

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

VOLUMEN V | NÚMERO 9 | SEPTIEMBRE 2024

aniversario

2020
2024



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.

Representantes de los Capítulos ACI de Latinoamérica:

Argentina

Dr. Raúl Bertero

Colombia

Dra. Nancy Torres Castellanos
Dr. Fabián Augusto Lamus Báez

Costa Rica

Ing. Minor Murillo Chacón

Ecuador Centro y Sur

Ing. MSc. Santiago Vélez Guayasamín

Guatemala

Ing. Luis Alvarez Valencia
Ing. Xiomara Sapón Roldán

México Noreste

Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres

México Noroeste

Ing. Óscar Ramírez Arvizu

México Centro y Sur

Ing. José Alfredo Rodríguez Campos

México Sureste

Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala

República Dominicana

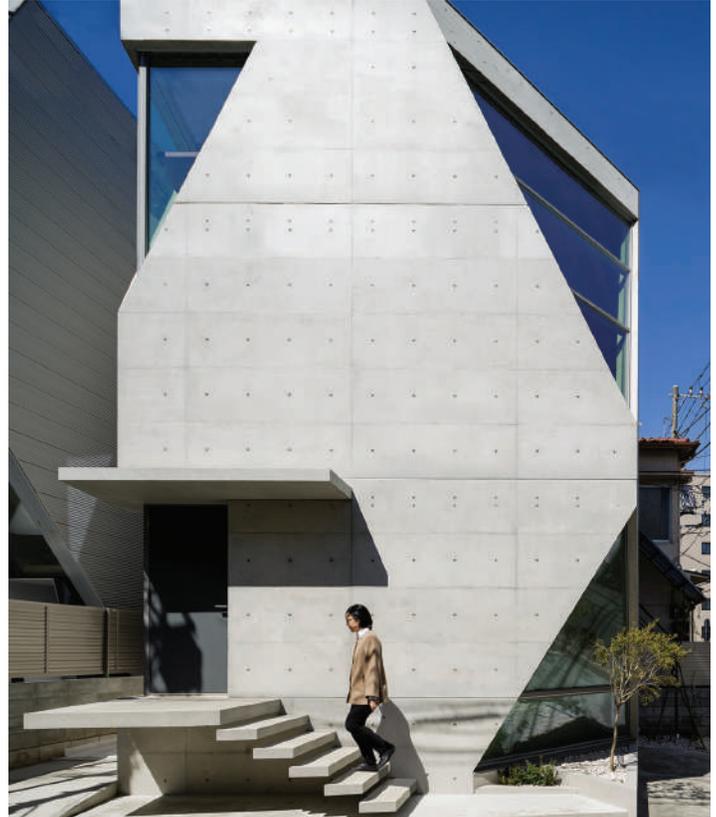
Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez

Perú

Ing. Julio Antonio Higashi Luy

Puerto Rico

Ing. Anabel N. Merejildo



Proyecto R-Torso-C.

Ganador Absoluto del reconocimiento a la Excelencia a la Construcción con Concreto del ACI en 2017. Esta casa construida con concreto estructural está ubicada en el centro de Tokio en Japón y se construyó en un área de 66 m² (710 ft²). Los propietarios son una pareja que comparten una gran pasión por la arquitectura y el arte quienes querían una casa con materiales, métodos constructivos y acabados únicos. Por su ubicación, el desarrollo vertical fue un requisito dada la alta densidad residencial de la zona y el concreto jugó un papel muy importante en su desarrollo por su aporte estructural e impecable acabado aparente muy agradable a la vista. El diseño espacial final se obtuvo después de elaborar múltiples modelos 3-D. Proyecto sugerido para su reconocimiento por el Instituto del Concreto de Japón, asociado del ACI. (Más información en el artículo 1 de ésta revista y en la revista Concrete International November 2017, página 19)

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 en la revista Concrete International correspondiente al mes de Septiembre del 2024. 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 Concreto Latinoamérica en español, están protegidos por las leyes de Derechos de autor y propiedad industrial, tanto nacionales como internacionales.

COMITÉ EDITORIAL

Cualquier asunto relacionado con la publicación contactarse a :
Correo: concretolatam@gmail.com
Tel: +52 81 2146 4907

Presidente del Comité Editorial:

Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI.(2022-2024)

Editor en Jefe:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editores Asociados:

Dr. Lucio Guillermo López Yépez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Francisco René Vázquez Leal

Asesor Técnico:

Dr. Alejandro Durán Herrera

Traducción:

Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Comité de Artículos Originales

Ing. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Thyssen Won Chang

Revisión Editorial:

Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Administración y Logística:

Lic. Ana Durán Herrera

Dirección Creativa:

MDG. Rosa Otilia Armendariz Solís

Diseño Gráfico:

LDI. Hannia Annett Molina Frías
LDG. Anakaren Lozano González

"Agradecemos el apoyo a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su colaboración en el diseño editorial de la revista".

Diseño Editorial: Comunicación e Imagen Institucional FIC-UANL

REVISORES EDITORIALES

En este número, el Comité Editorial agradece la colaboración como Revisores Editoriales a:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez
Dr. Lucio Guillermo López Yépez

Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Francisco René Vázquez Leal



¡Únete hoy!

Conoce tu capítulo local ACI
300+ Capítulos profesionales y estudiantiles
www.concrete.org



CONTENIDO

E | **4° Aniversario de la Revista Digital Concreto Latinoamérica**

1 | **Celebrando una Década de los Ganadores Absolutos a la Excelencia**

2 | **De la Pasión a la Profesión**
El inspirador viaje del becario de Oriente Medio y África del Norte, Habibelrahman Hassan.

3 | **Sistema de Clasificación en los Estados Unidos para el carbono incorporado en el concreto**
Por Fragkoulis Kanavaris, Matthew Munro y Luca Montanari

4 | **Subvenciones de EPA apoyan la producción sostenible de materiales de construcción en EE. UU.**

5 | **Nueva Tecnología para el Diseño de Cimentaciones de Puentes**
Por Aram Kalousdian

6 | **Construcción del Pabellón Oceánico de Seattle**
Un uso innovador del diseño y la construcción virtual para crear encofrado secuencial personalizado

7 | **Novedades en Tecnología. El control automatizado de las máquinas ayuda en la precisión de un proyecto y a reducir los residuos**
Una forma en que los profesionales de la construcción pueden mantener la eficiencia y seguridad en las obras

8 | **Novedades en Tecnología. Caso de Estudio: Renovación de un Piso de Garaje**
Uso de la hidrodemolición para restaurar un piso deteriorado

9 | **Novedades en Tecnología. Discusión Adicional sobre Mezclas de Concreto de Bajo Carbono**

10 | **¿Quiénes somos y qué hacemos? Capítulo Perú invita a la XVI Convección Internacional**

CONVOCATORIA

CONCRETO LATINOAMÉRICA

¿Publicar tus artículos de investigación y casos de estudio en nuestra revista?

¡Es muy fácil!

Descarga la Guía de Publicación



¡Escanea para conocer los requisitos!

Llena la Carta de Solicitud



¡Escanea para completar tus datos!

Una vez lista tu solicitud, fírmala y envíala a la Revista Concreto Latinoamérica a través del correo concretolatam@gmail.com

Tu solicitud y artículo serán evaluados para su publicación.

E

4° Aniversario de la Revista Digital Concreto Latinoamérica

Cuando se siembra, protege y cuida un árbol, prácticamente sin darnos cuenta éste va creciendo y desarrollándose de manera continua e ininterrumpida, y su crecimiento no es visible en el día a día, pero si lo vemos después de un tiempo relativamente largo, podemos observar cuánto se ha desarrollado y fortalecido.

Al hacer hoy esa pausa para ver el desarrollo que en los últimos 4 años ha tenido nuestro árbol llamado Revista Digital Concreto Latinoamérica, no dejamos de sorprendernos y sentirnos profundamente satisfechos y orgullosos con los resultados.

Esa semilla que desde mucho tiempo atrás teníamos intención de plantar, hoy tiene ya cuatro años de continuo crecimiento y sus frutos ya empiezan a darse a conocer y a notar.

Con este número que tienes en tus manos estamos completando ya 4 años ininterrumpidos de publicarla, cuatro años en que, gracias al esfuerzo y colaboración de los 13 Capítulos del ACI de Latinoamérica, hemos podido cumplir con la misión de difundir el conocimiento y la tecnología del concreto contenida en los artículos de la revista *Concrete International del ACI*.

Este esfuerzo ha permitido que se hayan publicado ya 244 artículos técnicos que originalmente se escribieron en inglés y que hoy están al alcance de nuestras comunidades y grupos de interés en su propio idioma.

El apoyo de los 13 Capítulos Latinoamericanos no ha sido menor. Cada Capítulo ha colaborado con múltiples artículos traducidos y que a lo largo de 4 años se han distribuido como se muestra en la Tabla 1.

Hemos sentado además un ejemplo para que otros grupos dentro del propio ACI inicien con trabajos similares en otros idiomas, facilitando así la difusión del conocimiento en todo el planeta.

El impacto que hasta hoy tiene nuestra publicación es ya muy interesante.

Como saben, hace un poco más de un año modificamos el medio de difundir la revista para poder usar una plataforma digital (Heyzine.com) que nos permitiera conocer el impacto generado.

Buscábamos saber cuántos consultan los distintos números de la revista y desde dónde lo hacen.

Esta plataforma nos permite hoy saber que a partir del número de junio de 2023 y hasta el de agosto de 2024, los distintos números de la revista acumulan un total de 18,339 visualizaciones (Al 3 de septiembre de 2024).

Nos han visto en diversos lugares del mundo, pasando por México (más de 4,500 vistas), Guatemala (casi 2,000 vistas), Perú (1,800 vistas), Colombia (1,400 vistas), Estados Unidos (1,400 vistas), principalmente.

También tenemos visualizaciones en menor número en Costa Rica, Ecuador, Panamá, El Salvador, Antigua y Barbados, Honduras, Belice, Canadá, Argentina, República Dominicana, Países Bajos, Puerto Rico, España, Finlandia, Bolivia, Cuba, Nicaragua, Uruguay, Francia, Emiratos Árabes Unidos, Chile, Austria, Bangladesh, Venezuela, Alemania, Singapur, Corea del Sur, Reino Unido, Brasil, Suecia, República Checa, Bahamas, Saint Barthélemy (Isla Caribeña), Suiza, Paraguay, Malta, Japón, Australia, Bonaire, San Eustaquio y Saba (Caribe Holandés), Bulgaria, Italia, Bermudas, Jordania, Marruecos, Turquía, Aruba, Ucrania, Polinesia Francesa, Israel, Portugal, Polonia, Qatar, Grecia, Irlanda, Noruega, Haití, Kuwait y Jamaica.

