

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

Diciembre 2020

Volumen I - Número 3.

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

Volumen I - Número 3.

Diciembre del 2020

El presente número de la Revista Digital Concreto Latinoamérica es un esfuerzo de los Capítulos o Secciones del American Concrete Institute (ACI) en Latinoamérica, para poner al alcance de sus miembros y afiliados los contenidos que el ACI International publica en su revista Concrete International en inglés.

CONTENIDO:

- | | |
|-------------------------|---|
| Pág
3 | 1. Honores y Programa de Reconocimientos ACI 2021.
Envíe sus nominaciones ahora
Traducción y revisión técnica a cargo del Capítulo Guatemala. |
| Pág
5 | 2. El Equipo del Instituto para Investigación de Daños.
Lecciones aprendidas de las impelmentaciones de campo
Traducción y revisión técnica a cargo del Capítulo Noroeste de México. |
| Pág
18 | 3. Nominación de funionarios y miembros de la Junta Directiva del ACI para el período 2021-2022.
Kopozynski para Presidente, Nanni para Vice Presidente, y cuatro Directores
Traducción y revisión técnica a cargo del Capítulo Noreste de México. |
| Pág
24 | 4. Resistencia a la compresión de núcleos y cumplimiento de especificaciones.
Traducción y revisión técnica a cargo del Capítulo Costa Rica. |

Portada. Tomada de la Revista Concrete International Noviembre 2020. Reconocimientos ACI a la excelencia en construcción con concreto 2020. Categoría Edificios de Gran Altura Primer Lugar. Hudson Commons / 441 Ninth Avenue, New York, Estados Unidos.

Los contenidos de los artículos corresponden a la traducción del inglés al español realizada por los Capítulos del ACI en Latinoamérica, y fueron originalmente publicados por el ACI Internacional en la revista Concrete International correspondiente al mes de noviembre de 2020. El Instituto no se hace responsable por las declaraciones u opiniones expresadas en sus publicaciones. Las publicaciones del instituto no pueden ni pretenden suplantar el entrenamiento técnico individual, responsabilidad o juicio del usuario o de quien provee y presenta la información. Con el propósito de difundir el conocimiento técnico del concreto, se autoriza la difusión de la presente edición a los Capítulos del ACI de habla hispana entre su membresía y grupos de interés, sin embargo, será necesaria la autorización del American Concrete Institute para reproducir total o parcialmente los contenidos de este número salvo que se hagan para uso personal o académico y sin fines comerciales.

Todos los materiales originales en inglés, y contenidos en este número de Concrete Latinoamérica en español, están protegidos por las leyes de Derechos de autor y propiedad industrial, tanto nacionales como internacionales.

Representantes de los Capítulos de Latinoamérica:

- | | |
|------------------------|--|
| • Argentina | Ing. Raúl Bertero |
| • Colombia | Ing. Nancy Torres Castellanos y Ing. Fabían Lamus Báez |
| • Costa Rica | Ing. Guillermo González Beltrán |
| • Ecuador Centro y Sur | Ing. Santiago Vélez Guayasamín |
| • Guatemala | Ing. Luis Alvarez Valencia y Xiomara Sapón |
| • México Noreste | Ing. José Lozano y Ruy Sánchez |
| • Mexico Noroeste | Ing. Alejandra Valencia |
| • México Centro y Sur | Ing. Alma Reyes Zamorano |
| • México Sureste | Ing. Joseph Mandujano |
| • Perú | Ing. Luciano López Vinatea |
| • Puerto Rico | Ing. Rubén Segarra Montelara |

Traducción y revisión técnica realizada por cada uno de los Capítulos del ACI de Latinoamérica participantes, así como por los responsables del trabajo de traducción realizado el cual está debidamente indicado en cada uno de los artículos publicados.

COMITÉ EDITORIAL:

Presidente del Comité Editorial:

Ing. Alejandro Miguel Narro Aguirre
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI.
(2020-2022)

Editor en Jefe:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editor Asociado:

M.C. Lucio Guillermo López Yépez

Soporte Técnico:

Dr. Alejandro Durán Herrera

Diseño Editorial:

MDG. Rosa Otilia Armendáriz Solís
LDI. Luis Yerel Romo Valdez

Coordinadora de Traducciones:

Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Comunicación y Logística:

Lic. Ana Durán Herrera

Cualquier asunto relacionado con la publicación contactarse a:

concretolatam@gmail.com
Tel: +52 81 2146 4907

Honores y Programa de Reconocimientos ACI 2021

Envíe sus nominaciones ahora

El Instituto Americano del concreto destaca las contribuciones y esfuerzos de sus miembros globales y de la industria del concreto alrededor del mundo, a través de su variedad de honores y programa de reconocimientos. El ACI busca nominaciones para el ciclo de reconocimientos 2021.

Las nominaciones pueden ser enviadas por cualquier medio, incluyendo, en la mayoría de los casos, a menos que se indique lo contrario, auto-nominaciones. Si Usted conoce a una persona u organización meritoria, por favor ayude a ACI a reconocerlos mediante la presentación de una nominación en una categoría apropiada de reconocimientos. Los destinatarios designados serán invitados a asistir a la Convención de Primavera de 2022 en Orlando, FL, para recibir el reconocimiento u honor. Las nominaciones se aceptan durante todo el año.

Las nominaciones deben presentarse antes del 15 de febrero, 2021, para:

Membresía Honoraria, el mayor honor de ACI, se confiere a personas eminentes en su campo y a aquellos que realizan extraordinario servicio meritorio al Instituto. Los nominados son juzgados por el grado en el que ellos:

- Haber obtenido reconocimiento de servicio digno de mención en cualquier campo de desempeño alineado con los objetivos del Instituto;
- Haber realizado contribuciones significativas a ACI y/o a la industria del concreto;
- Haber realizado contribuciones que han beneficiado a su país; y
- Demostrada influencia positiva en la industria y adherencia a altos estándares de conducta, ética e integridad.

Medalla Arthur R. Anderson, establecida en 1972 para reconocer al ex presidente de ACI Arthur R. Anderson, es otorgada por contribuciones destacadas al avance del conocimiento del concreto como material de construcción.

Reconocimiento Joe W. Kelly, establecido en 1974 para reconocer al ex presidente de ACI, Joe W. Kelly,

es otorgada por sobresaliente contribuciones a la educación en el amplio campo del concreto.

Reconocimiento Concreto de Agregado Liviano Cedric Willson, establecido en 1976 por el Capítulo ACI Northeast Texas y apoyado por el Expanded Shale, Clay, and Slate Institute (ESCSI), honra a Cedric Willson, ex miembro de la Junta Directiva de ACI y Presidente de ESCSI. Las personas que reciben este premio son reconocidas por contribuciones sobresalientes en las áreas de materiales innovadores y diseño, especialmente en agregados livianos, concretos livianos y mampostería de concreto liviano.

Reconocimiento Roger H. Corbetta Concrete Constructor se estableció en 1972 en honor al ex presidente de ACI, Roger H. Corbetta. Este premio se otorga a una persona o una organización que, como constructora, ha hecho significativas contribuciones al progreso en métodos de construcción con concreto.

Medalla Henry C. Turner, fundada en 1927 por el ex presidente de ACI, Henry C. Turner, es otorgada por notables logros o servicios en la industria del concreto.

Reconocimiento Henry L. Kennedy, establecido en 1958, honra a Henry L. Kennedy, ex presidente de ACI. Este premio es otorgado por servicio técnico o administrativo sobresaliente al Instituto. La selección para el Premio Kennedy se basa en actividad o servicios sobresalientes que han mejorado el Prestigio del Instituto; marcado liderazgo en trabajo técnico, administrativo o comité especial; u otro distinguido servicio al Instituto.

Reconocimiento Alfred E. Lindau fue fundado en 1947 por el Concrete Reinforcing Steel Institute para honrar la memoria de Alfred E. Lindau, ex presidente de ACI, quien falleció en Pearl Harbor, HI, Estados Unidos, el 14 de diciembre de 1944, mientras servía en el Bases Aéreas Navales del Pacífico. El premio es otorgado solo por contribuciones sobresalientes a la práctica de diseño de concreto reforzado.

Reconocimiento ACI Concrete Sustainability, establecido en 2010, reconoce a las personas o equipos que han realizado contribuciones para destacar



el rol del concreto en relación con la sostenibilidad. Contribuciones notables pueden ser la demostración o mejora de los atributos sostenibles del concreto mediante investigación, diseño, educación o construcción y/o el uso de concreto de formas innovadoras para contribuir a un entorno de construcción más sostenible.

Reconocimiento ACI Education, se estableció en 2015 para reconocer a las personas que han hecho contribuciones notables al avance de educación de ACI o actividades de apoyo educacional. Las contribuciones notables pueden ser, pero no están limitadas a: seminarios educativos; seminarios web; formación en línea, desarrollo de documentos o productos; revisión de productos; sirviendo en grupos de trabajo; y/o sirviendo como experto en la materia. Auto nominaciones no serán consideradas. Los nominados no necesitan ser Miembros de ACI.

Nominados al reconocimiento **ACI Young Member Award for Professional Achievement** son juzgados por sus logros en participación activa en el capítulo local y en niveles nacional/internacional; servicio para el avance de la industria; evidencia de competencia técnica, alto carácter, e integridad; tutoría de estudiantes y jóvenes profesionales; y otras evidencias de mérito de que ha avanzado en los objetivos del Instituto. No se considerarán auto nominaciones. Los nominados deben ser miembros de ACI y no deben tener más de 35 años.

Reconocimiento ACI Strategic Advancement Award, se estableció el premio en 2014 para reconocer a las personas u organizaciones que brindan soporte en la implementación de membresía y satisfacción del cliente; la calidad de los programas, productos y servicios; y credibilidad e impacto global.

Las nominaciones deben ser presentadas por un miembro de ACI o un Capítulo ACI.

