ante autoridades, maestros y alumnos de la Universidad de Sonora y del ACI México Capítulo Noroeste, en las instalaciones del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora, el 19 de febrero del 2026 en Hermosillo, Sonora, México.

El Coordinador de Capítulos Estudiantiles del ACI México Capítulo Noroeste, Ing. Jesús Adrián Robles Félix, en representación del presidente del ACI México Capítulo Noroeste, Ing. Raúl Alvarado Barbachano, alentó al nuevo comité a continuar trabajando y participar en eventos organizados por la asociación internacional y regional, asimismo felicitó a la V Mesa Directiva saliente por sus logros.

Por su parte la presidenta del VI Mesa Directiva la estudiante Alexia Fernanda Romero López agradeció el apoyo de autoridades, maestros y compañeros de la carrera de ingeniería y a la maestra M.I. Leny García Moraga, asesora del Capítulo Estudiantil ACI – UNISON, y se comprometió participar con entusiasmo en el programa de trabajo institucional que encabezan.

La nueva Mesa Directiva del Capítulo Estudiantil ACI – UNISON está integrada por:

Alexia Fernanda Romero López, Presidente
Emiliano Martínez Villalobos, Vicepresidente
Anna Carolina Parra Rodríguez, Secretario
Sahad Tenorio Grijalva, Tesorero



José F. Gómez Vázquez, Vocal Competencias ACI
Miguel Guereca Ramírez, Vocales Competencias ACI
Amisadai Fuentes Sánchez, Vocal Certificaciones
Yuleni Azeneth Parra Jusaino, Vocal Redes Sociales
Livier Palafox Olivares, Vocal Vínculo Arquitectura
Ángel Isaí Chavez Torres, Vocal de Ingeniería Civil
Alexis Alberto Rodríguez, Vocal de Arquitectura
Yackelyn Álvarez Almada, Vocal de Arquitectura
Guillermo Miranda Valencia, Vocal de Arquitectura
Daniela A. Lugo Armenta, Vocal de Arquitectura

Como parte del evento **M.I. Arturo Duarte**, de la empresa **HOLCIM**, presentó la conferencia **10 CONSEJOS BÁSICOS PARA UN BUEN DESEMPEÑO DEL CONCRETO EN OBRA**, ante un auditorio pleno.

En representación de la Rectora de la Universidad de Sonora, Dra. Dena María Jesús Camarena Gómez, el Coordinador general de Facultad Interdisciplinaria: Dr. Agustín Brau Ávila; el jefe del Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Dr. Israel Miranda Pasos; el jefe del Departamento de Arquitectura y Diseño, Dra. Patricia Judith Hernández Fregoso; el Vicepresidente saliente de la V mesa directiva ACI-UNISON Luis Pablo Duarte García; expresidentes del ACI México Capítulo Noroeste Juan Carlos Rocha Romero, Óscar Ramírez; entre otros.

ACI México Capítulo Noroeste FELICITA a la nueva Mesa Directiva y a la Mesa Directiva saliente.

ACI México Capítulo Noroeste,
Siempre Avanzando



¿Sabías Qué?



American Concrete Institute

En **1956** la primera
Convención ACI fuera de
Estado Unidos se celebró
en Montreal, Canadá.

REPRESENTACIÓN EN LA EDICIÓN 62 DE LA ESCUELA DE CALIDAD DEL CONCRETO, SAMUEL P. MAGGARD

Con la participación del ACI México Capítulo Noroeste se realizó la edición anual número 62 de la Escuela de Concreto de Calidad Samuel P. Maggard, el 9 y 10 de enero 2026, en el campo de la Universidad del Estado de Nuevo México, Las Cruces, en Estados Unidos.

En la Escuela de Concreto de Calidad (Quality Concrete School) Samuel P. Maggard, en representación del ACI México Capítulo Noroeste, estuvieron presentes el MAC. Raúl Alvarado Barbachano, presidente de ACI México Capítulo Noroeste, los ingenieros Uber Loya, Gustavo Osorio, José Manuel Gutiérrez y fellow ACI Genaro L. Salinas.

La edición anual 62 de la Escuela de Concreto de Calidad Samuel P. Maggard está dirigida a profesionales del concreto, contratistas, ingenieros y otros profesionales de la industria de la construcción, el evento es organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Nuevo México en colaboración con la Asociación de Concreto Premezclado y Agregados de Nuevo México. Entre los temas que se analizaron: Camiones de gas natural; Especificaciones del concreto: ¿Podemos tenerlo todo?; Diseños de mezclas; Más allá de lo básico; Lo que ven los inspectores; Muestreo y

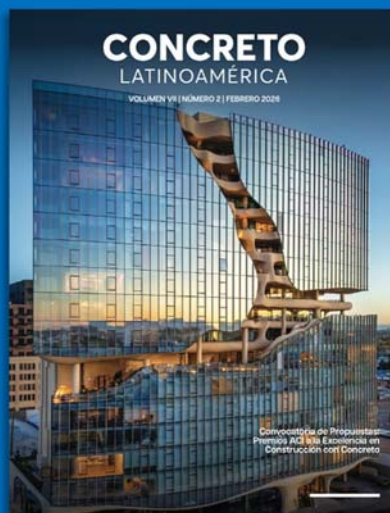
pruebas; Transporte, colocación, acabado y curado del concreto; Taller de diseño de mezclas de concreto, entre varios.