Como se puede apreciar, estamos llegando a lugares inimaginables y acercando a esos sitios la tecnología más avanzada de concreto en español. Impresionante.

Tabla 1: Artículos traducidos por los Capítulos Latinoamericanos pertenecientes al ACI.

Capítulos	Número de artículos traducidos
Argentina	13
Costa Rica	20
Colombia	21
Ecuador Centro y Sur	22
Guatemala	10
Noroeste de México	23
Centro y Sur de México	24
Noreste de México	39
Sureste de México	13
Perú	18
Puerto Rico	28
Panamá (Hasta junio de 2023)	3
República Dominicana (Desde 2023)	10
Total	244

Adicionalmente, sabemos que los números más vistos a lo largo de estos 14 meses que tenemos en la plataforma han sido los de agosto de 2023 con 3,314 vistas, septiembre de 2023 con 1,831 y febrero de 2024 con 1,576

Este breve resumen ejemplifica que nuestro granito de arena está contribuyendo en múltiples sitios a construir una industria mejor preparada y con conocimientos y tecnología de vanguardia en el tema del concreto.

Muchas gracias a todos y cada uno de los Capítulos por su apoyo y constancia en este esfuerzo.

Gracias a quienes han hecho el trabajo duro de traducir y revisar técnicamente las traducciones; a los estudiantes y miembros de los Capítulos que han hecho este trabajo. Gracias a las mesas directivas y presidentes de los Capítulos por su paciencia y persistencia en apoyar este trabajo y cumplir con los tiempos y formas de las traducciones solicitadas.

Gracias al ACI por su apoyo al proporcionarnos en tiempo y forma el material a traducir mes a mes, y la autorización de realizar este esfuerzo como soporte de las propias actividades del Instituto.

Gracias a la FIC-UANL por su permanente apoyo y la colaboración del área de Diseño, Comunicación e Imagen Institucional de la propia Facultad, que nos da el soporte vital en todo lo relacionado a la edición y elaboración de la revista.

De manera especial muchas gracias a los miembros del Comité Editorial por su semanal apoyo en el trabajo permanente de elaboración y revisión de la revista. Este trabajo no se termina nunca y no tiene pausas, cada mes se repite indefinidamente, y sin su valiosa aportación y su disponibilidad de tiempo, no sería posible lograrlo. El equipo conformado ha sido piedra angular en el logro del objetivo. Gracias a todos.

Gracias a nuestros compañeros del Capítulo Noreste de México que mensualmente nos apoyan en las actividades de revisión editorial y otros aspectos para lograr que la revista sea publicada en tiempo y forma.

Vemos el futuro con entusiasmo y con la ilusión de poco a poco ir incluyendo nuevos proyectos, artículos originales propios, traducciones de otros artículos de diversas publicaciones del propio ACI y de otras fuentes, alianza con organizaciones afines que nos permitan tener más y mejor contenido, etc.

Nuestro árbol plantado hace 4 años empieza a dar frutos buenos y si nos mantenemos firmes en regarlo y cuidarlo, seguramente crecerá fuerte y frondoso en los próximos años, con lo que podremos seguir “siempre avanzando” para continuar esta maravillosa labor de difusión del conocimiento del concreto durante mucho tiempo.

El conocimiento nos da fortaleza y nos permitirá un desarrollo integral. Sigamos promoviéndolo y apoyándolo.

Gracias y felicidades a todos.

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editor en Jefe Comité Editorial

Concreto Latinoamérica



aniversario

**2020
2024**

01

Celebrando una Década de los Ganadores Absolutos a la Excelencia

En su décimo año, los Reconocimientos a la Excelencia en Construcción con Concreto del ACI reconocen los proyectos que van a la vanguardia en la innovación y la tecnología. La Gala de la Excelencia que tiene lugar durante la Convención de Otoño del ACI, expone proyectos que son ejemplos inspirados de excelencia en diseño de concreto y construcción en todo el mundo.

Los Reconocimientos a la Excelencia en Construcción con Concreto se han convertido en un programa de reconocimientos a proyectos internacionales de primera línea. Los proyectos se evalúan y se selecciona a los ganadores en base al mérito arquitectónico y de ingeniería, creatividad, innovación en técnicas o soluciones en la construcción, uso vanguardista de materiales, genialidad, sustentabilidad y resiliencia, así como funcionalidad.

Los pasados ganadores absolutos del reconocimiento a la Excelencia en construcción con concreto del ACI, son:

Ganador Absoluto a la Excelencia 2015

Museo de Civilizaciones de Europa y del Mediterráneo, Marsella, Francia

Nominado por: ACI Capítulo París

Jueces 2015: Ahmad Abdelrazaq, Corina-Maria Aldea, Vivek Gadgil, Steve Lloyd y Brit Probst.

“Este fue un premio bien merecido. La estructura se fusiona con el paisaje circundante de mineral y piedra, presentando una apariencia oculta, cúbica,” dijo Steve Lloyd, Juez 2015.

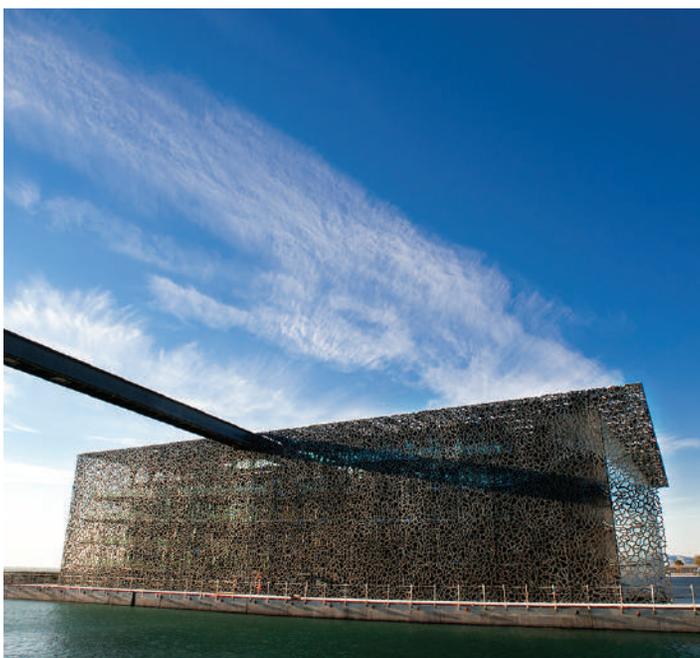
Ganador Absoluto a la Excelencia 2016

Palazzo Italia, Milán, Italia

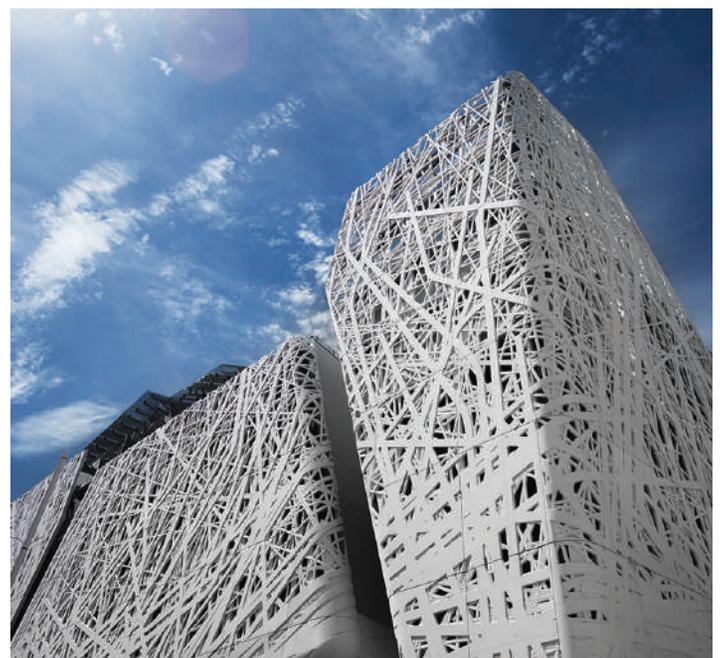
Nominado por: ACI Capítulo Italia

Jueces 2016: Roberto Uribe Afif, Coria-Maria Aldea, Ronald Klemencic, Richard Maimon y Jeff Rodgers.

“Palazzo Italia lleva la aplicación de los materiales cementantes a nuevos límites. La geometría de especial complejidad fue posible gracias a la naturaleza fluida del material que elimina las barreras geométricas tradicionales. Las propiedades fotocatalíticas del nuevo material abren nuevas dimensiones para materiales cementantes captando contaminantes en suspensión y regresándolos a las sales inertes. Palazzo Italia es realmente un punto de inflexión,” dijo Ronald Klemencic, Juez 2016.



Museo de Civilizaciones de Europa y del Mediterráneo



Palazzo Italia

Ganador Absoluto a la Excelencia 2017

R. Torso C, Tokio, Japón

Nominado por: Japan Concrete Institute, Socio del ACI International

Jueces 2017: Corina-María Aldea, James Cornell, William Klorman y David Millar.

“El concreto se utilizó como material principal para una estructura de arquitectura contemporánea. También es un ejemplo de una estructura que no sólo utiliza con éxito materiales y métodos de construcción inigualables, sino que también es extremadamente hermosa,” dijo Corina-María Aldea, Juez 2017.



Ganador Absoluto a la Excelencia 2018

Viaducto sobre el río Almonte, Garrovillas de Alconétar, Cáceres, Extremadura, España

Nominado por: Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE), Socio del ACI International

Jueces 2018: Coria-María Aldea, Dean Browning, Mario Alberto Chiorino, David Millar, Debrethann Cagley Orsak y Anita Sircar.

“La razón por la que elegí el Viaducto Sobre el Río Almonte como el ganador total del reconocimiento, fue por la increíble proeza de ingeniería que se requirió para construirlo en un área aislada a la que es difícil llevar recursos. Hubo problemas y consideraciones ambientales ... y a fin del día terminaron con una espléndida estructura que se adapta al ambiente y que superará las pruebas del tiempo,” dijo David Millar, Juez 2018.



Ganador Absoluto a la Excelencia 2019

Centro Rey Abdulaziz para la Cultura Mundial (ITHRA), Provincia Oriental, Reino de Arabia Saudita

Nominado por: ACI Capítulo Arabia Saudita

Jueces Overall 2019: Tom Sawyer, Anita Sircar y Christopher Westbrook.

“Esta prestigiosa instalación es una nueva y audaz iniciativa de Arabia Saudita para promover el desarrollo cultural dentro del Reino. Este es verdaderamente un referente cultural a nivel regional, nacional y global,” dijo Anita Sircar, Juez Overall 2019.