Las nominaciones deben presentarse antes del 31 de mayo, 2021, para:

Un individuo elegido como Fellow del Instituto habrá hecho contribuciones sobresalientes a la producción o uso de materiales para concreto, productos y estructuras de concreto en las áreas de educación, investigación, desarrollo, diseño, construcción o administración. *El nominado debe ser miembro de ACI durante al menos 15 años, incluidos 3 de los últimos 5 años.*

Establecido en 2004, el ACI Certification Award, reconoce a las personas y organizaciones que han hecho contribuciones notables al avance de las certificaciones ACI a través de la participación en las áreas generales de desarrollo, mantenimiento, promoción, especificaciones o hacer cumplir los requisitos para los programas de certificación ACI. *Las auto-nominaciones no serán consideradas. El nominado debe ser miembro de ACI.*

Las nominaciones deben presentarse antes del 30 de junio, 2021, para:

Reconocimiento Walter P. Moore, Jr. Faculty Achievement reconoce nuevos miembros de la facultad por su excelencia e innovación en la enseñanza de diseño, materiales o construcción con concreto. El premio honra al fallecido Walter P. Moore Jr., ex miembro de la Junta Directiva de ACI, Fellow del Instituto, Ingeniero Estructural y Educador en Texas. Las auto nominaciones no serán consideradas. El nominado debe ser miembro de ACI y haber enseñado no más de 7 años calendario en todos los puestos de la facultad antes del 1 de enero de 2014.

Las nominaciones deben presentarse antes del 10 de julio, 2021, para:

Reconocimiento Chapter Activities se fundó en 1975 para reconocer el servicio destacado en la promoción y desarrollo de un Capítulo o Capítulos por un miembro de ACI. Se anima a los oficiales de capítulo a enviar formularios de nominación para sus capítulos locales. El nominado debe ser miembro de ACI.

Los formularios de nominación están disponibles en la Sede de ACI y en línea en www.concrete.org/aboutaci/honorsandawards.aspx. Para obtener más información sobre cualquiera de estos reconocimientos o nuevos reconocimientos, póngase en contacto con Rachel Belcher, Coordinadora de Reconocimientos ACI, en Rachel.Belcher@concrete.org.

La traducción de este artículo correspondió a la Sección Guatemala.

Título: Honores y Programas de Reconocimientos ACI 2021.



Traductor y Revisor técnico:
Ing. Xiomara Sapón Roldán

El Equipo del Instituto para Investigación de Daños

Lecciones aprendidas de las implementaciones de campo

por Lucas A. Laughery, Aishwarya Y. Puranam, Christopher L. Segura Jr. y Anahid A.

El Comité 133 de ACI, Reconocimiento de desastres, fue concebido a raíz del Terremoto Chileno 2010, evento que afectó a miles de estructuras. Ese evento causó grandes daños a un estimado de 50 a 100 edificios de Concreto Reforzado (RC) de media y gran altura, incluidos siete que fueron dañados más allá reparación.¹⁻³ Aunque ACI ha tenido una sólida historia de publicación de evaluaciones de desastres (consulte el cuadro de texto: Desastres históricos Examinado en Publicaciones de ACI), el Instituto no tenía mecanismo implementado para desplegar un equipo para investigar e informar sobre lecciones críticas para sus comités técnicos y afiliación. Además, el alcance internacional cada vez mayor del Código de Construcción ACI 318, que ha sido adoptado o referenciado en el código nacional de más de 30 países, incluido Chile,⁴ destacó la necesidad de que los enlaces de ACI estén en el terreno inmediatamente después de un desastre para servir como recurso técnico para ingenieros locales.

Reconociendo estas necesidades, el ex presidente del Comité 318 de ACI, Jack Moehle, consultó con los ex presidentes de ACI José Izquierdo-Encarnación y Luis García sobre la formación de un comité con una directiva de reconocimiento de desastres.

En octubre de 2012, se presentó una propuesta a la Junta Directiva de ACI para establecer y financiar un nuevo comité con los objetivos principales de:

- Proporcionar un mecanismo para evaluar la aplicación de documentos ACI a nivel internacional; y
- Difundir los resultados de la implementación a los comités técnicos de ACI y a través de publicaciones de ACI.⁵

Hasta la fecha, los presidentes del comité resultante, el Comité 133 de ACI, han incluido a Jack Moehle, Ken Elwood, Michael Kreger y Santiago Pujol. Este comité ha involucrado activamente a un grupo diverso de profesionales e investigadores.

Desastres Históricos en las Publicaciones de ACI

Los ingenieros han recopilado datos sobre el desempeño de los edificios después de desastres naturales desde al menos la década de 1920,^{6,7} con algunos datos disponibles en línea de desastres desde el terremoto de Managua de 1931.⁸

Uno de los programas formales más antiguos de reconocimiento posterior a un desastre es el programa Aprendiendo de los Terremotos (Learning from Earthquakes - LFE) del Instituto de Investigación en Ingeniería Sísmica (Earthquake Engineering Research Institute's - EERI), que se estableció en 1973.⁹ Desde su creación, EERI LFE ha recopilado datos después de más de 300 terremotos, y ha compartido sus hallazgos en informes, en artículos de Earthquake Spectra y en un depósito de datos centralizado.¹⁰ Si bien ACI no ha tenido un comité de reconocimiento formal hasta hace poco, los ingenieros estructurales han difundido durante mucho tiempo los hallazgos de sus estudios de reconocimiento de campo de las estructuras de RC a través de las publicaciones periódicas de ACI.



Fig.1: Desastres históricos reportados en publicaciones de ACI (créditos de datos de mapas: Google, INEGI Imagery, NASA, TerraMetrics¹¹)

La Figura 1 presenta las ubicaciones y fechas de 21 terremotos, 10 derrumbes estructurales y dos huracanes cuyos hallazgos de reconocimiento se publicaron en ACI Structural Journal, revista Concrete International y ACI Publicaciones Especiales. Ejemplos de lecciones importantes incluyen:

- 1961 — Basado en observaciones posteriores a terremotos en México (1956, 1957 y 1959), Japón (1923 y 1948) y Chile (1960), De Cossio y Rosenbluth¹² enfatizaron la importancia de un adecuado anclaje del refuerzo en las uniones viga-columna y estrechamente amarres y estribos espaciados para evitar el pandeo del refuerzo longitudinal;
- 1981: Yanev¹³ informó que gran parte de los daños en edificios de baja altura de RC observados en el terremoto M7.8 Miyagi-Ken-Okii de 1978 en Japón se produjeron en edificios con irregularidades torsionales en sus sistemas de resistencia a la fuerza lateral;
- 1982: Lew et al.¹⁴ indicaron que el colapso de un edificio de condominios de cinco pisos en Florida probablemente fue causado por una capacidad insuficiente de corte por perforación en varias de las losas de la estructura;
- 1989 — Basado en observaciones del terremoto de Armenia de 1988, Wyllie¹⁵ reiteró la importancia de considerar adecuadamente la conectividad de los elementos en el sistema estructural de un edificio para lograr la trayectoria de carga prevista; y
- 1997 — Hassan y Sozen¹⁶ describieron índices sin unidades que pueden usarse para evaluar la vulnerabilidad de los edificios al daño sísmico, probados usando un grupo de edificios que sufrieron varios niveles de daño durante el Terremoto de Erzincan, Turquía de 1992.

Actividades de Reconocimiento ACI

La decisión de desplegar un equipo de reconocimiento ACI se basa en varios factores, que incluyen:

- Informes iniciales de daños estructurales;
- Potencial de impactos a los estándares de ACI, así como a las comunidades de construcción e ingeniería;
- Accesibilidad y seguridad del sitio / regional; y
- Coordinación con otras agencias y universidades.

La Figura 2 muestra 14 eventos que el Comité de ACI 133 ha considerado para su despliegue, incluidos ocho terremotos, un incendio estructural, un incendio forestal, la falla de una presa, un tornado, el colapso de un edificio y el colapso de un puente. Hasta la fecha, se ha desplegado un equipo de ACI para investigar seis terremotos, el colapso de un puente y un incendio forestal. Las descripciones de estas implementaciones, incluidas las referencias a los informes de reconocimiento y los datos recopilados, se proporcionan en el siguiente texto.

En la Tabla 1 se proporciona un resumen de los enlaces de datos y los recuentos de las estructuras encuestadas. Para los terremotos, los equipos han recopilado las coordenadas y direcciones de los edificios, los bocetos de planos de planta aproximados, las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales, y fotografías y notas sobre la ubicación y la gravedad del daño a estos elementos. En algunos casos, a los equipos también se les han proporcionado direcciones de los edificios, los bocetos de planos de planta aproximados, las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales, y fotografías y notas sobre la ubicación y la gravedad del daño a estos elementos. En algunos casos, a los equipos también se les han proporcionado diseños arquitectónicos formales, dibujos estructurales y modelos de análisis estructural. Además, los equipos han recopilado datos para estructuras con varios niveles de daño en lugar de solo para las estructuras más dañadas. Para desastres distintos de los terremotos, aún no se ha establecido un proceso de recopilación de datos estandarizado; en consecuencia, los planes de recopilación de datos se realizan antes de cada implementación.

Terremotos de Nepal de 2015

Dos grandes terremotos ocurrieron en Nepal en 2015: un momento de magnitud (Mw) 7.8 el 25 de abril, y un Mw 7.3 el 12 de mayo. Estos terremotos fueron seguidos por más de 400 réplicas con magnitudes mayores a 4.0. Aproximadamente 500,000 edificios fueron destruidos y más de 250,000 edificios sufrieron daños durante los terremotos y sus réplicas.¹⁷



Fig. 2: Eventos evaluados para el despliegue del Comité 133 de ACI. Los marcadores verdes indican que se desplegó un equipo de reconocimiento ACI. Los marcadores morados indican que no se desplegó ningún equipo (créditos de mapas: Google, INEGI Imagery, NASA, TerraMetrics¹¹)

Tabla 1

Resumen de las implementaciones del Comité 133 de ACI

Eventos	Enlace de Datos	Estructuras
Terremoto de Nepal 2015	www.datacenterhub.org/resources/238	146 Edificios de poca altura
	www.datacenterhub.org/resources/242	30 Edificios de gran altura
Terremoto de Taiwán 2016	www.datacenterhub.org/resources/14098	130 Edificios
Terremoto de Ecuador 2016	www.datacenterhub.org/resources/14160	173 Edificios
Terremoto de México 2017	www.datacenterhub.org/resources/14746	125 Edificios
Terremoto de Pohang 2017	www.datacenterhub.org/resources/14728	75 Edificios
Colapso del Puente Chirajara 2018	N/A	1 Edificios
Fuego Forestal 2018	N/A	36 Edificios
Terremoto de Albania de 2019	N/A	55 Edificios
Total = 770 edificios + 1 puente		

A mediados de junio de 2015, el Comité 133 de ACI desplegó un equipo para inspeccionar los edificios de CR en la capital de Nepal, Katmandú. Junto con 17 ingenieros civiles voluntarios del gobierno local y la industria privada, el equipo encuestó y recopiló datos para edificios RC de baja y alta altura. En general, los edificios de poca altura (menos de ocho pisos) tenían marcos estructurales no diseñados y paredes divisorias de mampostería de ladrillos de arcilla, mientras que los edificios de gran altura (ocho o más pisos) tenían marcos estructurales diseñados y paredes divisorias de mampostería de ladrillos de arcilla.