El evento anual ofreció talleres y conferencias impartidos por profesores de ingeniería y expertos de la industria, cubriendo desde propiedades básicas hasta técnicas avanzadas y nuevas tecnologías, incluyendo diseño de mezclas, concreto pulido y más.

ACI México Capítulo Noroeste
Siempre Avanzando



La Revista *Concreto en Latinoamérica* invitó a la *Gaceta En Concreto* a publicar sus números en su página oficial.



www.acilatinoamerica.com

LIBRERÍA ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE

PROMOCIONES



REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318-19)

\$ 1 200.00

SERIE DEL TRABAJADOR DEL CONCRETO FUNDAMENTOS DEL CONCRETO

Precio de lista \$750.00

\$ 500.00



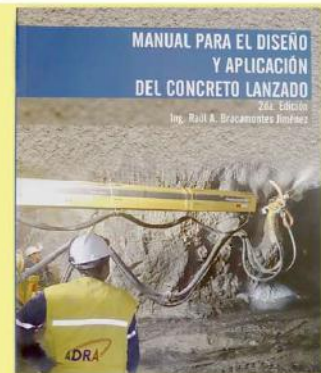
ESPECIFICACIÓN, DISEÑO Y CÁLCULO DE MAMPOSTERÍA

\$ 1 000.00

MANUAL PARA EL DISEÑO Y APLICACIÓN DEL CONCRETO LANZADO

Precio de lista \$1,100.00

\$ 1 000.00



* SUJETO A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

* VIGENCIA JUNIO 2026



Beca Honoraria Ramón L. Carrasquillo

La Beca Honoraria Ramón L. Carrasquillo reconoce la brillante trayectoria, liderazgo y generosidad de Ramón. Fue un experto mundialmente reconocido en materiales de concreto, construcción e ingeniería estructural. Esta beca apoyará a estudiantes de posgrado de un programa de grado relacionado con el concreto, con énfasis en ingeniería estructural, arquitectónica o de materiales, con un alto interés en aplicar la investigación aplicada para resolver problemas.

Donar ahora

Formato PDF para Donar



American Concrete Institute

¿Sabías que ofrecemos membresía gratuita de ACI a todos los estudiantes y un 50% de descuento en la membresía de ACI a los jóvenes profesionales menores de 28 años? ACI quiere brindarles a los estudiantes y jóvenes profesionales la oportunidad de establecer contactos con sus pares y recibir nuestros beneficios exclusivos para miembros, incluido el acceso digital gratuito a seminarios web, cursos a pedido, guías/informes y más.

¡Únete a la comunidad de ACI hoy!
<https://www.concrete.org/getinvolved/membership.aspx>



México Capítulo Noroeste

Felicitaciones a los Socios Cumpleaños de ACI México Capítulo Noroeste

Marzo 2026

Día 15- Jesús Manuel Naves Bect

Día 15- Lisa Valle Pulido

¡Feliz Cumpleaños!

Abril 2026

Día 15- Alejandra Valencia Hernández

Día 24- Jesús Alejandro López Flores

Día 26- Luz Marina Santos Burgos



Afiliación y Renovación 2026

**MEMBRESÍA INDIVIDUAL
ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE**

informacion@aci-mexico-nw.org

**MARZO
20% DE DESCUENTO**

se aplican restricciones



Ara Escalante

FOTÓGRAFA



(662)9349746

araceliescalante@gmail.com



ARA.ESCALANTE.FOTOGRAFA

ANÚNCIATE CON NOSOTROS

ESPACIOS PUBLICITARIOS

Gaceta

EN CONCRETO



México Capítulo Noroeste
Siempre Avanzando

DOS PLANAS
21.5X28cm

PLANA
21.5X28cm

MEDIA PLANA
21.5X14cm

TERCIO
21.5X9.5cm

TERCIO
9.5X28cm

PROMOCIÓN

-CONTRATA POR 2 BIMESTRES CON EL -15%

-CONTRATA POR 6 BIMESTRES CON EL -30%
Y RECIBE UN BIMESTRE MÁS GRATIS

-CONTRATA POR 4 BIMESTRES CON EL -20%

ADÉMÁS LA PUBLICACIÓN EN NUESTRAS
REDES SOCIALES

CONTÁCTANOS: Cel. 662 1049704 Ing. Alejandra Valencia
alejandra.valencia@aci-mexico-nw.org