Ganador Absoluto a la Excelencia 2020

Proyecto de Expansión del Kennedy Center, District of Columbia, Estados Unidos de Norteamérica

Nominado por: ACI Capítulo Capital Nacional

Jueces Overall 2020: Glenn Bell, Maria Kaszynska y Robert Reinders.

“Los contornos, sencillos, impecables y definidos de las diferentes estructuras ocultan el gran cuidado, la precisión y la colaboración exigida a todo el equipo. Desde la conceptualización hasta el diseño y la ejecución, el Proyecto de Expansión del Kennedy Center abarca todas las cualidades de la excelencia que contempló el programa de los reconocimientos,” dijo Glenn Bell, Juez Overall 2020.

Ganador Absoluto a la Excelencia 2021

Paseo Aldilonda Alrededor de la Fortaleza Bastia, Corse-du-Sud, Francia

Nominado por: ACI Capítulo París

Jueces Overall 2020: Anne Ellis, Jonah Hansen y Deborah Hauptmann.

“Este proyecto demuestra un altísimo nivel de conocimiento del concreto como producto. Todas las palancas se jalaban para mitigar los impactos del hostil entorno de las mareas y la fusión arquitectónica con el sitio ya existente, fue realmente extraordinaria,” dijo Anne Ellis, Juez Overall 2021.



Ganador Absoluto a la Excelencia 2022

Chau Chak Wing Museum, Sydney, Nueva Gales del Sur, Australia

Nominado por: Instituto de Concreto de Australia (CIA), Socio del ACI International

Jueces Overall 2022: Stephen Ayers, Emily Guglielmo y Michael Paul

“El señorial y atractivo edificio – icónico e intencionalmente resistente – es una impactante intervención arquitectónica que ofrece el hábil diseño de ingeniería de la estructura de concreto, el diseño de ingeniería creativa de las mezclas de concreto y un firme compromiso con la sostenibilidad” dijo Michael Paul Overall 2022.

Ganador Absoluto a la Excelencia 2023

Quay Quarter Tower, Sydney, Nueva Gales del Sur, Australia

Instituto de Concreto de Australia (CIA), Socio del ACI International

Jueces Overall 2023: Ronald Burg, Han Ay Lie y Roberto Stark.

“La Quay Quarter Tower es un excelente ejemplo de la forma en que podemos reusar un edificio existente y ahorrar recursos naturales. El equipo identificó bien los aspectos importantes a considerar cuando se hace una expansión de una estructura de concreto contemporánea,” dijo Roberto Stark, Juez Overall 2023.





Título original en inglés:
**Celebrating a Decade of
Overall Excellence Winners**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
México Centro y Sur**

Plan para Asistir a la Gala de Reconocimientos

En la noche de los reconocimientos, cientos de asistentes a la Convención de Otoño del ACI se reunirán para caminar por la “alfombra roja”, socializar con algunos de los profesionales de concreto más brillantes del mundo y celebrar el diseño y construcción en concreto más innovadores. Acompáñenos a celebrar 10 años de Excelencia.

Los Reconocimientos de a la Excelencia en Construcción con Concreto del ACI y la Gala tendrá lugar el 4 de noviembre de 2024; es un evento para el que es necesario pagar una cuota de entrada adicional a la Convención. Durante el evento habrá una recepción, cena y presentación de los reconocimientos en el escenario, seguido de una recepción de alfombra roja. Los boletos están disponibles en nuestro registro para la convención en **www.aciconvention.org**.

Todavía hay disponibles oportunidades de patrocinio. Para obtener más información, póngase en contacto con Esther Beery, Coordinadora de Actividades de Capítulo del ACI, en esther.beery@concrete.org.



Traductora:
**Lic. Ana Patricia
García Medina**



Revisora Técnica:
**Ing. Karla Elizabeth
de la Fuente
Monforte**

De la Pasión a la Profesión

El inspirador viaje del becario de Oriente Medio y África del Norte, Habibelrahman Hassan.

Desde muy joven, Habibelrahman Hassan estuvo rodeado por el mundo de la ingeniería civil. Nacido en Egipto y crecido en los Emiratos Árabes Unidos (EAU), su primera inspiración provino de observar a su padre, un gerente de proyectos en el campo. “Ver su pasión por su trabajo y los proyectos que gestionaba fue realmente inspirador”, dijo Hassan. “Incluso en sus días libres, se involucraba en sus proyectos, asegurándose de que todo estuviera en marcha. Ese tipo de dedicación me impactó profundamente”.

Durante la escuela secundaria, Hassan acompañó a su padre en sus visitas a obras, presenciando de primera mano la transformación de los proyectos de construcción. Estas experiencias consolidaron su interés en la ingeniería civil, llevándolo a estudiar una licenciatura en ingeniería civil en la Universidad Americana de Sharjah (AUS), Sharjah, EAU.



Habibelrahman Hassan con la bandera del Capítulo Estudiantil del ACI de la Universidad Americana de Sharjah.

Unirse a un Capítulo Estudiantil del ACI

La participación de Hassan con el ACI comenzó durante su segundo año en la Universidad Americana de Sharjah (AUS). Uno de sus compañeros planeaba iniciar un Capítulo Estudiantil del ACI en la universidad y lo invitó a unirse como parte de la Junta Directiva fundadora. “En ese momento, no tenía mucha experiencia con clubes u organizaciones académicas, sin embargo, el enfoque en la ingeniería civil captó mi interés”, dijo Hassan. “Aplicué, hice mi entrevista y fui seleccionado como Asistente Ejecutivo en la Junta”.

El momento fue oportuno, ya que en el primer evento, realizado en línea debido a la pandemia de COVID-19, contó con la participación de Siham Al Shanti, receptora de la Beca de Oriente Medio y África del Norte de la Fundación ACI 2020-2021. “Escucharla hablar sobre su experiencia y cómo la beca la había ayudado fue increíblemente motivador”, explicó Hassan. “Aunque en ese momento no era elegible para esa beca, la mantuve en mi mente para futuras oportunidades”.

El proceso de aplicación a la beca

Después de completar su licenciatura, Hassan continuó con una maestría en ingeniería civil en la Universidad Americana de Sharjah (AUS). Fue durante este período cuando decidió postularse para la Beca de Oriente Medio y África del Norte de la Fundación ACI. “Desde hace algunos años sabía de la beca y estaba decidido a postularme cuando fuera elegible”, dijo. “El asegurarme de cumplir con todos los requisitos, incluyendo ser estudiante de posgrado durante el período de la beca, fue crucial”.

El proceso de solicitud incluye varias etapas, entre ellas una entrevista en una Convención del ACI. “Viajar a los Estados Unidos para una entrevista fue estresante, pero recordé las palabras de aliento de Siham y confié en mí mismo”, dijo Hassan. Su perseverancia dio frutos cuando fue seleccionado como el receptor de la Beca de la Fundación ACI 2023-2024.

Viviendo la beca: Un viaje de crecimiento

Recibir la beca le abrió numerosas puertas a Hassan. Tuvo acceso a oportunidades exclusivas de *networking*, eventos de la industria y una mentoría invaluable. “La beca ha sido un punto de inflexión para mí”, señaló. “No solo me ha proporcionado apoyo financiero, sino que también me ha

conectado con profesionales y mentores que han guiado mi desarrollo profesional.”

Uno de los aspectos más destacados de la beca fue asistir a la Convención del ACI en los Estados Unidos, donde conoció a otros becarios y líderes de la industria. “Ser parte de la comunidad del ACI es como ser parte de una familia”, dijo Hassan. “El apoyo y el aliento que he recibido han sido increíbles.”

El impacto del ACI y la beca en las aspiraciones profesionales

La participación de Hassan con el ACI ha influido significativamente en sus aspiraciones profesionales. “La beca me ha dado la confianza para seguir mis objetivos y ampliar mis horizontes”, dijo. “He podido explorar nuevas áreas de la ingeniería civil, como la impresión 3D en concreto, que se alinea con mi interés en integrar la tecnología en este campo.”

De cara al futuro, Hassan está entusiasmado. “Me veo continuando mi contribución a la industria de la ingeniería civil a través de soluciones innovadoras y prácticas sostenibles”, compartió. “Esta beca ha establecido una base sólida para mi carrera, y estoy ansioso por construir sobre ella”.

Consejos para aspirantes a ingenieros

Para estudiantes y jóvenes profesionales que consideran una carrera en la industria del concreto y la ingeniería civil, Hassan ofreció este consejo: “Confía en el proceso y mantente comprometido con tus objetivos. Busca oportunidades para aprender y crecer, no tengas miedo de salir de tu zona de confort. Los desafíos que enfrentas solo te harán más fuerte.”

También enfatizó la importancia de la mentoría y el apoyo comunitario. “Rodéate de personas que crean en ti y en tu potencial”, aconsejó. “Su orientación y aliento pueden marcar una gran diferencia”.

El papel de los donantes y mentores

Hassan está profundamente agradecido por el apoyo de los donantes y mentores que han hecho posible su camino. “Su generosidad y creencia en la próxima generación de ingenieros son realmente inspiradoras”, dijo. “Espero poder algún día devolver el favor y apoyar a futuros estudiantes en su búsqueda de la excelencia.”

El futuro con el ACI: Continuando el legado

La conexión de Hassan con el ACI va más allá de la beca. Él imagina un futuro en el que siga involucrado activamente con la organización, contribuyendo a su misión y fomentando el crecimiento de los jóvenes ingenieros. “El ACI ha jugado un papel crucial en mi desarrollo, y quiero seguir siendo parte de esta increíble comunidad”, afirmó.

La Fundación ACI depende del financiamiento de miembros, socios y amigos del ACI. Apoyar a futuros líderes como Habibelrahman es una inversión en el futuro de la industria del concreto.

Para obtener más información sobre las oportunidades de becas y subvenciones de la Fundación ACI, visita www.ACIFoundation.org/scholarships.



Receptores de la Beca de la Fundación ACI en un evento de bienvenida durante la Convención del ACI en Boston, MA, EE.UU. De izquierda a derecha: Bayezid Baten, Colin Boyle, Sarah Al Adgham, Hassan y Paul Acuña.