La Figura 3 muestra daños severos al relleno de mampostería no reforzada en edificios de baja y gran altura.^{18,19} El colapso del primer piso en el edificio de baja altura (izquierda) demuestra la vulnerabilidad de la historia blanda. Se puede encontrar más información sobre el reconocimiento en Shah et al.²⁰

Terremoto de Taiwán 2016

El 6 de febrero de 2016, el Mw 7.8 El terremoto de Meinong ocurrió en Ciudad de Kaohsiung en el sur de Taiwán. Se observaron muchos daños en la Ciudad de Tainan, aproximadamente a 40 km (25 millas) del epicentro.

Los informes sugirieron que la mayoría de las muertes se debieron al colapso de un edificio residencial de 14 pisos. El Comité 133 de ACI desplegó un equipo en marzo de 2016, apoyado en parte por la Fundación Nacional de Ciencias (National Science Foundation - NSF), para unirse a los investigadores Taiwanés del Centro Nacional de Investigación de Ingeniería Sísmica (National Center for Research on Earthquake Engineering- NCREE) para investigar los efectos del terremoto en las estructuras RC. Durante 12 días, se inspeccionaron 119 edificios escolares, residenciales y gubernamentales de poca altura y 11 estructuras de entre 8 y 23 pisos de altura en la Ciudad de Tainan. Además de las técnicas convencionales, los equipos utilizaron drones aéreos para recopilar videos de estructuras. Los miembros del equipo de ACI investigaron la falla de una columna de esquina en un edificio de 14 pisos en la Ciudad de Tainan, y concluyeron que la falla fue el resultado de demandas axiales impuestas por muros RC discontinuos destinados a funcionar como tabiques.²¹ El equipo también llevó a cabo una evaluación de cuatro índices de detección de vulnerabilidad sísmica diferentes, incluido el propuesto por Hassan y Sozen¹⁶ y otro utilizado en ese momento en Taiwán. La Figura 4 muestra los daños que se observaron en columnas en dos edificios diferentes.²²

Terremoto de Ecuador 2016

El 16 de abril de 2016, un terremoto de 7,8 Mw sacudió la costa de Ecuador, provocando graves daños y el colapso de estructuras, particularmente alrededor de la provincia costera de Manabí. Se informaron miles de réplicas en los meses siguientes.



Fig. 3: Edificios dañados en el terremoto de Nepal de 2015: (a) edificio de poca altura (después de la Referencia 18, con licencia CC BY-SA 3.0); y (b) edificio de gran altura (después de la Referencia 19, con licencia CC BY-SA 3.0)



Fig. 4: Daños a columnas en el terremoto de Taiwán de 2016: (a) falla por compresión axial; y (b) falla por corte (después de la Referencia 22, con licencia CC BY-NC SA 4.0)

En julio de 2016, el Comité 133 de ACI desplegó un equipo que, junto con profesores y estudiantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), inspeccionó los edificios de RC durante un período de 8 días. Los edificios tenían una altura de uno a seis pisos. La mayoría de los edificios tenían muros de relleno de mampostería. La Figura 5 muestra ejemplos de daños observados en edificios con estructura de RC.²³

El equipo se centró en la recopilación de datos para evaluar el índice de pared y el índice de columnas de Hassan, medidas de las áreas de la pared y columna del primer

piso normalizadas por el área total del piso que se observó que eran buenos indicadores de laprobabilidad de daños en investigaciones anteriores.¹⁶

Las mediciones del equipo respaldaron la utilidad de estos índices, con frecuencias de daño más pequeñas para valores con índices de pared y columna grandes. Al observar la gran cantidad de edificios con columnas cautivas, el equipo también midió las alturas de las ventanas adyacentes a las columnas y las alturas de piso a piso para ver cómo la proporción de estas dos alturas afectaba la vulnerabilidad al daño.



Fig. 5: Daños causados en dos edificios por el Terremoto de Ecuador de 2016: (a) fallas de corte en muros de relleno de mampostería; y (b) falla por cortante en una columna corta a nivel del suelo por encima de las paredes de relleno (después de la Referencia 23, con licencia CC BY-SA 3.0)

Observaron que, a medida que la relación entre la altura de la ventana y la altura del piso aumentaba más del 20%, había una disminución en la frecuencia de daños graves. Más información sobre el reconocimiento y estos hallazgos está disponible en Villalobos et al.²⁴

Terremoto de Puebla 2017

Dos grandes terremotos ocurrieron en México durante septiembre de 2017: un Mw 8.1 el 7 de septiembre frente a la costa sur de Chiapas y un Mw 7.1 el 19 de septiembre a unos 55 km (34 millas) al sur de la ciudad de Puebla. El segundo evento provocó importantes pérdidas de vidas y daños en la Ciudad de México, incluido el derrumbe de más de 40 edificios.²⁵ A mediados de octubre de 2017, el Comité 133 de ACI desplegó un equipo con apoyo financiero de la NSF. Con la asistencia de profesores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM), el equipo inspeccionó edificios de RC ubicados en la Ciudad de México. La mayoría de los edificios encuestados se construyeron antes de 1985, tenían entre 5 y 10 pisos, estaban compuestos de marcos de RC con relleno de mampostería. La observación más destacada fue que las estructuras afectadas eran demasiado flexibles. Los marcos flexibles de RC sin un refuerzo transversal adecuado carecen de la deformabilidad para hacer frente a las grandes demandas de desplazamiento lateral. Se observó que los muros de relleno continuos desde el nivel hasta el techo aumentan la rigidez y reducen la deriva, pero estos muros rara vez se distribuyen en dos direcciones en el plano del piso. En la mayoría de los casos, el relleno continuo



Fig. 6: Un edificio residencial típico afectado por el terremoto de Puebla de 2017: (a) los marcos de borde orientados perpendicularmente a la calle tenían muros de relleno continuos y no presentaban daños significativos; y (b) los marcos de borde orientados paralelos a la calle tenían muros de relleno y fenestración y exhibían fallas por corte en las columnas del primer piso (después de la Referencia 26, con licencia CC BY-NC-SA 4.0)

estructuras de RC. Junto con investigadores de NCREE, universidades cercanas de Corea del Sur y empresas de ingeniería (consultores estructurales de Chang Minwoo y profesores / estudiantes de la Universidad Nacional de Seúl, el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Ulsan, la Universidad Nacional de Kyungpook, la Universidad de Daegu, la Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Gyeongnam), el equipo documentó tanto los edificios dañados como los no dañados en el transcurso de 6 días. El equipo recopiló las dimensiones de los elementos estructurales para evaluar el Índice de Hassan, así como las irregularidades de rigidez.¹⁶ De los 43 edificios con daño estructural severo o moderado, 36 eran estructuras “piloti”, edificios residenciales de tres a cuatro pisos y un primer piso abierto para estacionamiento. La estructura del primer piso comprendía columnas RC expuestas con un solo hueco de escalera / ascensor de paredes RC. Sobre el primer piso abierto, las estructuras incluían muros de relleno entre las residencias. Arquitectónicamente, esta configuración ofrecía un

amplio estacionamiento cubierto y amortiguación de sonido entre viviendas, pero estructuralmente condujo a condiciones de pisos suaves que demostraron ser vulnerables a temblores sísmicos ya que el primer piso tenía grandes demandas de deriva. Las cámaras de seguridad capturaron un video dramático de las fallas repentinas de las columnas RC en un edificio de apartamentos de este tipo.²⁷ La Figura 7 muestra el daño observado en dos edificios.²⁸

Colapso del Puente Chirajara 2018

El 15 de enero de 2018, la construcción del Puente Chirajara, uno de los 47 puentes en un proyecto colombiano para ampliar la carretera de Bogotá a Villavicencio de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), estaba casi terminada cuando su torre oeste colapsó, cobrando la vida de nueve trabajadores de la construcción. Con la aprobación de ANI, los miembros del Comité 133 de ACI visitaron el sitio del 25 al 26 de enero para recopilar información que pudiera ayudar en el desarrollo de mejoras en las recomendaciones de diseño para estructuras de puentes.

El equipo evaluó las imágenes del colapso (Fig. 8) y realizó inspecciones en el lugar utilizando un telescopio, cámaras y sistemas de aviones no tripulados (Unmanned Aircraft Systems UAS). Una revisión de los dibujos de diseño reveló que la losa de la torre, que aparentemente estaba destinada a actuar como un amarre en la mitad de las torres de soporte en forma de diamante, tenía un refuerzo longitudinal insuficiente para soportar la condición de carga por gravedad estimada en la torre en el momento del colapso. Los hallazgos de la investigación del equipo del Comité 133

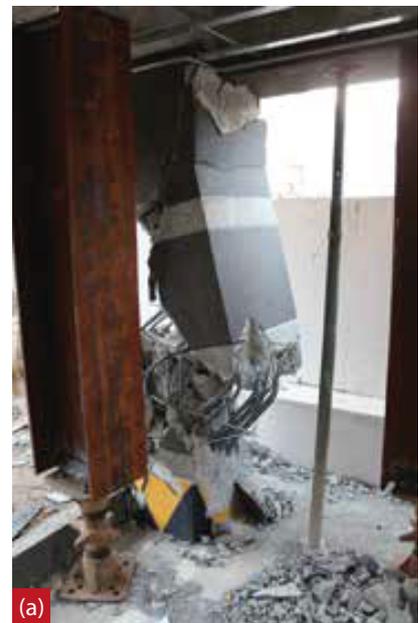


Fig. 7: Daño observado a las estructuras de RC en el terremoto de Pohang de 2017: (a) una columna del primer piso; y (b) un muro estructural en otro edificio (después de la Referencia 28, con licencia CC BY 3.0)



Fig.8: Secuencia de falla de la torre oeste del puente Chirajara (después de la Referencia 29)

de ACI ilustran la importancia de 1) exceder las proporciones mínimas de refuerzo del Código en elementos críticos para permitir la propagación de deformaciones inelásticas, evitando así un comportamiento frágil como resultado de concentraciones de deformaciones; y 2) el proceso de revisión por pares, específicamente para estructuras complejas. Los detalles de la investigación se pueden encontrar en Pujol et al.²⁹

Fuego Forestal 2018

El 8 de noviembre de 2018, Fuego Forestal quemó más de 150,000 acres (60,700 ha) en el condado de Butte, CA, USA., Lo que resultó en la destrucción de casi 19,000 estructuras.^{30,31} El Comité 133 de ACI desplegó dos miembros, uno de los cuales fue apoyado por NSF y el Natural Hazards Center, para recopilar datos sobre la efectividad de los esfuerzos de mitigación de incendios forestales en escuelas y

hospitales, e investigar el desempeño de estructuras de ingeniería en Paradise, CA, USA. El equipo visitó 13 escuelas públicas y autónomas, así como 23 edificios en el campus de Adventist Health en Paradise. Las instalaciones comerciales típicas consistían en estructuras de paredes de mampostería o RC con techos de vigas de acero de calibre ligero. Un ejemplo fue el mercado de Stratton, que colapsó debido al incendio (Fig. 9 (a)).