ACI.Mexico.NW

MEMBRESÍA 2026

Estimado lector, te invitamos a formar parte de la familia del **American Concrete Institute**, afiliate al **ACI México Capítulo Noroeste** y obtendrás los siguientes beneficios:

BENEFICIOS	INSTITUCIONAL			INDIVIDUAL	
	DIAMANTE	PLATINO	ORO	PROFESIONAL	ESTUDIANTIL
RECONOCIMIENTO OFICIAL			✓		
REUNIONES CON PLÁTICA TÉCNICA MENSUAL			✓		
VERSIÓN DIGITAL: GACETA EN CONCRETO			✓		
VERSIÓN DIGITAL: REVISTA "CONCRETO EN LATINOAMERICA"			✓		
NETWORKING			✓		
ACCESO A BIBLIOTECA FÍSICA			✓		
PUBLICIDAD EN NUESTRO MEDIOS DE COMUNICACIÓN	ILIMITADO	ILIMITADO	ILIMITADO	-	-
DESCUENTO (PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN)	25%	20%	15%	10%	COSTO PREFERENCIAL
DESCUENTO (CURSOS , TALLERES, SEMINARIO Y CONGRESOS)	25%	20%	15%	10%	COSTO PREFERENCIAL
MEMBRESÍAS INDIVIDUALES PARA EMPRESAS	6	4	3	---	---
BENEFICIOS INTERNACIONALES	Versión electrónica de la revista "Concrete International"				
	3 Cupones de acceso a los cursos de la Universidad ACI.				
	Inclusión en el Directorio de Miembros ACI				
<u>INVERSIÓN ANUAL</u>	\$35,000.00*	\$25,000.00*	\$15,000.00*	\$1,200.00*	GRATUITA

*Precios antes de IVA

NUESTROS SOCIOS INSTITUCIONALES

BarChip Inc.

The Synthetic Fiber Experts
www.barchip.com
contacto: Jesús Muñoz
JMunoz@brachip.com
Cel.: +52 55 8012 6233



www.atisa.com
Contacto:
info@atisa.com
Cel.: +52 664 397 7648



www.acclaboratoriodeconstruccion.com
Ing. Marisol Muro
acclaboratorio@gmail.com
Tel.: +52 662 220 5277



JR & 3I
CONSTRUCCIONES
www.jr3i.com.mx
Arq. Raymundo Velasco
rvelasco@jr3i.com.mx
Cel.: +52 552 888 3870



www.decono.mx
Ing. José Mora Sandoval
aduenas@decono.mx
sika@decono.mx
Tel.: +52 662 167 0377



www.gcc.com
Ing. Ileana Chaparro
ichaparrop@gcc.com
Cel.: +52 614 169 1136



www.cemexmexico.com
Ing. Araceli Castillo Maldonado
araceli.castillo@cemex.com
Cel.: +52 222 114 0752



www.ingetek.mx
Enlace y promoción zona Noroeste
cleyva@ingetek.com.mx
Tel.: +52 818 287 7877



www.ilconcretosyagregados.com.mx
Ing. Roberto Ramírez
iramirez@urbanizadoraroma.com.mx
Cel.: +52 664 427 6774



www.calidra.com
Ing. Luis Cordero
lcordero@calidra.com.mx
Cel.: +52 662 298 5949



<https://www.instagram.com/newgruponorte/>
Ing. Manuel Calleros
manuel@nortegc.com
Cel.: +52 664 364 5609



www.concretosconcretiza.com
Asael Baro Acosta
asael_baro@hotmail.com
cel.: +52 622 115 0084



www.getopson.com
Ing. Jesús Javier López Madero
getopson@gmail.com
Cel.: +52 662 268 8266



www.inbas.mx
Ing. Jesús Lara
jlara@inbas.mx
Cel.: +52 662 233 6085



www.cogri-gespap.com
contacto: info@cogri-gespap.com
Tel.: +56 9 26822228
Cel.: +56 9 65132419



www.ingenieriaparaconcreto.com.mx
Ing. Rodolfo Cravioto
rcravioto@ingenieriaparaconcreto.com.mx
Cel.: +52 664 252 3000



www.trituasfaltos.com
Ing. Guillermo Beltrán
gbeltran@trituasfaltos.com
Cel.: +52 664 387 5970



México Capítulo Noroeste

Por octavo año consecutivo
ACI México Capítulo Noroeste
celebra recibir la distinción de
Excellent Chapter
del American Concrete Institute