Título original en inglés:
From Passion to Profession.
The inspiring journey of Middle
East & North Africa Fellowship
Recipient Habibelrahman Hassan

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Perú



Traductor:
**Bach. Ing.
Braveheart Roger
Rojas Ureta**



Revisores Técnicos:
**Ing. Julio Higashi
Luy**



**Ing. Jakelyn Quispe
Vásquez**

03

Sistema de Clasificación en los Estados Unidos para el carbono incorporado en el concreto

Por Fragkoulis Kanavaris, Matthew Munro y Luca Montanari

A medida que las industrias del concreto, del cemento y de la construcción en general en todo el mundo se proponen avanzar hacia las emisiones netas-cero, han surgido muchas tecnologías alternativas del concreto y el cemento con la intención de reducir el carbono incorporado (CI) en el concreto. Los concretos han sido etiquetados como “sostenibles” y “con bajas emisiones de carbono”, y estos términos se han utilizado de forma incoherente en la industria, abriendo vías potenciales para el ‘greenwashing’ (lavado ecológico) y la confusión. Al mismo tiempo, existe una clara necesidad de desarrollar herramientas y políticas que puedan utilizarse en el diseño de estructuras e infraestructuras de concreto, para reducir su huella de carbono. Este artículo presenta un sistema de clasificación del CI.

Concreto sostenible, con bajas emisiones de carbono

En la última década, los términos “concreto con bajas emisiones de carbono” y “sostenible” han cobrado importancia, pero con frecuencia se han aplicado erróneamente en la industria. A pesar de su uso generalizado, no existe una definición clara y coherente de lo que constituye un concreto bajo en carbono o sostenible. Estos términos han sido utilizados de forma incoherente por diversas partes interesadas, como diseñadores, especificadores, fabricantes, contratistas, desarrolladores de tecnología e investigadores. El reto consiste en establecer una definición aplicable a escala mundial para el concreto bajo en carbono, dado que el CI del concreto se ve influenciado por factores como la ubicación, el tipo, la aplicación, las prácticas de la industria, la disponibilidad de materiales y los requisitos de construcción.

Kanavaris y Scrivener ofrecen esta definición: “El concreto ‘bajo en carbono’, ‘con menores emisiones de carbono’ o ‘sostenible’ es un concreto que

presenta una huella de carbono considerablemente menor en comparación con una mezcla basada en las mejores prácticas o habitual para una aplicación determinada en un lugar y momento específicos, al tiempo que presenta una durabilidad y un comportamiento mecánico adecuados”¹. Aunque esta definición se considera útil, no deja de ser una definición cualitativa que requiere la comparación de dos o más concretos. Es posible que la industria tenga que dejar de utilizar estos términos, a menos que surja algún tipo de definición cuantitativa, que ayude a la caracterización real del concreto basándose en su contenido de carbono. Esto puede lograrse desarrollando y adoptando sistemas de clasificación CI para el concreto.

En Estados Unidos, diferentes entidades y organizaciones públicas han trabajado activamente en los últimos años, en la legislación del concreto sostenible (por ejemplo, el condado de Marin, CA, EE.UU., la Administración de Servicios Generales y el estado de Nueva York). Estas acciones legislativas promueven el uso de concretos de bajo CI, estableciendo límites al contenido de cemento o al CI de las nuevas mezclas de concreto². El ACI también ha estado activo en este tema, y su Comité 323, Código de Concreto de Baja Emisión de Carbono, tiene como objetivo publicar su primer código sobre concreto de baja emisión de carbono para finales de 2024. El nuevo código del ACI se basará en las referencias de mercado de la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) para establecer objetivos y definiciones de concreto bajo en carbono.

Sistema de clasificación del carbono incorporado

El concepto de desarrollar sistemas de clasificación del CI para el concreto, se ha hecho cada vez más popular. Por ejemplo, el Low Carbon Concrete Group (LCCG) del Reino Unido publicó una referencia de mercado para el CI del concreto en 2022³, similar al trabajo en curso del ACI y la NRMCA. En este ejemplo, las bandas de clasificación se desarrollaron a partir de un conjunto de datos de varios concretos vendidos en el Reino Unido en 2022. Cada banda de clasificación representa un rango percentil de los datos. Por ejemplo, la banda “F” superior contiene concretos con valores de CI en el 5% superior del conjunto de datos. Se pretendía que estas bandas fueran actualizadas periódicamente con los datos más recientes, lo que significa que una “B” en 2025 podría ser diferente de una “B” en 2030. Aunque estas bandas móviles (dinámicas) pueden utilizarse para reflejar lo que

hay actualmente en el mercado, en términos de concreto y CI, normalmente no pueden utilizarse como base para políticas de transformación del mercado, documentos de orientación normalizados o la formulación de objetivos de CI a largo plazo, para proyectos plurianuales de construcción e infraestructuras, todo lo cual suele requerir valores invariables para las bandas de calificación.

Para hacer frente a esta limitante, Arup desarrolló en 2023 para el gobierno británico un esquema de clasificación estática de CI para el concreto de peso normal, que será adoptado por las principales especificaciones de concreto de los Estados Unidos, como la Especificación Nacional de Concreto Estructural⁴. Aunque el sistema se elaboró para el mercado británico, en su desarrollo se adoptó una perspectiva global, de ahí que se le denominara Clasificación Universal. La Figura 1 muestra el sistema de clasificación universal del CI, mientras que la Tabla 1 ofrece las definiciones y observaciones que acompañan al sistema de clasificación. En este caso, el sistema de clasificación de CI, contiene bandas de clasificación de CI fijas para el concreto, etiquetadas de la A a la G. Las bandas de clasificación se establecen entre relaciones fijas (0, 20, 40, 60, 80, 100 y 120%) con relación a la “línea de base”, las cuales constituyen una serie de valores de referencia del CI, uno para cada resistencia especificada del concreto. La curva de referencia (CI100) se ha obtenido analizando el CI de las mezclas de concreto diseñadas en diferentes países únicamente con cemento portland y considerando mezclas producidas con buenas prácticas, en lugar de considerar únicamente las mezclas de cemento portland, diseñadas de forma conservadora con un mayor contenido de cemento. El sistema desarrollado pretende promover la adopción de objetivos ambiciosos y desafiantes para el CI del concreto, cuando sea apropiado para acelerar la transición al cero neto. Por lo tanto, el etiquetado de la A a la G está diseñado de tal manera que la etiqueta “A” corresponde y sólo puede asignarse al concreto neutro en carbono o negativo en carbono, con el objetivo también de mitigar el potencial “greenwashing” dentro de la industria.

Un sistema universalmente utilizable

Se pretende que el sistema de clasificación del CI desarrollado para el concreto sea aplicable a todo el continente americano y más allá. Por esta razón, se ha derivado una representación “híbrida” del sistema de clasificación universal del CI para el concreto, que contiene unidades de medida tanto

métricas como imperiales para el CI y la resistencia especificada del concreto (Fig. 2). Se aplican las mismas definiciones que en la Tabla 1, con la adición de un doble eje horizontal y vertical para tener en cuenta las diferentes unidades. En este caso, el CI del concreto se cuantifica en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kgCO_2e) por yarda cúbica o metro cúbico de concreto. Igualmente, la resistencia especificada a la compresión del cilindro de concreto, f'_c , no sólo se cuantifica en psi, que es la forma estándar de expresar la resistencia a la compresión del concreto en Estados Unidos, sino también en MPa, que es el método estándar de expresar la resistencia a la compresión del concreto en otros países de América, como Canadá, México y otras naciones de Centro y Sudamérica. Esta función permite a los usuarios del sistema de clasificación universal del CI graficar y comparar datos y mediciones del CI de concretos de distintas regiones, o simplemente utilizar el sistema según sus unidades preferidas.

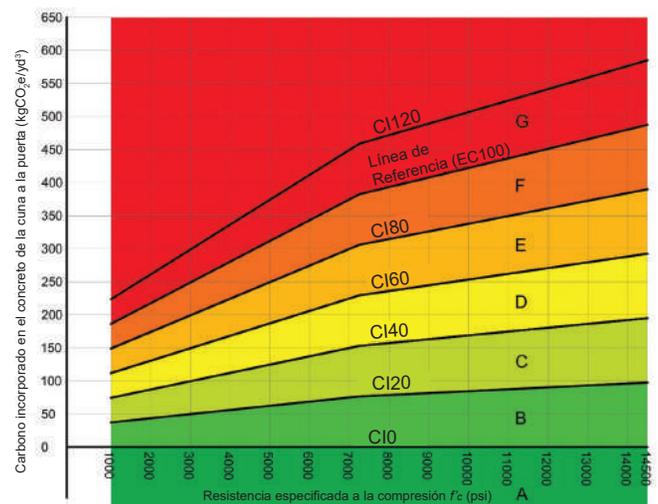


Figura 1. Sistema de clasificación del carbono incorporado en los Estados Unidos

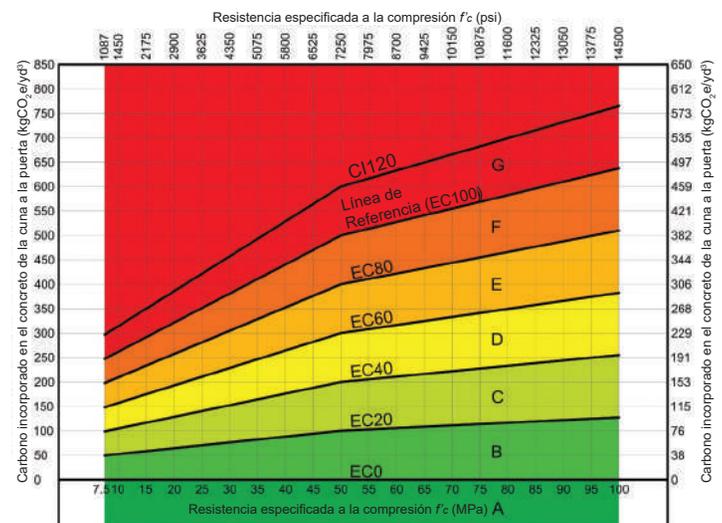


Fig. 2: Sistema de clasificación universal del CI para el concreto, según los sistemas de unidades métricas e imperiales

Tabla 1:
Definiciones y observaciones clave del sistema de clasificación del CI

Parámetro	Definición/Observaciones
Resistencia especificada a la compresión, f'_c	La resistencia especificada a la compresión del cilindro a los 28 días (o de otra forma) utilizada para el diseño (tal como se define en ACI 318 ⁵).
CI	CI de la cuna a la puerta, incluyendo los módulos A1-A3 del análisis del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) definidos en ISO 21930. ⁶ El CI se mide en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kgCO_2e) por yarda cúbica de concreto.
Línea de Referencia (CI100)	Valores de referencia de CI para diferentes clases de resistencia. Línea base = Frontera entre F y G.
CIXX	Un CI de XX% con relación a la línea base (CI100). Por ejemplo, CI80 significa un CI del 80% de la línea base, mientras que CI120 significa un CI del 120% de la línea base.
Clasificación del CI	Clasificación de la A a la G para el CI de un concreto.
Clasificación del CI declarada por el productor	Clasificación del CI de un producto de concreto, basada en declaraciones ambientales específicas y certificadas del producto (EPDs, por sus siglas en inglés) y en cantidades reales de los componentes del concreto.
Cálculo del CI	<p>El cálculo es específico para el concreto y, por lo tanto, excluye el refuerzo y los acabados.</p> <ul style="list-style-type: none"> Para calcular las clasificaciones del CI declaradas por el productor, la intensidad de carbono del concreto o de los constituyentes se obtendrá de las EPD específicas del producto. Las cantidades de los constituyentes de la mezcla procederán del diseño de la mezcla o de los registros de dosificación del proveedor. Las EPDs utilizadas para notificar los índices de CI declarados por el productor para el concreto premezclado o prefabricado, se ajustarán a las normas ISO 21930⁶ e ISO 14025⁷. La captura intencionada de carbono durante la fabricación, puede incluirse en la clasificación del CI declarada por el productor. La carbonatación natural (reacción del dióxido de carbono atmosférico con el hidróxido de calcio y el silicato de calcio hidratado en el concreto) no debe incluirse. La captura y almacenamiento del carbono (CCS, por sus siglas en inglés) sólo puede incluirse en la clasificación CI declarada por el productor, si el carbono capturado se retiene de forma permanente. La compensación de carbono y la captura de carbono con almacenamiento o uso temporal no pueden incluirse.