Desastres Históricos Examinados en Publicaciones de ACI

Década de 20s:

- Ver referencia 6.
- Ver referencia 7.
- Stineman, N.M., "The Cuban Hurricane", ACI Journal Proceedings, V.23, No. 2, febrero de 1927, págs. 290-306.

Década de 60s:

- Ver referencia 12.
- Kunze, W.E.; Sbarounis, J.A.; y Armhein, J.E., "The 27 March Alaskan Earthquake — Effects on Structures in Anchorage", ACI Journal Proceedings, V.62, No.6, junio de 1965, págs. 635-650

Década de 70s:

- Buchhardt, F.; Magiera, G.; Matthees, W.; y Plank, A., "Investigación estructural del colapso de la sala de congresos de Berlín", Concrete International, V.6, No.3, marzo de 1984, págs. 63-68.
- Russell, H.G. y Rowe, T.J., "Collapse of Ramp C", Concrete International, V.7, No.12, diciembre de 1985, págs. 32-37.
- Rosenblueth, E. y Meli, R., "The 1985 Mexico Earthquake", Concrete International, V.8, No.5, mayo de 1986, págs. 23-34.
- "Los terremotos de Superstition Hills", Concrete International, V.10, No.6, junio de 1988, págs. 62-65.

• Yerlici, V.A., "Rendimiento de edificios de hormigón armado en el terremoto rumano del 4 de marzo de 1977", *Concrete International*, V.1, No.9, septiembre de 1979, págs.

Década de 80s:

• Ver referencia 13.

• Spyropoulos, P.J., "Informe sobre los terremotos griegos del 24 al 25 de febrero de 1981", *Concrete International*, V.4, No.2, febrero de 1982, págs. 11-15.

• Ver referencia 14.

• Carino, Nueva Jersey; Leyendecker, E.V.; y Fattal, S.G., "Review of the Skyline Plaza Collapse", *Concrete International*, V.5, No.7, julio de 1983, págs. 35-42.

• Ver referencia 15.

Década de 90s:

• Vecchio, F.J. y Collins, M.P., "Investigating the Collapse of a Warehouse Structure", *Concrete International*, V.12, No.3, marzo de 1990, págs. 72-78.

• Saatcioglu, M., y Bruneau, M., "Performance of Reinforced Concrete Structures during the 1992 Erzincan Earthquake", *Concrete International*, V. 16, No. 9, septiembre de 1994, págs. 51-56.

• Buslov, V.M.; Rowghani, M.; y Weismair, M., "Evaluating Earthquake Damage to Concrete Wharves", *Concrete International*, V. 18, No. 8, agosto 1996, págs. 50-54.

• Ver referencia 16.

• Selby, R.G.; Vecchio, F.J.; y Collins, M.P., "The Failure of an Offshore Platform", *Concrete International*, V. 19, No. 8, agosto de 1997, págs. 28-35.

• Kosa, K.; Kimura, Y.; y Kitahara, H., "Survival of Bridge Foundations after the Great Hanshin Earthquake", *Concrete International*, V.21, No.1, enero de 1999, págs. 43-46.

• Brøndum-Nielsen, T., "Collapse of Danish Prestressed Tanks", *Concrete International*, V.21, No.4, abril 1999, págs. 55-56.

Década de 2000s:

• Pujol, S.; Ramírez, J.; y Sarria, A., " Behavior of Low-Rise Reinforced Concrete Buildings", *Concrete International*, V.22, No.1, enero de 2000, págs. 40-44.

• Tosolt, K.A., "ACI Assists Forensic Study of Terrorist Attack Damage", *Concrete International*, V.23, No. 11, noviembre de 2001, págs. 24-25.

• Saatcioglu, M.; Gardner, Nueva Jersey; y Ghobarah, A., "1999 Turkey Earthquake Performance of RC Structures", *Concrete International*, V.23, No.3, marzo de 2001, págs. 46-56.

• Prakash Rao, D.S., "Shaking Then Collapse of Indian Building... Why?", *Concrete International*, V.24, No.11, noviembre de 2002, págs. 83-87.

• Leon, R.T.; Kam, W.Y. y Pampanin, S., "Performance of Beam-Column Joints in the 2010-2012 Christchurch Earthquakes", SP 269, *Concrete: The Sustainable Material Choice*, E. Lorenz, J. Buffenbarger y C. Aldea, eds., American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, marzo de 2014, págs. 3.1-3.20.

• Ver referencia 20.

• Ver referencia 21.

• Ver referencia 29.



Fig. 9: Restos de edificios destruidos en Camp Fire: (a) Stratton Market; y (b) Escuela Primaria Paradise (fotos cortesía de Erica Fischer)

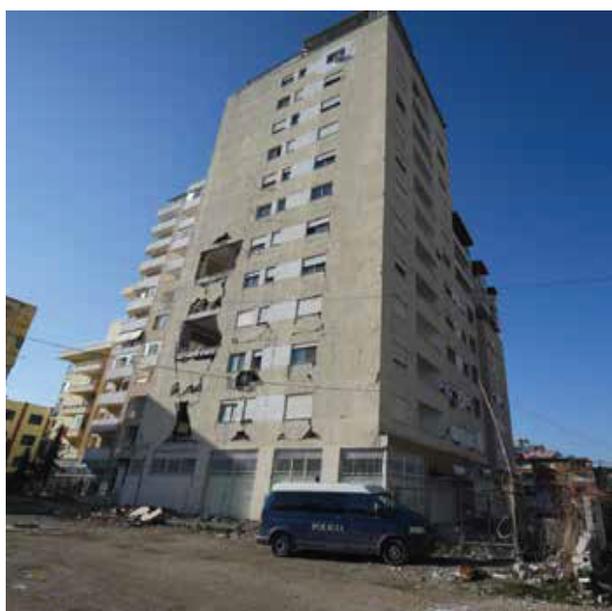


Fig.10: Un edificio de estructura RC de mediana altura dañado en Albania

Un edificio escolar, Paradise Elementary School, tenía columnas de CR y entramado de madera. También colapsó por completo debido al fuego (Fig. 9 (b)). El equipo de ACI también documentó los daños a un edificio residencial de tres pisos con estructura RC. El incendio provocó el pandeo del techo de metal corrugado del edificio, agrietamiento y astillado alrededor del refuerzo de flexión en las vigas del techo de RC, y división vertical y desconchado de las columnas del tercer piso.

Los datos del reconocimiento ahora se están curando y se está preparando un informe para su publicación en la ASCE's Natural Hazards Review. Terremoto de Albania 2019

El 26 de noviembre de 2019, un terremoto de 6,4 Mw sacudió el noroeste de Albania. Este terremoto fue el más fuerte que golpeó a Albania en más de 40 años. Ciudades como Thumanë, Tirana y Durrës sufrieron daños, pero Durrës fue la más afectada con varios derrumbes de edificios. Un día después del evento, el Comité 133 de ACI creó un canal en la plataforma de mensajería de Slack para compartir y discutir noticias dentro del comité, e invitó a miembros que no eran del comité con conocimiento de primera mano a compartir sus observaciones. Los participantes describieron las prácticas de construcción típicas y el código sísmico utilizado en Albania, y proporcionaron estimaciones del número de estructuras afectadas. Sobre la base de esta información y la información recopilada de otras organizaciones como EERI, el Comité 133 de ACI decidió desplegar un equipo en Albania. Los miembros del equipo de ACI se unieron a investigadores de Albania, Croacia y Alemania (Universidad de Epoka, Tirana, Albania; Universidad de Osijek, Osijek, Croacia; y Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, Alemania) para documentar 55 edificios en el transcurso de 4 días en enero de 2020. El equipo examinó los edificios que tenían marcos RC como su principal sistema de resistencia lateral. Todos los edificios incluían muros de relleno de mampostería no reforzada (ladrillos huecos de arcilla) y la mayoría también tenía losas nervadas o reticulares. El daño típico fue la falla en el plano o fuera del plano de las paredes de ladrillos de arcilla huecos no estructurales (Fig. 10). En la mayoría de los casos, los ladrillos de arcilla huecos no estaban conectados al marco RC. El equipo está en el proceso de cargar los datos recopilados y preparar un manuscrito sobre sus hallazgos.

Coordinación Externa

Las experiencias adquiridas a través de las implementaciones del Comité 133 de ACI han ilustrado la importancia de asociarse en el campo con investigadores y organizaciones externos para aprovechar los conjuntos de habilidades fuera del comité de ACI. Por ejemplo, durante su segundo despliegue para estudiar los efectos del terremoto de Puebla en México, los miembros del equipo de ACI unieron fuerzas con investigadores que realizaban escaneo láser terrestre (escaneo LiDAR tridimensional) de varios edificios para evaluar su desplazamiento residual y comparar los desplazamientos con los previstos, utilizando modelos de elementos finitos no lineales.³² Trabajar en equipo con otros investigadores y organizaciones también puede ayudar a maximizar la productividad en el campo y reducir los gastos generales de las organizaciones involucradas.

Los miembros del Comité 133 de ACI están explorando formas de coordinar mejor las implementaciones de campo con las organizaciones gubernamentales (por ejemplo, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias [Federal Emergency Management Agency-FEMA] y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología [National Institute of Standards and Technology-NIST]) que llevan a cabo actividades de reconocimiento en el marco de programas estatutarios como el Programa Nacional de Reducción de Riesgos de Terremotos (National Earthquake Hazards Reduction Program-NEHRP), Programa Nacional de Reducción de Impactos por Tormentas de Viento (National Windstorm Impact Reductions Program-NWIRP) y Equipo Nacional de Seguridad en la Construcción (National Construction Safety Team-NCST).

Desarrollos

A lo largo de ocho despliegues, los miembros del Comité 133 de ACI han desarrollado procedimientos para preparar a los equipos para que ingresen al campo después de desastres importantes. El comité también ha trabajado para estandarizar los documentos de recopilación de datos para describir las características y daños de la edificación.^{20,22,23,26,28} Otras actividades recientes incluyen la implementación de nuevas tecnologías, como UAS y LiDAR, posible gracias a la colaboración de Investigación de Riesgos Naturales en Ingeniería e Infraestructura (Natural Hazards Engineering Research Infrastructure (NHRI)) instalaciones (comúnmente llamada Instalación RAPID: <https://rapid.designsafe-ci.org>).

CEI Comité 133 de ACI también ha estado explorando esfuerzos para simplificar el procesamiento posterior de los datos recopilados en el campo. Uno de esos esfuerzos implica el uso de la visión artificial para automatizar la detección de daños estructurales en imágenes posteriores al desastre.³³ El Comité 133 de ACI continúa buscando miembros y socios interesados en avanzar en los enfoques utilizados para la recopilación de datos y la evaluación de los datos de daños estructurales de RC para informar la evolución de las publicaciones técnicas de ACI y su uso en todo el mundo.

Conclusiones

Desde su concepción en 2013, el Comité 133 de ACI ha desplegado equipos de reconocimiento en ocho áreas afectadas por desastres. Los miembros han examinado más de 700 edificios y un puente, recopilando datos tanto cualitativos como cuantitativos (Tabla 1). Durante este tiempo, el comité ha simplificado sus procedimientos operativos, ha incorporado nuevas tecnologías y ha recopilado datos valiosos. Los primeros despliegues se centraron en el reconocimiento de edificios RC afectados por terremotos. Debido a que estos desastres afectan grandes regiones con cientos o miles de edificios, brindan oportunidades para recopilar datos de rendimiento de edificios en un amplio espectro de configuraciones de edificios y niveles de daños. Los datos obtenidos de estos despliegues han respaldado las medidas propuestas anteriormente para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estructuras,¹⁶ y han proporcionado nueva información valiosa sobre otros aspectos del comportamiento de RC durante los terremotos. También han mostrado los méritos de trabajar en estrecha colaboración con investigadores locales y entidades gubernamentales, los méritos del despliegue previo del "reconocimiento digital" para maximizar la productividad en el campo y la utilidad de los UAS para inspeccionar grandes áreas o áreas con acceso seguro limitado. Más recientemente, el comité ha comenzado a desplegarse después de otros desastres, incluido el colapso de un puente y un incendio forestal. Estos despliegues han demostrado al comité diferentes necesidades de recopilación de datos después de desastres que no fueron terremotos. Se anima a los lectores interesados a asistir a las reuniones del Comité 133 de ACI en las Convenciones de ACI y/o solicitar su membresía.

Agradecimientos

El apoyo para las actividades de despliegue discuti-

aquí fue proporcionado por NSF a través de: CMMI # 1637163 y 1637169 (Terremoto de Meinong); CMMI # 1810870, 1810876, 1810899, 1810907 y 1811084 (terremoto de Puebla); y CMMI # 1917298 y 1917316 (Camp Fire). También agradecemos a los presidentes de los comités que han dirigido el Comité 133 de ACI desde su inicio: Jack Moehle, Ken Elwood, Michael Kreger y Santiago Pujol. También agradecemos al comité mayor por sus contribuciones y trabajo en las implementaciones, y al personal de ACI por su continuo apoyo.

Descargo de Responsabilidades

Es posible que se haya utilizado software comercial en la preparación de la información que contribuye a este artículo. La identificación de este software no pretende implicar recomendación o respaldo por parte de los autores o sus instituciones y agencias, ni pretende implicar que dicho software sea necesariamente el mejor disponible para tal fin.

Referencias

1. Massone, L.M.; Bonelli, P.; Lagos, R.; Lüders, C.; Moehle, J.; y Wallace, J.W., "Seismic Design and Construction Practices for RC Structural Wall Buildings", *Earthquake Spectra*, V.28, No. S1, junio 2012, págs. S245-S256.
2. Westenek, B.; de la Llera, J.C.; Besa, J.J.; Jüne-mann, R.; Moehle, J.; Lüders, C.; Inaudi, J.A.; Elwood, K.J.; y Hwang, S., "Response of Reinforced Concrete Buildings in Concepción during the Maule Earthquake", *Earthquake Spectra*, V.28, No. S1, junio de 2012, págs. S257-S280
3. Song, C.; Pujol, S.; and Lepage, A., "The Collapse of the Alto Río Building during the 27 February 2010 Maule, Chile, Earthquake", *Earthquake Spectra*, V. 28, No. S1, junio 2012, págs. S301-S334.
4. Awad, K.W., "News Detail: ACI and the World," 1 de junio, 2017. www.concrete.org/news/newsdetail.aspx?f=51700829.
5. Moehle, J.P., comunicación personal, 14 de marzo de 2019.
6. Hadley, H.M., "How Structures Withstood the Japanese Earthquake and Fire," *ACI Journal Proceedings*, V.20, No. 2, febrero de 1924, págs. 188-209.
7. Ruble, J.S., "The Earthquake in Japan", *ACI Journal Proceedings*, V. 20, No. 2, febrero de 1924, págs. 210-220.
8. Sozen, M.; Pujol, S.; Irfanoglu, A.; Sim, C.; Puranam, A.; Laughery, L.; Seung, S.; Nelson, M; and Usta, M., "Earthquake Reconnaissance Slides by Drs. Mete A. Sozen and Nathan M. Newmark", 14 de julio de 2015. www.datacenterhub.org/resources/240.
9. "Learning from Earthquakes", Earthquake Engineering Research Institute, 2020a. www.eeri.org/projects/learning-from-earthquakes-lfe.
10. "Learning from Earthquakes Reconnaissance Archive", Earthquake Engineering Research Institute, 2020b. www.learningfromearthquakes.org/archive/table-view.
11. Map Data: Google, INEGI Imagery, NASA, TerraMetrics, Google Earth Map, 2020.
12. de Cossio, R.D., and Rosenblueth, E., "Reinforced Concrete Failures during Earthquakes", *ACI Journal Proceedings*, V. 58, No. 11, noviembre de 1961, págs. 571-590.
13. Yanev, P.I., "Effects of the Miyagi-Ken-Oki Earthquake on Reinforced Concrete Structures", *Concrete International*, V. 3, No. 11, noviembre de 1981, págs. 42-48.
14. Lew, H.S.; Carino, N.J.; and Fattal, S.G., "Cause of the Condominium Collapse in Cocoa Beach, Florida", *Concrete International*, V.4, No.8, agosto de 1982, págs. 64-73.
15. Wyllie Jr., L.A., "Lessons from the Armenian Earthquake," *Concrete International*, V. 11, No. 8, agosto de 1989, págs. 21-26.
16. Hassan, A.F., and Sozen, M.A., "Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes," *ACI Structural Journal*, V. 94, No. 1, enero-febrero de 1997, págs. 31-39.
17. Wendelbo et al., "The Crisis Response to the Nepal Earthquake: Lessons Learned," *European Institute for Asian Studies*, mayo de 2016, pág. 72.
18. Shah, P.; Pujol, S.; and Puranam, A., "Database on Performance of Low-Rise Reinforced Concrete Buildings in the 2015 Nepal Earthquake," 2015a. www.datacenterhub.org/resources/238.
19. Shah, P.; Pujol, S.; and Puranam, A., "Database on Performance of High-Rise Reinforced Concrete Buildings in the 2015 Nepal Earthquake," 2015b. www.datacenterhub.org/resources/242.
20. Shah, P.; Pujol, S.; Kreger, M.; and Irfanoglu, A., "2015 Nepal Earthquake," *Concrete International*, V. 39, No. 3, marzo de 2017, págs. 42-49.
21. Puranam, A.Y., and Pujol, S., "Investigation of Axial Failure of a Corner Column in a 14-Story Rain-forced Concrete Building", *ACI Structural Journal*, V. 116, No. 1, enero de 2019, págs. 93-101.
22. Purdue University, NCREC, "Performance of Reinforced Concrete Buildings in the 2016 Taiwan (Meinong) Earthquake", 12 de junio de 2016. www.datacenterhub.org/resources/14098.

23. Sim, C.; Villalobos, E.; Smith, J.P.; Rojas, P.; Pujol, S.; Puranam, A.Y.; and Laughery, L., "Performance of Low-Rise Reinforced Concrete Buildings in the 2016 Ecuador Earthquake", 24 de agosto de 2016. www.datacenterhub.org/resources/14160.
24. Villalobos, E.; Sim, C.; Smith-Pardo, J.P.; Rojas, P.; Pujol, S.; and Kreger, M., "April 16, 2016 Ecuador Earthquake Damage Assessment Survey," *Earthquake Spectra*, V. 34, No. 3, marzo de 2018, págs. 1201-1217.
25. Alcocer et al., "Observations about the Seismic Response of RC Buildings in Mexico City", *Earthquake Spectra*, agosto de 2020, pág. 21.
26. Purdue University, "Buildings Surveyed after 2017 Mexico City Earthquakes", 7 junio de 2018. www.datacenterhub.org/resources/14746.
27. 필로티가 뭐길래...3초 만에 뼈대째 꺾인 기둥 / SBS [What's the piloti? Column shattered after 3 seconds / SBS], SBS News, 2017. www.youtube.com/watch?v=WRrhvcZPKvU.
28. Sim, C.; Laughery, L.; Chiou, T.C.; and Weng, P., "2017 Pohang Earthquake—Reinforced Concrete Building Damage Survey", 7 de abril de 2018. www.datacenterhub.org/resources/14728.
29. Pujol, S.; Kreger, M.E.; Monical, J.D.; and Schultz, A.E., "Investigation of the Collapse of the Chirajara Bridge", *Concrete International*, V. 41, No. 6, June 2019, pp. 29-37.
30. Cal Fire: Información sobre incidentos de incendios de campamento, California Department of Forestry and Fire Protection, 2019. www.fire.ca.gov/incidents/2018/11/8/camp-fire.
31. Löw, P., "The Natural Disasters of 2018 in Figures," Munich RE, 1 de agosto de 2019. www.munichre.com/topics-online/en/climate-changeand-natural-disasters/natural-disasters/the-natural-disasters-of-2018-infigures.html.
32. Liao, Y.; Wood, R.L.; Mohammadi, M.E.; Devkota, K.; and Wittich, C.E., "Damage Assessment of a Sixteen Story Building Following the 2017 Central Mexico Earthquake," *Proceedings of 12th Canadian Conference on Earthquake Engineering*, Québec City, QC, Canadá, 17-20 de junio de 2019, pág.7
33. Pantoja, M.; Behrouzi, A.A.; and Fabris, D., "An Introduction to Deep Learning," *Concrete International*, V. 40, No. 9, septiembre de 2018, págs. 35-41.