¿Cómo debe utilizarse el sistema?

El sistema de clasificación debe cumplir distintas funciones según el usuario. En la Tabla 2 se ofrecen algunos ejemplos.

Cuando los proveedores de concreto, diseñadores y propietarios de activos lo utilizan como herramienta de diseño, la intención es que el sistema de clasificación del CI no se utilice de forma aislada, sino como parte de un ejercicio de evaluación de las emisiones de carbono durante todo el ciclo de vida del activo construido con concreto. Esto se debe a que el CI del concreto de la cuna a la puerta, es sólo una parte de todo el ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero para edificios e infraestructuras.

En general, los diseñadores deben disponer de tiempo suficiente para optimizar el diseño centrándose en la reducción del uso de los materiales, ya que esto supondrá un mayor ahorro de CI, comparado con el especificar un concreto menos intensivo en cuanto a la generación de carbono en la estructura. Por el contrario, debería comprobarse, ya que especificar un concreto menos generador de carbono puede dar lugar a que se utilicen mayores volúmenes. Además, a la hora de especificar concretos con menor CI que no estén disponibles localmente, los usuarios deberían tener en cuenta el impacto en el análisis del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés) de las emisiones por el transporte de la fase A4 en todo el ciclo de vida del CI del concreto. Dicho esto, a pesar de que el sistema cubre las etapas A1 a A3 del LCA, excluye:

- A4 - Transporte del concreto o elementos prefabricados de concreto a la obra;
- A5 - Instalación en el edificio o la obra civil (incluidos los residuos de la obra);
- B - Fase de utilización (incluida la carbonatación natural);
- C - Fin de vida útil (incluida la carbonatación natural); y
- D - Beneficios y cargas más allá de los límites del sistema.

También pueden surgir repercusiones cuando se utilizan materiales cementantes suplementarios tradicionales para especificar un concreto con bajas emisiones de carbono. Por ejemplo, las cenizas volantes y el cemento de escoria se utilizan habitualmente para reducir el CI del concreto; sin embargo, como se trata de subproductos de procesos industriales intensivos en combustibles fósiles, deberían buscarse soluciones alternativas para reducir a más largo plazo el CI del concreto.

Además, se sabe que estos materiales sufren restricciones de suministro en determinadas regiones, lo que puede repercutir en la reducción real del CI que se consigue cuando se utilizan en el concreto⁸.

Ampliación del sistema en función de las prácticas regionales

Hay que reconocer, sin embargo, que la producción de concreto depende de las prácticas locales y de las aplicaciones específicas. Por ejemplo, las prácticas y la disponibilidad de materiales para la producción de concreto difieren entre los estados de EE.UU., por no hablar de entre los distintos países. Estas diferencias pueden tener un impacto significativo en el CI del concreto y, por lo tanto, para tener en cuenta estas discrepancias, las bandas del esquema de clasificación universal del CI del concreto pueden ampliarse con bandas adicionales de CI (véase la Fig. 3). La extensión de las bandas puede ser hacia concretos con mayor contenido de carbono, por ejemplo, para reflejar las prácticas en ciertas regiones o para tener en cuenta las diferencias en las aplicaciones del concreto (pilotes, cimientos, prefabricados, concretos premezclados, o concretos de alta resistencia a edades tempranas) o dirigiéndonos hacia concretos negativos en carbono, para proporcionar un marco en el que las tecnologías emergentes negativas en carbono se especifiquen y comparen en función de su contenido de carbono.

Utilización del sistema

El sistema de clasificación universal del CI puede utilizarse como herramienta en diferentes funciones que pueden ayudar con la misión de la industria de descarbonizar el concreto. Por ejemplo, podría ser utilizado por diseñadores y especificadores para definir el CI objetivo del concreto en los proyectos, por los propietarios de instalaciones y por los contratistas para imponer límites de CI para el concreto que se utilizará en sus proyectos, por los fabricantes junto con los datos actuales de la industria sobre el CI del concreto para entender cómo se comportan sus productos en comparación con sus competidores, por los organismos gubernamentales y los responsables políticos para definir los límites regionales o nacionales de CI del concreto, y por los organismos gubernamentales o industriales para desarrollar vías hacia el cero neto.

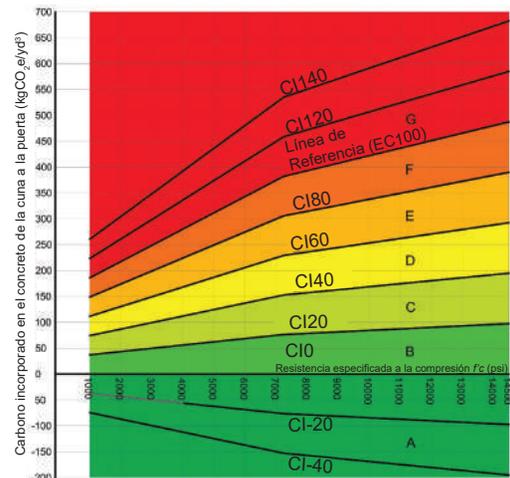


Figura 3: Sistema de clasificación universal del CI para el concreto con bandas ampliadas que siguen los sistemas de unidades métricas e imperiales.

Tabla 2: Funciones del esquema de clasificación de CI por usuario

Función	Responsables de políticas	Proveedores, fabricantes y contratistas de concreto	Diseñadores y especificadores	Propietarios de los activos
Apoyar el desarrollo de políticas de transformación del mercado.	✓			
Permitir la comunicación y comparación del CI de las mezclas de concreto consideradas en el diseño y la construcción.		✓	✓	✓
Permitir la comunicación del comportamiento de la industria con respecto al CI del concreto.	✓	✓	✓	✓

Con especial referencia a los organismos gubernamentales, el sistema de clasificación puede utilizarse directamente para establecer límites comunitarios a escala regional y nacional, así como para comprender lo ambiciosos o conservadores que son determinados límites en relación a una escala absoluta o en comparación con otros límites. Un ejemplo se muestra en la Fig. 4, donde diferentes recomendaciones/mandatos de la industria y organismos gubernamentales de Estados Unidos se superponen en el sistema de clasificación universal para el CI del concreto. Lo que puede observarse es que las recomendaciones del condado de Marin y de la Administración de Servicios Generales, son similares a las medias nacionales de la NRMCA y siguen una media de la banda CI90. Así pues, la banda CI90 o CI80 podría utilizarse para establecer esos límites de forma más coherente. La recomendación del New Buildings Institute es más conservadora y se aproxima más al CI120, por lo que éste podría utilizarse para fijar esos límites. Por el contrario, la Coalición First Movers propone los objetivos más ambiciosos. En particular, la mayoría de los mandatos relacionados sugieren un CI constante del concreto para resistencias superiores a 7,000 psi (48 MPa); sin embargo, el CI del concreto aumenta con la resistencia. Por lo tanto, la adopción de una banda de CI permitirá tener en cuenta también el CI de los concretos de mayor resistencia.

Resumen

Establecer parámetros sólidos para medir y clasificar el CI del concreto es fundamental para el desarrollo de vías factibles hacia las emisiones netas-cero y para comprender el potencial de las diferentes tecnologías para lograrlo. El Sistema de Clasificación Universal es una herramienta que ayuda a diseñadores, proveedores de concreto, contratistas y propietarios de infraestructuras a comunicar, comparar y establecer objetivos para el CI de los productos de concreto considerados en los proyectos. Pero también, y esto es importante, se pretende que el sistema sirva de base para políticas de transformación del mercado, como los límites en el CI o el financiamiento de la investigación y el desarrollo de tecnologías de concreto con bajas emisiones de carbono. Estas políticas pueden ayudar a que las innovaciones con bajas emisiones de carbono de hoy se conviertan en el modelo del mañana.

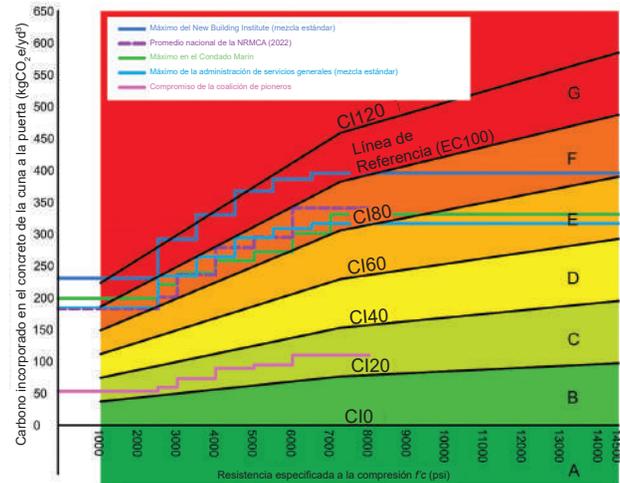


Figura 4: El sistema de clasificación universal CI del concreto, superpuesto con los límites correspondientes para el CI del concreto en EE.UU.