Seleccionado para el interés del lector por los editores.



Lucas A. Laughery, miembro de ACI, es ingeniero de lanzamiento sénior en SpaceX en Hawthorne, CA, USA. Es miembro de los Comités 123 de ACI, Investigación y Desarrollos Actuales, y 133, Reconocimiento de Desastres, y del Subcomité 445-B de ACI, Corte y Corte Sísmico de Torsión. Recibió su maestría y doctorado en ingeniería civil de la Universidad de Purdue, West Lafayette, IN, USA.



Aishwarya Y. Puranam, miembro de ACI, es profesora asistente en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Taiwán, Taipéi, Taiwán. Es miembro del Comité 133 de ACI, Reconocimiento de desastres. Recibió su BSCE, MSCE y PhD de la Universidad de Purdue. su maestría y doctorado en ingeniería civil de la Universidad de Purdue, West Lafayette, IN, USA.

Christopher L. Segura Jr., miembro de ACI, es un ingeniero estructural de investigación en el Grupo de Ingeniería Sísmica del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. Es miembro de los Comités 133 de ACI, Reconocimiento de desastres 369, Reparación y rehabilitación sísmica; y 374, Diseño sísmico de edificios de hormigón basado en el rendimiento.



Anahid A. Behrouzi, miembro de la ACI, es profesora asistente de ingeniería arquitectónica en la Universidad Estatal Politécnica de California, San Luis Obispo, CA, USA. Es miembro del Comité 133 de ACI, Reconocimiento de Desastres y del Consejo de Becas de la Fundación ACI. Recibió su maestría y doctorado en ingeniería civil de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA.

La traducción de este artículo correspondió a la Sección Noroeste de México.

Título: El Equipo del Instituto para Investigación de Daños.



Traductor: Cristian Silva



Revisor técnico: Ing. Genaro Salinas

Nominación de funcionarios y miembros de la Junta Directiva del ACI para el período 2021-2022

Kopczynski para Presidente, Nanni para Vice Presidente, y cuatro Directores

El candidato a presidente del ACI para el período 2021-2022 es Cary S. Kopczynski, Director General y Director Senior de Cary Kopczynski & Company, Seattle, WA, USA. Si es elegido durante la votación de los miembros, cumpliría un mandato de un año como presidente del ACI a partir de la conclusión de la Convención ACI de Primavera sobre Concreto 2021 y concluye con la finalización de la Convención ACI de Primavera 2022. Kopczynski sucederá a **Jeffrey W. Coleman**, socio principal de The Coleman Law Firm, LLC, Minneapolis, MN, USA. El período de 1 año de Coleman como presidente del ACI y el de 2 años de Kopczynski como vicepresidente del mismo finalizará a la conclusión de la reunión de la Junta Directiva del ACI durante la primavera de 2021.

Antonio Nanni, FACI, Profesor y Director del Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectónica y Medioambiental de la Universidad de Miami, Miami, FL, USA, fue nominado para el puesto de vicepresidente. Si es elegido por los miembros, Nanni ocuparía el puesto vacante que Kopczynski previamente ocupó y comenzaría un período de 2 años como vicepresidente al concluir la Convención ACI de Primavera 2021.

Charles K. Nmai, FACI, Jefe de los Servicios de Ingeniería en el negocio de los Sistemas de Aditivos de Master Builders Solutions USA, Cleveland, OH, USA, es el otro vicepresidente actual. Su período de 2 años comenzó al finalizar la Convención ACI de Primavera 2020 y terminará a la conclusión de la Convención ACI de Primavera 2022.

El Comité de Nominaciones también propuso a cuatro candidatos para formar parte de la Junta Directiva, cada uno de ellos para un período de 3 años que comenzara al concluir la Convención ACI de Primavera 2021.

Ellos son:

• **Michael C. Brown**, Gerente de Ingeniería y Director Técnico Senior, WSP USA, Inc., Herndon, VA, USA;

- **Anthony R. DeCarlo Jr.**, Jefe de Operaciones, TWC Concrete LLC, Cincinnati, OH, USA;
- **John W. Gajda**, Director y Cofundador, MJ2 Consulting, PLLC, Cedar Park, TX, USA; and
- **Kamal H. Khayat**, Profesor de Ingeniería Civil de la Cátedra Vernon y Maralee Jones, Missouri S&T, Rolla, MO, USA.

A la espera de los resultados finales de las elecciones, estos cuatro reemplazarían a los siguientes miembros de la Junta Directiva, cuyos periodos terminarán el próximo año: **Heather J. Brown**, Directora y Profesora del Departamento de Concreto y Administración de la Construcción, Middle Tennessee State University, Murfreesboro, TN, USA; **Mark A. Cheek**, Vicepresidente de The Beta Group, Servicios de Ingeniería y Construcción, Gretna, LA, USA; **Michael J. Paul**, Director de Ingeniería Estructural, Larsen & Landis, Philadelphia, PA, USA; y **Michelle L. Wilson**, Director de Tecnología del Concreto, Portland Cement Association, Skokie, IL, USA.

Los miembros de la Junta Directiva del ACI que continuaran sirviendo durante el 2021-2022 son **Scott M. Anderson**, Vicepresidente y Gerente General, Keystone Structural Concrete, LLC, Houston, TX, USA; **Walter H. Flood IV**, Ingeniero y Gerente de Proyectos, Flood Testing Laboratories, Inc., Chicago, IL, USA; **G. Terry Harris Sr.**, Director de Servicios Técnicos en Concreto para las Américas, GCP Applied Technologies, Cambridge, MA, USA; **Maria G. Juenger**, L.B. (Orador) Profesora en Ingeniería de la Cátedra Meaders y Decano Asociado para la Transformación de la Educación del Postgrado, Escuela de Graduados, Universidad de Texas en Austin, Austin, TX, USA; **Michael E. Kreger**, Presidente de la Cátedra Garry Neil Drummond en Ingeniería Civil, Universidad de Alabama, Tuscaloosa, AL, USA; **Kimberly (Kim) E. Kurtis**, Profesor y Decano Asociado para el Desarrollo y Becas para los Catedráticos en el Colegio de Ingeniería, Instituto de Tecnología de Georgia, Atlanta, GA, USA; **Ishita Manjrekar**, Director Técnico, Sunanda Speciality

Coatings Pvt. Ltd., Mumbai, India; y **W. Jason Weiss**, Miembro distinguido de la Cátedra Miles Lowell y Margaret Watt Edwards en Ingeniería y Director del Centro para la Infraestructura e Investigación del Transporte, Universidad Estatal de Oregón, Corvallis, OR, USA.

Cuando el mandato de Coleman como Presidente del ACI concluya, asumirá automáticamente un puesto en la Junta Directiva del ACI como Expresidente. De esta manera sustituye a **Khaled W. Awad**, Presidente del ACI durante el periodo 2017-2018, quien ya no será uno de los tres expresidentes del ACI que forman parte de la Directiva. Coleman trabajará junto a **David A. Lange**, Presidente del ACI en el periodo 2018-2019, y **Randall W. Poston**, Presidente del ACI del periodo 2019-2020, según lo estipulado en el Reglamento del Instituto.

Los nominados para ser funcionarios y miembros de la Junta Directiva del ACI en 2021-2022 son:

Presidente



Cary S. Kopczynski, F.A.C.I., es el Director General y el Director Senior de Cary Kopczynski & Company (CKC), una galardonada empresa de ingeniería estructural con oficinas en Seattle, WA; San Francisco, CA; Los Ángeles, CA; y Chicago, IL, USA. CKC ha participado en el diseño

de importantes proyectos urbanos en todo Estados Unidos y en otros países. La firma ha ganado más de 60 premios regionales, nacionales e internacionales, y ha sido seleccionada varias veces por Zweig White y por la revista Civil + Structural Engineer como una de las mejores firmas de ingeniería estructural para trabajar.

Kopczynski es un ingeniero civil y estructural con licencia en diferentes estados y un reconocido experto en el diseño de estructuras de concreto reforzado y pos-tensado. Es autor de numerosos artículos en los campos de análisis, diseño y construcción estructural. Actualmente es Vicepresidente del ACI y forma parte de la Junta de Administración de la Fundación ACI. Kopczynski trabajó durante 3 años en la Junta Directiva y en el Comité de Asesoría Financiera del ACI y durante muchos años formó parte del Comité ACI 318, Código para la Construcción con Concreto Estructural, y el Comité Conjunto ACI-ASCE 352, Juntas y conexiones en estructuras monolíticas de concreto. Fue distinguido con la medalla ACI Charles S. Whitney en el 2015 y el premio ACI Alfred E. Lindau en el 2017. Es ex presidente del Capítulo local de Washington del ACI.

Kopczynski ha sido miembro de la Junta Directiva y del Comité Ejecutivo del Instituto de Post-Tensado (PTI). Es miembro Fellow del PTI y ex presidente de la Junta de Asesoramiento Técnico del PTI. Ha servido en los comités del PTI relacionados con el diseño de edificios y el desarrollo profesional.

Kopczynski fue nombrado Miembro Honorario Vitalicio del Instituto de Cables de Refuerzos (WRI) por su trabajo en el avance del uso de cables de refuerzo de alta resistencia para edificios.

La revista ENR lo eligió como uno de sus "25 principales creadores de noticias" tanto en 2007 como en 2016, basándose en el innovador trabajo de CKC en las áreas de barras de refuerzo de alta resistencia y concreto reforzado con fibra de acero (SFRC). Desde entonces, CKC avanzó en el uso del SFRC al implementarlo en los principales edificios de gran altura y continúa siendo pionero en su uso para nuevas aplicaciones.

Kopczynski fue parte de la Junta Directiva de la Fundación de Ingenieros Estructurales de Washington, es expresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Washington (SEAW), es expresidente de su Comité de Educación y durante muchos años participó como instructor en su Programa de Actualización en Ingeniería Estructural. Recibió su título de licenciatura en Ingeniería Civil por la Universidad del Estado de Washington, Pullman, WA, USA, e hizo estudios de postgrado en ingeniería estructural en la Universidad de Washington, Seattle, WA, USA, donde ocasionalmente participa como conferencista invitado.

Candidates for the 2021 Committee on Nominations

Se han seleccionado diez candidatos para elegir los miembros del Comité de Nominaciones. De estos 10, tres serán elegidos durante la votación de los miembros para unirse a los tres expresidentes del Instituto y al vicepresidente senior para conformar un Comité de Nominaciones de siete miembros. Este nuevo Comité de Nominaciones comenzará a deliberar al concluir la Convención ACI de Primavera 2021.

Los tres expresidentes del ACI que forman parte de este comité serán David A. Lange, presidente en 2018, Randall W. Poston, presidente en 2019, y Jeffrey W. Coleman, cuyo mandato de un año como presidente concluirá en la próxima convención de primavera. Como ex presidente por segundo año, Poston será automáticamente el presidente del Comité de Nominaciones. El vicepresidente senior de ACI será Charles K. Nmai.

Este nuevo comité nombrará a los funcionarios del Instituto y a los miembros de la Junta Directiva por períodos que comenzarán al concluir la Convención ACI de Primavera en 2022. El Comité de Nominaciones, elegido anualmente, propone candidatos para estos puestos: Presidente, con mandato de 1 año, un Vicepresidente, con mandato de 2 años, cuatro miembros de la Junta Directiva, cada uno con un mandato de 3 años, y 10 candidatos para el Comité de Nominaciones, todos con mandato de 1 año. Las nominaciones del Comité para el año 2022 deben ser presentadas al Vicepresidente Ejecutivo antes del 1 de agosto de 2021, según lo dispuesto en el Estatuto del Instituto.

Los 10 candidatos para el Comité de Nominaciones son:

- Oscar R. Antommattei, Kiewit Engineering Group, Inc., Englewood, CO, USA,
- Arturo Gaytán Covarrubias, Cemex México, Benito Juárez, Ciudad de México, México,
- Michael C. Forde, La Universidad de Edinburgo, Edinburgo, UK,
- John L. Hausfeld, Baker Concrete Construction, Inc., Monroe, OH, USA,
- Mary Beth D. Hueste, La Universidad Texas A&M, College Station, TX, USA,
- Kimberly Waggle Kramer, Universidad Estatal de Kansas, Manhattan, KS, USA,
- Neven Krstulovic-Opara, Exxonmobil Production, Spring, TX, USA,
- Jan Olek, Universidad Purdue, Lafayette, IN, USA,

- Michael D.A. Thomas, Universidad de New Brunswick, Fredericton, NB, Canadá, y

- Thomas J. Van Dam, Nichols Consulting Engineers, Reno, NV, USA.

Para más información sobre los candidatos para el Comité de Candidaturas 2021, puede consultarse el sitio web de la ACI en www.concrete.org/nominationcommittee.

Vicepresidente



Antonio Nanni, FACI, es profesor y Presidente del Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectónica y Ambiental de la Universidad de Miami, Miami, FL, USA. Ha participado en varios comités del ACI, incluyendo el 318, Código para la Construcción con Concreto

Polímero Reforzado con Fibras, el 549, Productos Cementantes Reforzados esbeltos y Ferrocemento; el Comité Asesor Internacional, y el Comité de Fomento y Divulgación de Códigos y Normas. Nanni también se desempeña como fiduciario de la Fundación ACI. Sus años de servicio en el ACI incluyen su participación en la Junta Directiva, el Comité de Actividades Técnicas, el Comité de Actividades Educativas y el Comité de Asesoría Financiera. El ACI lo ha reconocido por sus numerosas contribuciones con el Premio Joe W. Kelly en el 2018, además recibió el Premio por Actividades de los Capítulos en el 2006 y el Premio Delmar L. Bloem por Servicios Distinguidos en 1999.

Los intereses en materia de investigación de Nanni se centran en los materiales de construcción y su comportamiento estructural y su campo de aplicación, incluida la supervisión y la renovación, con especial atención a la sostenibilidad. Actualmente es Director de la Fundación Nacional de Ciencias del Centro de Investigación Cooperativa Industria/Universidad para la Integración de Compuestos en la Infraestructura (CICI). Es ingeniero profesional licenciado en Italia y en los estados de Florida, Pensilvania, Missouri y Oklahoma.

Durante los últimos 30 años, Nanni ha estudiado el concreto y los sistemas avanzados basados en compuestos como investigador principal en varios proyectos de investigación patrocinados por agen-

cias federales y estatales y por la industria privada. También ha contribuido en proyectos de campo que han sido galardonados por organismos como la Sociedad de Ingeniería de Florida (FES) y el Instituto Internacional de Reparaciones de Concreto (ICRI). Sus investigaciones sobre materiales y estructuras han repercutido en la elaboración de guías, especificaciones y códigos en los Estados Unidos y en el extranjero. Nanni es el Editor en Jefe de la Revista de Materiales en Ingeniería Civil (JMCE) de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) y forma parte del consejo editorial de otras revistas técnicas. Ha asesorado a más de 60 estudiantes de posgrado que cursan maestrías y doctorados y ha publicado extensamente (más de 260 artículos en revistas arbitradas, más de 380 artículos en memorias de conferencias y ha sido coautor de dos libros).

Nanni ha recibido numerosos premios, entre ellos el de Caballero de la Orden de la Estrella de Italia en 2019, otorgado por el Presidente italiano; el Premio de Investigación John B. Scalzi en 2018, otorgado por la Sociedad de Mampostería; el Premio Richard R. Torrens en 2017 de la ASCE por su destacado desempeño como editor del JMCE; el Premio al Servicio Sobresaliente en 2017, otorgado por la Sociedad de Ingeniería de Florida; y el de Miembro Extranjero en 2016, otorgado por la Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Italia.

Junta directiva



Michael C. Brown, FACI, es Gerente Senior de Ingeniería y Director Técnico Senior en la oficina de WSP USA, Inc. en Herndon, VA, USA. Se desempeña como Jefe de Administración de Puentes de los Estados Unidos, puesto en el que realiza la evaluación de las condiciones y la administración de activos de los puentes y las estructuras de transporte, aplicando su amplio conocimiento sobre pruebas en materiales y técnicas de evaluación no destructiva; desarrolla estrategias de mantenimiento preventivo, reparación y rehabilitación; y coordina las pruebas de carga estructural y la supervisión in situ, incluyendo la instrumentación y el análisis de datos.

Brown ha sido un miembro activo del ACI desde 1997 y se convirtió en miembro Fellow del Instituto en 2012. Ha participado en distintos comités del ACI, entre los que se encuentran el Comité de Actividades Técnicas (presidido a partir de 2020); el 222, Corrosión de Metales en el Concreto; el 345, Construcción y Conservación de Puentes (presidido de 2006 hasta

2012); el 365, Predicción de la Vida Útil, el 444, Supervisión e Instrumentación de la Salud Estructural, y en el Comité Conjunto ACI-ASCE 343, Diseño de Puentes de Concreto (presidido de 2016 hasta la fecha), así como también en el Consejo de Investigación del Concreto de la Fundación ACI.

Brown es el Secretario/Segundo Vicepresidente de la Junta Directiva de la Sección ACI de Virginia. Sus contribuciones a los comités permanentes de la Junta de Investigación del Transporte incluyen ser miembro y actual presidente de Preservación de Puentes, miembro y expresidente del Comité de Mantenimiento de Estructuras, y antiguo miembro del Comité de Corrosión (ahora fusionado con el Comité de Mantenimiento de Estructuras). Trabaja en la Administración Federal de Carreteras y en los grupos de trabajo de expertos de la AASHTO centrados en la preservación de puentes.

Desde 1990, Brown ha llevado a cabo la evaluación de las condiciones, la corrosión y la mitigación, mantenimiento, preservación y rehabilitación de puentes en autopistas, edificios de baja y media altura y de estructuras de estacionamientos. Comenzó su carrera como ingeniero de proyectos en una empresa consultora nacional realizando evaluaciones de las condiciones de los edificios y diseños de rehabilitación estructural, de techos y de impermeabilizaciones. Brown fue Director Asociado de Investigación en el Departamento de Transporte de Virginia (VDOT), donde trabajó durante 15 años, gestionando y llevando a cabo investigaciones, proyectos de asistencia técnica y actividades de transferencia de tecnología relacionadas con estructuras de transporte, pavimentos e ingeniería geotécnica en estrecha colaboración con las divisiones y distritos de la oficina central del VDOT. Brown también fue catedrático invitado y profesor adjunto en la Universidad de Virginia, Charlottesville, VA, USA, donde impartió cursos de diseño estructural, materiales y construcción, además asesoró la investigación de postgrado desde 2003 hasta 2017.

Brown obtuvo su licenciatura en ingeniería civil en el Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia (Virginia Tech), Blacksburg, VA, USA, en 1991. Regresó a Virginia Tech en 1997 mediante un programa de prácticas de investigación de posgrado de la Fundación Nacional de Ciencias para obtener una maestría y un doctorado en ingeniería civil, donde completó la investigación sobre el desempeño de los aditivos inhibidores de la corrosión y los tratamientos posteriores para el concreto reforzado y el desempeño en campo y la predicción de la vida útil del refuer-

-zo con recubrimiento epóxico en puentes de concreto. Es un ingeniero profesional con licencia en la comunidad de Virginia.



Anthony R. DeCarlo Jr. es el Director de Operaciones de TWC Concrete LLC, un contratista "llave en mano" en Cincinnati, OH, USA. TWC Concrete es una subsidiaria de Baker Construction Enterprises.