Referencias

1. Kanavaris, F., and Scrivener, K.L., "The Confused World of Low-Carbon Concrete," *Concrete*, V. 57, No. 3, Apr. 2023, pp. 36-39.
2. Kammer, K.; Dominik, J.; Chhatwani, M.; Garnant, B.A.; and Suprenant, B.A., "Smart Sustainable Concrete Construction," *Concrete International*, V. 45, No. 12, Dec. 2023, pp. 35-49.
3. The Green Construction Board Low Carbon Concrete Group, "Low Carbon Concrete Routemap," Institution of Civil Engineers, London, UK, 2022, 41 pp.
4. Arup, "Embodied Carbon Classification Scheme for Concrete," Arup Publications, London, UK, 2023, 25 pp. (<https://tinyurl.com/bdhrb6ba>)
5. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI CODE-318-19) (Reapproved 2022)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
6. ISO 21930:2017, "Sustainability in Buildings and Civil Engineering Works — Core Rules for Environmental Product Declarations of Construction Products and Services," The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2017, 80 pp.
7. ISO 14025:2006, "Environmental Labels and Declarations — Type III Environmental Declarations — Principles and Procedures," The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2006, 25 pp.
8. "The Efficient Use of GGBS in Reducing Global Emissions," The Institution of Structural Engineers, London, UK, 2023, 7 pp.

Fragkoulis Kanavaris es responsable global de materiales de concreto y descarbonización de Arup en el equipo de Tecnología Especializada, Análisis e Investigación (STAR) en Londres, Reino Unido. Es experto en materiales de concreto, sostenibilidad, agrietamiento, durabilidad, tecnología del concreto, especificación, evaluación del estado y rehabilitación de estructuras de concreto. Fragkoulis ha contribuido en más de 300 proyectos en todo el mundo, desde edificios, puentes y túneles hasta estructuras nucleares, de energías renovables y marítimas, así como proyectos de investigación. Preside y participa activamente en varios comités técnicos de RILEM y de fib y ha publicado más de 50 artículos en revistas, conferencias y libros. Ha recibido varios premios, entre ellos el de Ingeniero del Año 2022 de la Real Academia de Ingeniería del Reino Unido, y es miembro del Instituto de Materiales, Minerales y Minería.



Matthew Munro es consultor de sostenibilidad en Arup, con experiencia en ingeniería civil y con sede en Londres, Reino Unido. Es miembro graduado de la Institución de Ingenieros Civiles (ICE, por sus siglas en inglés) y fue finalista del premio ICE Scotland Emerging Engineers Award en 2023. Munro fue un colaborador clave en el desarrollo del esquema de clasificación CI para el concreto, desarrollado por Arup para el gobierno del Reino Unido.



Luca Montanari es especialista en materiales de concreto y forma parte del equipo STAR de Arup. Presta apoyo técnico a distintos grupos de Arup en temas como la durabilidad, la evaluación del estado y la sostenibilidad del concreto. Tiene experiencia en pruebas de comportamiento para la calificación y aceptación de mezclas de concreto, así como en técnicas de caracterización de cemento y materiales cementantes suplementarios. Antes de incorporarse a Arup, Montanari trabajó como Director del Laboratorio de Concreto en el Centro de Investigación de Autopistas Turner-Fairbank en McLean, VA, EE.UU. Obtuvo un máster en Ingeniería Civil en la Universidad Estatal de Oregón, Corvallis, OR, EE.UU., y actualmente cursa un doctorado en Materiales para Infraestructuras en la Universidad de Texas en Austin, Austin, TX, EE.UU.



Título original en inglés:
Embodied Carbon Classification
System for Concrete in the United
States

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



Traductora:
**Lic. Iliana M. Garza
Gutiérrez**



Revisor Técnico:
**Dr. Alejandro Durán
Herrera**

04

Subvenciones de EPA apoyan la producción sostenible de materiales de construcción en EE. UU.

La Agencia de Protección Ambiental Estadounidense (EPA, por sus siglas en inglés), anunció la selección de 38 beneficiarios de subvenciones en todo el país, con un total de aproximadamente 160 millones de dólares, para apoyar los esfuerzos de reporte y reducción de la contaminación ambiental proveniente de la manufactura de los materiales y productos de construcción. EPA estima que los materiales de construcción utilizados en edificaciones y otras obras de infraestructura construidas representan más del 15% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero a nivel global.

Las subvenciones apoyarán la Iniciativa Federal de Compra Sostenible de la Administración Biden-Harris para incrementar la demanda de materiales de construcción limpios usados en edificios federales, autopistas y proyectos de infraestructura en los Estados Unidos. Las subvenciones serán otorgadas a empresas, universidades y organizaciones sin fines de lucro que sirvan a los 50 estados y ayudarán a revelar los impactos ambientales asociados con la manufactura de concreto, asfalto, vidrio, acero, madera y otros materiales.

Las subvenciones, que van desde los 250,000 hasta los 10 millones de USD, ayudarán a las empresas a desarrollar declaraciones de productos de alta calidad ambiental (EPDs), las cuales muestran los impactos ambientales a lo largo de la vida útil de un producto y pueden catalizar decisiones de compra más sostenibles al permitir que los compradores comparen productos. La inversión en datos y herramientas harán que las EPDs de alta calidad estén disponibles para 14 categorías de materiales, que incluyen tanto materiales nuevos y recuperados o reutilizados. Estos esfuerzos ayudarán a estandarizar y expandir el mercado de productos para la construcción con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Facilitarán que los gobiernos federales, estatales y locales, así como otros compradores institucionales,

aseguren que los proyectos de construcción que financien usen productos y materiales más amigables con el medio ambiente.

Las subvenciones seleccionadas incluyen una diversa gama de proyectos para ayudar a medir y, en última instancia, reducir los gases de efecto invernadero. Algunos ejemplos relacionados con el concreto y la construcción incluyen:

Centro Americano para la Evaluación del Ciclo de Vida (ACLCA)

El ACLCA (por sus siglas en inglés) es una organización norteamericana sin fines de lucro para profesionales de la evaluación ambiental del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés). Los comités del ACLCA proporcionan a sus miembros un foro para compartir, aprender y desarrollar herramientas, recursos y orientación para fortalecer capacidades, difundir conocimiento y mejorar la aplicación de la LCA y el concepto de ciclo de vida. El proyecto del ACLCA se centra en tres áreas: desarrollo de la mano de obra, estandarización de las EPDs, e integración y armonización de datos. Los objetivos del proyecto son incrementar el número de practicantes en el campo mediante el establecimiento de competencias en la LCA y otros estándares de la industria, mejorar la estandarización de las EPDs entre sectores, actualizando y mejorando la guía de reglas de categoría de productos (PCR, por sus siglas en inglés) del ACLCA y un repositorio de PCR, y establecer un centro de datos de inventario del ciclo de vida para conservar y respaldar la información de fondo para uso en las PCRs. Este proyecto proporcionará un modelo adoptable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero contenidas en materiales y productos de construcción.

Belter Tech Inc.

Belter Tech está abordando el impacto ambiental global de la construcción combatiendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de residuos de vidrio, plásticos y espuma de poliisocianurato de los vertederos como agregados en la producción de cemento/concreto. Este proyecto se centrará en aportar datos nuevos y cruciales para la creación de EPDs de alta calidad para productos de agregados alternativos y en establecer herramientas sólidas que hagan que el proceso de EPD sea más fácil, rápido y rentable para productos que capturan carbono. Su proyecto para desarrollar EPDs para materiales de construcción

sostenibles mejorará la transparencia y la eficiencia en la certificación de productos que capturan carbono.

Build Reuse

Una organización sin fines de lucro dedicada a apoyar la industria de la reutilización en los Estados Unidos, Build Reuse actuará como una entidad de paso para proporcionar subconcesiones y asistencia técnica para respaldar la generación de EPDs para materiales y productos de construcción recuperados mínimamente procesados. Build Reuse planea desarrollar una herramienta informática digital generadora de LCA-EPD, mejorar sus capacidades como operador de programas y crear una subcategoría de PCR para productos de construcción recuperados y reprocesados. El proyecto generará datos sobre el “uso promedio”, la calidad, la vida útil, los usos anteriores y el final de vida útil en categorías de grupos de productos clave para su uso en actividades de circularidad de productos, como el diseño para reutilización y el desarrollo de materiales pasaportes.

Collaborative Composite Solutions Corporation

Una asociación entre la Asociación Americana de Fabricantes de Compuestos (ACMA) y el Instituto para la Innovación en la Fabricación de Compuestos Avanzados (IACMI) desplegará un generador de LCA-EPD financiado por la industria y desarrollará EPDs para materiales y productos de construcción compuesta. Su proyecto incluirá el desarrollo de nuevos PCRs y modificación de PCRs existentes donde sea necesario, la educación de más de 200 fabricantes y sus clientes sobre el uso de EPDs, y trabajar con universidades para generar datos de ciclo de vida, desde su distribución hasta su uso final, que puedan ser incorporados dentro de los EPDs.

Universidad de Cornell

Este proyecto abordará las lagunas y los desafíos en la cadena de valor de la deconstrucción a la reutilización, convocando a expertos del mundo académico, la industria y organizaciones sin fines de lucro. El grupo desarrollará un pasaporte de productos recuperados (SPP, por sus siglas en inglés) que combinará un conjunto de datos de EPD+ con elementos de un catálogo de productos (o pasaporte de materiales) para permitir la adopción de la reutilización a gran escala por

parte de la industria. Con sus socios del proyecto – el Laboratorio de Construcción Circular de la Universidad de Cornell, Urban Machine, Finger Lakes ReUse y Build Reuse – el beneficiario desarrollará un proceso y una plantilla llamada EPD recuperadas (SEPD, por sus siglas en inglés), que funcionará como un catálogo de productos para materiales recuperados cuando se use con un pasaporte de materiales. Estas dos fuentes de documentación formarán el SPP. Los objetivos del SPP son incitar la demanda del mercado, habilitar la aplicación y obtención de materiales recuperados, mejorar la transparencia de los datos sobre gases de efecto invernadero, y ayudar a las empresas a divulgar y verificar estos datos.

Heidelberg Materials US, Inc.

Heidelberg Materials propone crear una herramienta web que pueda ayudar a las instalaciones de concreto premezclado, cemento y agregados a producir EPDs; conectar los flujos de datos con los reportes corporativos de responsabilidad ambiental, social y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés); y permitir ajustes en tiempo real. El objetivo de la herramienta es incorporar todos los datos necesarios para producir LCAs, crear EPDs, utilizar herramientas de evaluación comparativa/repositorios de EPDs, y publicar EPDs. Para ayudar a mejorar la industria en su conjunto, la herramienta será de acceso público. La creación de un generador de EPDs eficiente tiene el potencial de revolucionar la contabilidad del carbono y la toma de decisiones, lo que impulsará la sostenibilidad en toda la industria, mejorando la competitividad de los fabricantes conscientes con el medio ambiente.

Holcim US, Inc.