DeCarlo ha trabajado en la industria del concreto por más de 25 años, desde la instalación de concreto en el campo hasta la administración de proyectos multimillonarios de concreto y la dirección de una compañía de producción de concreto comercial e industrial. TWC Concrete principalmente se desempeña en el medio oeste de los Estados Unidos, al este del río Mississippi.

DeCarlo es miembro del Comité Asesor Financiero del ACI y de los Comités 301, Especificaciones para el Concreto Estructural, y el 330, Estacionamientos de Concreto y Pavimentación de Obras. Es Presidente de los Subcomités ACI 301-F, Concreto Arquitectónico - Sección 6, y el 301-L, Construcción de muros Tilt-Up- Sección 12.

DeCarlo es vicepresidente de la Sociedad Americana de Contratistas de Concreto y forma parte de su Junta Directiva. Es un Técnico Certificado por el ACI en Pruebas de Campo - Grado I, Instalador e Inspector de Pos-Tensado Nivel 2 certificado por el Instituto de Pos-tensado, y Constructor Profesional Certificado (CPC) del Instituto Americano de Constructores. Recibió su licenciatura en Administración de la construcción por la Universidad de Cincinnati, Cincinnati, OH, USA.



John W. Gajda, FACI, es Director y Cofundador de MJ2 Consulting, PLLC, de Cedar Park, TX, USA. La experiencia de Gajda abarca las áreas de concreto masivo y propiedades térmicas del concreto, investigación de agrietamientos y formación tardía de etringita.

Por más de 20 años ha trabajado en actividades relacionadas con el concreto masivo, aproximadamente en 1000 proyectos alrededor del mundo.

Gajda es miembro y ex presidente del Comité 207 del ACI, Concreto Masivo y Controlado Térmicamente; es miembro del Comité 301 del ACI, Especificaciones

para Concreto Estructural y presidente del Subcomité 301-H del ACI, Concreto Masivo - Sección 8.

En 2008, fue nombrado "Experto en concreto masivo de nuestro país" por la revista Concrete Construction. Gajda hace presentaciones rutinarias sobre concreto masivo y ha escrito muchos artículos y publicaciones sobre el tema, incluyendo el Concreto Masivo para Edificios y Puentes de la Asociación de Cemento de Portland (PCA). Antes de su trabajo con el concreto masivo, Gajda pasó varios años realizando pruebas no destructivas de estructuras de concreto en todo Norteamérica. También realizó actividades de investigación y desarrollo para la PCA sobre la construcción de cimbras aisladas de concreto y los aspectos ambientales del cemento y el concreto.

Gajda obtuvo su licenciatura en ingeniería cerámica y su maestría en ingeniería de las ciencias de los materiales por la Universidad Estatal de Iowa, Ames, IA, USA, y formó parte del programa de licenciatura simultánea de la universidad. Es ingeniero profesional con licencia en 27 estados y cuatro provincias canadienses.



Kamal H. Khayat, FACI, es Profesor de Ingeniería Civil de la Cátedra Vernon y Maralee Jones en Missouri S&T, Rolla, MO, USA. Es Director del Centro para Estudios de Ingeniería de Infraestructuras en Missouri S&T y ex-Director del

Centro Universitario de Transporte para la Investigación de Aplicaciones de Concreto para el Transporte Sostenible Sostenible (RE-CAST) y del Centro Nacional para la Infraestructura y Seguridad del Transporte. Entre 1990 y 2011, fue profesor de ingeniería civil en la Universidad de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canadá.

Khayat ha realizado una labor pionera en el campo de la reología de los materiales a base de cemento y de concreto auto-compactable. Otros intereses de investigación incluyen el concreto de alto comportamiento, los compuestos reforzados con fibras, la rehabilitación de infraestructuras, el concreto Subacuático y el grouting. Es autor y coautor de más de 450 documentos técnicos y recientemente fue incluido por Elsevier en la lista de las 150 personas más citadas en la ingeniería civil del mundo.

Khayat participa activamente en varios comités del ACI, entre ellos el Comité de Actividades Técnicas y el Consejo Editorial del Journal de Materiales del ACI. Es miembro de los comités técnicos de la Junta de Investigación del Transporte (TRB) y de la RILEM,

y formó parte del Comité Asesor de Desarrollo para la RILEM en calidad de Representante de América del Norte. Ha presidido y copresidido varias conferencias internacionales, entre ellas la Conferencia Gordon sobre Investigación 2020 (Ventura, CA, USA); SCC2016 (Washington, DC, USA); SCC2010 (Montreal, QC, Canadá); SCC2018, 2014, 2009, y 2005 (China); y Avances en HPC en el Medio Oriente 2008 y 2009 (Emiratos Árabes Unidos).

Khayat ha recibido numerosos premios por parte del ACI, incluyendo el premio Robert E. Philleo de la Fundación ACI en 2020, la medalla ACI Wason en 2018 por el Trabajo Más Meritorio, el premio Jean-Claude Roumain a la Innovación en Concreto de la Fundación ACI en 2017 y la medalla ACI Arthur R. Anderson en 2015. También es Miembro Fellow de RILEM.

En 1982 obtuvo la licenciatura en ingeniería civil, en 1984 la maestría en ingeniería y administración de la construcción, en 1985 estudio la maestría en ingeniería estructural y en 1989 el doctorado en ingeniería civil en la Universidad de California, Berkeley, Berkeley, CA, USA.

La traducción de este artículo correspondió a la Sección Noreste de México.

Título: Nominación de funcionarios y miembros de la Junta Directiva del ACI para el periodo 2021-2022



Traductor: Lic. Iliana M Garza Gutiérrez



Revisor técnico: Ing. Alejandro Narro

Resistencia a la compresión de núcleos y cumplimiento de especificaciones

El invierno pasado, colocamos vigas de concreto para un edificio industrial. Un técnico del laboratorio de ensayos del propietario tomó cilindros de prueba, pero los dejó desprotegidos en clima frío durante una semana. A los 28 días, la resistencia a la compresión promedio del cilindro fue de 19.0 MPa (2750 psi).

Debido a que estaba muy por debajo de la resistencia f'_c especificada de 41.4 MPa (6000 psi), el ingeniero requirió que se tomaran tres núcleos para evaluar la resistencia del concreto en el sitio. Las resistencias a la compresión del núcleo individual fueron de 34.1 MPa (4940 psi), 34.3 MPa (4970 psi) y 37.0 MPa (5370 psi), lo que resultó en una resistencia promedio de 35.1 MPa (5090 psi) (84,8% de f'_c). El ingeniero rechazó el concreto con base en el Código ACI 318-19, que requiere que la resistencia promedio del núcleo sea igual que el 85% de la resistencia especificada. En este caso, $0.85f'_c = 35.2$ MPa (5100 psi), entonces, ¿no es lo suficientemente cercana la resistencia promedio del núcleo de 35.1 MPa (5090 psi)? El ACI 318-19, en la sección 26.12.6.1(e), establece: "El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado cuando se cumplen (1) y (2):

- (1) El promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f'_c .
- (2) Ningún núcleo tiene una resistencia inferior del 75 por ciento de f'_c "

La sección 26.12.6.1(f) del Código también establece que: "Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona"

La publicación NRMCA No. 185, "Comprensión de las pruebas de núcleos de concreto"², proporciona una metodología para evaluar resultados de núcleos erráticos utilizando la norma ASTM E178, "Práctica normalizada para el manejo de observaciones atípicas". Basado en este análisis, las pruebas de núcleos de 34.1 MPa (4940 psi), 34.3 MPa (4970 psi) y 37.0 MPa (5370 psi) no son resultados de ensayos erráticos.

Por lo tanto, los resultados reportados de los ensayos de los núcleos deberían utilizarse en el análisis de 34.1 MPa (4940 psi), 34.3 MPa (4970 psi) y 37.0 MPa (5370 psi) no son resultados de ensayos erráticos. Por lo tanto, los resultados reportados de los ensayos de los núcleos deberían utilizarse en el análisis.

La norma ASTM C39/C39M, "Método de ensayo normalizado para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto", requiere que la resistencia a la compresión calculada se reporte a los 0.1 MPa (10 psi) más cercanos. Para un nivel de resistencia de 34.5 MPa (5000 psi), el 0.1 MPa (10 psi) representa 0.2%. Sin embargo, el redondeo requerido podría resultar en un valor mayor o menor.

El Manual del Comité Técnico de ACI (ACI TCM-20)³ proporciona orientación sobre el punto decimal y las tolerancias implícitas en la Sección 11.6.7: "Si las tolerancias no se establecen explícitamente, las tolerancias están implícitas en la forma en que se escribe el límite. Por ejemplo, si una temperatura se especifica en 23 °C, según las reglas de redondeo, cualquier temperatura entre 22,5 °C y 23,5 °C se redondeará a 23 °C y cumplirá este requisito. Sin embargo, si la temperatura se especifica como 23,0 °C, entonces el rango permitido es de 22,95 °C a 23,05 °C. Si un límite numérico se da como un número entero, la tolerancia implícita es ± 0.5 , si se da un límite al 0.1 más cercano, la tolerancia implícita es ± 0.05 y así sucesivamente. Estos principios se deben tomar en cuenta cuando se utilizan puntos decimales en límites numéricos"

Basado en ACI TCM-20 y la forma en que el Código expresa el valor especificado como 85%, cualquier valor superior al 84,5% se debe considerar dentro del cumplimiento de la especificación.

Finalmente, la norma ASTM E29, "Práctica normalizada para usar dígitos significativos en datos de ensayo para determinar la conformidad con especificaciones", tiene el propósito de utilizarse para deter-

minar el cumplimiento de las especificaciones. El método de redondeo descrito en esta norma también indicaría que un resultado de ensayo de núcleo promedio de 84.8% satisface el 85% requerido por el Código.

Referencias

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 pp.
2. Suprenant, B.A., "Understanding Concrete Core Testing," NRMCA Publication No. 185, National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, 19 pp.
3. ACI Technical Activities Committee, "Technical Committee Manual (ACI TCM-20)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 72 pp.

Nota: La información adicional de las normas discutidas en este artículo se pueden encontrar en www.astm.org.

Gracias a Bruce Suprenant, ASCC, St. Louis, MO, USA, por proveer la respuesta a esta pregunta.

La traducción de este artículo correspondió a la Sección Costa Rica.

Título: P&R Resistencia a la compresión de núcleos y cumplimiento de especificaciones



Traductor y Revisor técnico:
Guillermo González Beltrán



CONCRETO

LATINOAMÉRICA