El Proyecto Acelerador de EPD de Holcim aumentará la transparencia de los datos sobre las emisiones ambientales asociadas con la producción de materiales de construcción, generará EPDs con una diversidad de fabricantes estadounidenses, e impulsará la demanda del mercado para materiales de construcción con bajas emisiones de carbono. Estos proyectos representan los tres materiales de construcción en el portafolio de Holcim: cemento, asfalto y concreto de ultra alto comportamiento. Estos proyectos contribuirán al desarrollo, la mejora en la estandarización y la transparencia, y los criterios de reporte para EPDs que incluyan mediciones de las emisiones de gases de efecto invernadero contenidas en el material o producto

en todas las etapas relevantes de producción, uso y desecho, y que cumplan con los estándares internacionales para materiales y productos de construcción.

Consejo Internacional de Códigos (ICC)

El Servicio de Evaluación del Consejo Internacional de Códigos (ICC-ES, por sus siglas en inglés), busca generar EPDs en colaboración con los estados de Washington y Oregón, EE.UU. A través de la Asociación de EPD del Noroeste del Pacífico (PNW, por sus siglas en inglés), el proyecto se centra en desarrollar EPDs específicas para instalaciones de concreto, asfalto, acero, madera y productos “emergentes” (tales como madera recuperada, azulejos, pintura, ventanas y techos). La Asociación PNW de EPDs adoptará un enfoque integrado y colaborativo para mejorar significativamente la disponibilidad y calidad de las EPDs específicas de instalaciones, verificadas por terceros, para productos y materiales de construcción fabricados y/o utilizados en Oregón, Washington y la región del Noroeste del Pacífico en general, ayudando a los fabricantes a divulgar y verificar sus datos a través de EPDs. El proyecto tiene la intención de apoyar a más de 200 fabricantes PNW de la región en el desarrollo de más de 1,000 nuevas EPDs. Este proyecto también contará con aspectos educativos, de divulgación y de asistencia técnica, enfocado principalmente en las empresas que producen materiales de construcción.

Asociación de Productores de Concreto Premezclado (NRMCA)

La NRMCA propone aumentar la cantidad de EPDs de concreto premezclado mediante la concesión de subvenciones a los productores para crear EPDs de 3,000 plantas adicionales (frente a las 1,500 actuales). La NRMCA planea ofrecer supervisión de la gestión de la calidad de los datos y capacitación, así como educación para los productores mediante la formación de cinco verificadores de EPDs y la certificación de hasta 500 especialistas en EPDs mediante un sistema de educación en línea. La NRMCA también planea mejorar su herramienta existente de concreto de bajo carbono y organizar cinco talleres de capacitación sobre concreto de bajo carbono anuales durante 5 años. La NRMCA trabajará para mejorar las PCRs y la disponibilidad de datos para insumos críticos, incluidos agregados ligeros y aditivos. Además, la NRMCA planea calcular nuevos promedios regionales para las EPDs.

La NRMCA colaborará con varios socios, incluidas asociaciones estatales de concreto premezclado, proveedores de aditivos e instituciones académicas como el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en Cambridge, MA, EE.UU. La subvención también se enfocará en apoyar a empresas más pequeñas en áreas remotas, promoviendo la diversidad geográfica en el desarrollo de las EPDs, y garantizando el desarrollo equitativo de la fuerza laboral al alentar a grupos minoritarios y mujeres a convertirse en expertos en sostenibilidad.

Asociación Nacional de Productores de Piedra, Arena y Grava (NSSGA)

La NSSGA mejorará la calidad y divulgación de los datos y de los agregados para la construcción, que son materiales clave para el concreto y el asfalto. El proyecto incluye la actualización de las PCRs, la mejora de los instrumentos de recopilación y verificación de datos, la prestación de asesoramiento y capacitación. Al crear las EPDs, la NSSGA establecerá un perfil de impacto ambiental completo y preciso para los agregados utilizados en todo el país. La iniciativa se realiza en colaboración con diversas organizaciones, numerosas universidades y asociaciones estatales, enfatizando los esfuerzos colaborativos para mejorar la precisión de los datos y las prácticas de sostenibilidad.

El proyecto mejorará la precisión de las EPDs mediante el desarrollo de una plataforma gemela digital y otras herramientas avanzadas de recopilación de datos, lo que permitirá mejores evaluaciones del comportamiento ambiental. La NSSGA desarrollará y difundirá programas de capacitación y recursos educativos en colaboración con centros universitarios de transporte y expertos de la industria. Este enfoque acogerá mejoras inmediatas en la calidad de los datos y las prácticas ambientales, así como alentará la adopción a largo plazo de prácticas sostenibles en toda la industria.

Universidad Estatal de Oklahoma

La Universidad Estatal de Oklahoma, en Stillwater, OK, EE.UU., lidera la creación del Centro Nacional para Materiales de Construcción Sostenibles con el objetivo de promover materiales de construcción con una baja huella de carbono (LCCMs, por sus siglas en inglés) y generar EPDs para materiales como asfalto, concreto, acero y sus compuestos. En colaboración con 11 universidades estadounidenses, el proyecto proporcionará una amplia formación, creará programas educativos y

diseñará herramientas e incentivos para la adopción de LCCMs. También se centra en los métodos de evaluación comparativa, la identificación de parámetros de alto impacto más allá del potencial de calentamiento global (GWP) e integrar las EPDs en las especificaciones de construcción. Entre las actividades del Centro se incluyen la divulgación educativa desde el nivel K-12 y el desarrollo de la mano de obra para formar a los futuros profesionales de la construcción sostenible.

Oldcastle Infrastructure, Inc.

El proyecto de Oldcastle Infrastructure, Inc. se centrará en el desarrollo y la publicación de 15,405 EPDs específicas para instalaciones que producen asfalto, agregados, concreto premezclado, concreto prefabricado, morteros de mezcla seca, productos de albañilería y productos de paisajismo, además de desarrollar un programa de capacitación laboral enfocado en la educación sobre EPDs y la recopilación de datos. Este proyecto se dividirá en cinco tareas: selección de instalaciones, implementación del programa de capacitación en EPDs, recopilación de datos, desarrollo/verificación/publicación de EPDs, y seguimiento y reportes de desempeño. Incluye 667 centros de producción en 42 estados. Al divulgar y verificar estos datos a través de las EPDs, Oldcastle impulsará y atenderá la demanda del mercado de productos de construcción con una baja huella de carbono. El programa integral, que involucra tres unidades de negocio de CRH Americas, contará con expertos técnicos y consultores para garantizar que los métodos de EPD se alineen con los criterios de la EPA, apoyando así decisiones de adquisición sostenible y reduciendo el carbono incorporado en los materiales de construcción.

Asociación de Productores de Cemento Portland (PCA)

El proyecto de la PCA ofrecerá asistencia técnica para ayudar a los fabricantes de cemento y materiales cementantes suplementarios (SCMs, por sus siglas en inglés) a desarrollar EPDs específicas para instalaciones; mejorará las EPDs promedio de la industria del cemento y del cemento de escoria, y creará nuevas EPDs para las cenizas de carbón y puzolanas naturales; apoyará el desarrollo de una única PCR para materiales cementantes que reemplace varias PCRs de cemento y SCMs actualmente en uso o desarrollo; y respaldará el desarrollo y mantenimiento de una herramienta de LCA y evaluación comparativa de rendimiento

para el diseño de mezclas de concreto. El proyecto será liderado por la PCA con el apoyo de socios clave de la industria, incluyendo la Asociación de Cemento de Escoria (SCA, por sus siglas en inglés), la Asociación Americana de Ceniza de Carbón (ACAA, por sus siglas en inglés) y la Asociación de Puzolana Natural (NPA, por sus siglas en inglés).

El proyecto aumentará sustancialmente el número de EPDs para instalaciones específicas de materiales cementantes, que son fundamentales para reducir la huella de carbono del concreto. La PCA concederá subvenciones a los fabricantes que cumplan con los requisitos y ofrecerá capacitación y asistencia técnica disponible para ayudarles a desarrollar, verificar y publicar EPDs. Además, el proyecto apoyará la creación de EPDs promedio para la industria de materiales que actualmente no las tienen, como las cenizas volantes y las puzolanas naturales. Al desarrollar una única y exhaustiva PCR para todos los materiales cementantes y mantener una herramienta de LCA y de evaluación comparativa para el diseño de mezclas de concreto, el proyecto mejorará la comparabilidad de los datos y promoverá el uso de materiales cementantes con menor potencial de calentamiento global (GWP).

Instituto del Concreto Prefabricado y Presforzado (PCI)

Este proyecto se centra en la actualización de la PCR para el concreto prefabricado y en la elaboración de EPDs específicas para cada producto en tres asociaciones comerciales: PCI, la Asociación Nacional de Concreto Prefabricado (NPCA, por sus siglas en inglés) y la Asociación Americana de Tuberías de Concreto (ACPA, por sus siglas en inglés). El proyecto implicará la actualización de la PCR existente, el desarrollo de un generador de EPDs y la provisión de capacitación y apoyo a las empresas miembros para la producción de EPDs. Además, el proyecto permitirá la creación de EPDs bajo la PCR actual mientras se lleva a cabo la actualización.

El proyecto empoderará a los fabricantes de concreto prefabricado a desarrollar y producir EPDs que cumplan con las normativas, proporcionando información transparente y verificable sobre el carbono incorporado a los compradores y vendedores de concreto prefabricado. El proyecto se asociará con la NPCA y la ACPA para implementar el proyecto de Reporte de Carbono del Concreto Prefabricado, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero incorporados alineándose con la Ley de Reducción de la Inflación y las directrices de la EPA. Al mejorar la PCR y desarrollar una nueva

herramienta generadora de EPDs, el proyecto apoyará a más de 500 fabricantes en la producción de más de 1,500 EPDs nuevas o actualizadas, posicionando, en última instancia, a la industria estadounidense de concreto prefabricado como líder en la presentación de informes y divulgación del carbono incorporado.

Para más detalles sobre los beneficiarios de subvenciones en otros sectores, visite www.epa.gov/system/files/documents/2024-07/2024epd-grant-summaries-ira-60112-final-7.15.24.pdf.

Título original en inglés:
EPA Grants Support Clean U.S.
Manufacturing of Construction Materials

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
Ecuador Centro y Sur



Traductor:
**Cristian Vallejo
Delgado**



Revisor Técnico:
**Ing. Santiago Velez
Guayasamín**
MSc. DIC

05

Nueva Tecnología para el Diseño de Cimentaciones de Puentes

Por Aram Kalousdian

Los datos y su análisis son fundamentales para el futuro del diseño y el desempeño de las cimentaciones de puentes. Recientemente, la Junta de Investigación en Transporte, (*The Transportation Research Board*), (TRB por sus siglas en inglés) realizó un seminario virtual enfocado en tres temas importantes para el futuro del diseño de cimentaciones de puentes, que son: la reducción del riesgo, el uso tecnologías emergentes para evaluar las características del sitio y el manejo de datos geotécnicos.

Cada año, las instituciones públicas de transporte gastan millones de dólares en pruebas geotécnicas para sus proyectos. Los resultados de estas pruebas generalmente se archivan en registros de papel, documentos portátiles (PDF) y/u otros archivos digitales. Este grupo de datos usualmente tienen las siguientes propiedades:

- Incompatibles con Sistemas de Información Geográfica (SIG);
- Difíciles de extraer o buscar
- Complejos de usar y visualizar al instante

La disponibilidad de estos datos podría mejorarse si se compartiera la información geotécnica histórica recopilada por diversos grupos, para que pueda ser utilizada por el resto de la comunidad de ingenieros geotécnicos. Según el ingeniero geotécnico Houda Jadi, de la Administración Federal de Carreteras (FHWA por sus siglas en inglés), la divulgación de información geotécnica “no solo proporcionaría exploraciones subsuperficiales más eficientes y costo-efectivas, sino también podría mejorar los avances en el análisis de datos en el área de ingeniería geotécnica y diseño de cimentaciones”. También indicó que “se podría extraer información valiosa para ser utilizada con nueva tecnología, como lo son las herramientas de visualización avanzada y aprendizaje automatizado, conocido como *machine learning*, con el objetivo de generar modelos predictivos del suelo que van más allá de las ubicaciones de exploración inmediata”.

Una de las soluciones discutidas en el seminario virtual fue desarrollada por la Administración de Carreteras Estatales del Departamento de Transportes de Maryland (*Maryland Department of Transportation State Highway Administration*, MDOT SHA), con la ayuda de investigadores de la Universidad de Maryland en College Park, MD, EE.UU. Este equipo utilizó datos históricos para crear una plataforma SIG del subsuelo mediante programación de fondo con aprendizaje automatizado. Desde su implementación en el 2014, el proyecto y el programa computacional resultante han permitido ahorros cerca de 1 millón de dólares al año.

Según Jadi, “una gran parte de esos ahorros provienen del ahorro de tiempo y dinero mediante la eliminación de dos perforaciones en promedio para cada sitio de proyecto”.

La Asociación de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (*Association of State Highway and Transportation Officials*, AASHTO) reportó lo siguiente

En el 2012, el MDOT SHA estableció una meta para desarrollar un SIG basado en una base de datos de exploración del subsuelo. Esta base de datos permitió a los ingenieros mejorar el seguimiento, registro, evaluación, análisis, divulgación y la visualización de los datos geotécnicos del suelo.

Previo a este proyecto, los datos de MDOT SHA eran manejados por la División de Exploración en Sitio (*Field Exploration Division*, FED) mediante registros de papel, lo que ocasionaba una pérdida significativa de eficiencia debido a errores de transcripción, dificultad en la accesibilidad de los datos, complicaciones en la transferencia de información, entre otros. Se han incorporado mejoras a la aplicación desarrollada desde que el proyecto terminó en el 2014.

Cuando se recibe una solicitud de perforación a través de la interfase basada en SIG, ésta primero debe ser validada por la herramienta de solicitud de perforaciones, con el fin de identificar si la ubicación de las perforaciones es en una propiedad privada o en áreas inundadas. La herramienta también identifica todas las perforaciones que se hayan realizado cerca de las solicitadas para evitar la redundancia. Después de la revisión automática, la solicitud es revisada y validada por un ingeniero, para luego añadir la orden de trabajo a la lista de espera de perforaciones. Este componente del sistema permite ahorrar costos sustanciales gracias a la reducción del tiempo empleado en la preparación de formularios a mano, detectando errores iniciales (como coordenadas fuera del

sitio, perforaciones en propiedad privada y datos faltantes); la consolidación y seguimiento de correspondencia de revisión, y la representación espacial de la ubicación de las perforaciones. Esto último se realiza referenciando las futuras perforaciones con la ubicación de servicios públicos, derechos de paso y de otros activos viales ya existentes.

Actualmente, toda la información de campo se recolecta electrónicamente en sitio mediante un dispositivo móvil. Los datos son almacenados y proporcionados a los ingenieros de proyecto en tiempo real. Este proceso elimina el tiempo de preparación de formularios escritos a mano y de la transferencia de datos manuales a información digital, así como también provee al usuario de un control de calidad inmediato.

A lo largo del proceso de solicitud, perforación, entrega de datos el flujo de información es automáticamente rastreado, lo que permite que el programa le dé al usuario una visión a tiempo real de la lista de espera de proyectos. Lo anterior permite el rastreo del estado de cada proyecto incluido así como del programa completo. El seguimiento automático de proyectos elimina la necesidad de preparar reportes de avances semanales, lo que permite que los ingenieros de proyecto ya no necesiten contactar al FED para reportar actualizaciones.

Todos los datos de perforación, ahora son almacenados y espacialmente ubicados en el programa. Los usuarios pueden generar archivos para gestión de datos geotécnicos para cualquier grupo de perforaciones históricas. Adicionalmente, cuando una perforación es solicitada cerca de la ubicación de una perforación previamente realizada, la información histórica es automáticamente suministrada para evitar duplicados de exploraciones.

Aram Kalousdian con muchos años de experiencia en periodismo sobre construcción. Fue propietario y editor de la revista Michigan Builder and Infrastructure y fue editor para la revista Michigan Contractor & Builder.

Título original en inglés:
**New Technology for Bridge
Foundation Design**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Costa Rica**



Traductor:
**José Fabio Oviedo
Ordóñez**



Revisores Técnicos:
**Ing. Francisco
Rodríguez Bardía**

06

Construcción del Pabellón Oceánico de Seattle

Un uso innovador del diseño y la construcción virtual para crear el encofrado secuencial personalizado

El nuevo Pabellón Oceánico del Acuario de Seattle está ubicado en el paseo marítimo en el centro de Seattle, WA, EE.UU. Adyacente y justo al este del actual Acuario de Seattle, el Pabellón Oceánico crea nuevos espacios públicos y aumenta la accesibilidad entre el Mercado Pike Place y el paseo marítimo al servir como base del nuevo puente Overlook Walk de Seattle (Fig. 1). El nuevo acuario contendrá más de 1.3 millones de litros (350,000 galones) de agua y albergará 3,500 especies de vida marina.

La forma compleja del Pabellón Oceánico tiene muy pocas líneas rectas o superficies planas (Fig. 2). La empresa Turner Construction empujó los límites del diseño y construcción virtual (Virtual Design and Construction - VDC). Utilizaron casi 550 m³ (720 yd³) de concreto para la característica principal del pabellón: El Arrecife. El modelado de información de construcción (BIM) del equipo de diseño se importó al software SketchUp para diseñar el encofrado personalizado del proyecto y crear instrucciones para el mecanizado de insertos de espuma en las formas requeridas.

El modelo también se utilizó para la planificación de los vertidos de concreto. La gran porción del hábitat de la estructura, por ejemplo, requería una colocación de 24 horas para asegurar que la base del hábitat fuera monolítica con sus paredes de casi 12 m (40 pies) de altura. El personal de Turner Construction planificó la colocación sabiendo que gran parte del fondo del encofrado no sería visible. El modelo de SketchUp se utilizó para establecer la cantidad de concreto requerida en cada porción de la estructura, permitiendo a los trabajadores saber cuánto concreto se había colocado en cualquier momento y asegurando que la presión del encofrado estuviera dentro de los límites aceptables.

Aspectos destacados de la estructura

Plaza Pública

La plaza pública del Pabellón Oceánico ofrecerá una vista de su hábitat más grande: El Arrecife. A medida que los visitantes entren por el extremo sur del edificio, incluso antes de comprar un boleto de entrada, podrán observar tiburones y diversas especies a través de una ventana acrílica ubicada en el techo, conocida como el Oculus (Fig. 3). La estructura principal de concreto que compone la exhibición de El Arrecife y que también sostiene la estructura del techo está oculta alrededor del Oculus por un techo.

Techo Público

El techo es un parque público, por lo que cualquier persona puede disfrutarlo. El público podrá caminar a lo largo del techo de la estructura desde el mercado Pike Place hasta el Muelle 62, mientras disfrutan de las vistas de West Seattle y las montañas de la Península Olímpica. La estructura del techo comprende secciones de acero estructural cubiertas por unidades de losa alveolar de concreto, una losa de acabado terminado, una membrana de techado, aislamiento de espuma, y luego pavimento de concreto y jardineras paisajísticas. El parque se completará con plantas autóctonas, bancos de madera y asientos prefabricados en el perímetro.

Otras Características

La exhibición Archipelagos es una exhibición separada dentro del Pabellón Oceánico. Es la segunda exhibición más grande de las instalaciones y fue construida utilizando concreto lanzado. El One



Figura 1. El Pabellón Oceánico (en primer plano) será el tercer edificio del Acuario de Seattle. Los otros edificios del acuario, el Muelle 59 y el Muelle 60, se extienden directamente sobre las aguas de Elliott Bay (fondo) (foto cortesía de Turner Construction Company).



Figura 2. Renderización arquitectónica del Pabellón Oceánico del Acuario de Seattle (imagen cortesía de LMN Architects).

Ocean Hall es la galería principal para el público. Esta galería incluye escaleras estéticamente agradables y muy complicadas con tirantes helicoidales, lo que requirió una fabricación compleja.

Añadiendo a la complejidad del proyecto en general, los acuarios están densamente equipados con sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y de soporte vital. Hay mucho equipo detrás de escena para limpiar y filtrar los miles de galones de agua en el acuario, como filtros de arena, fraccionadores de espuma, esterilizadores ultravioleta (UV), sistemas de ozono y torres de desgasificación. Además, gran parte del equipo es demasiado grande para pasar por puertas convencionales, lo que aumenta la necesidad de una planificación cuidadosa.

Planificación Logística

El Gerente del Departamento de Diseño y Construcción Virtual de Turner Construction comenzó en el proyecto desde el principio, durante la fase de ventas, e inicialmente ayudó con gran parte de la planificación logística del proyecto. Esto incluyó modelar el sitio existente, el contexto y, en última instancia, comprender cómo se iba a organizar la construcción.

“SketchUp es una excelente herramienta para nuestra planificación logística por varias razones: es fácil de usar. Una vez que aprendes lo básico, puedes hacer mucho modelado realmente rápido. La mayoría del personal de superintendentes del Departamento de Diseño y Construcción Virtual de Turner tiene experiencia con SketchUp,” dijo Sean Beatty, Gerente del Departamento de Diseño y Construcción Virtual. El modelo de SketchUp se pudo compartir con los superintendentes, permitiendo que el personal de Turner Construction colaborara fácilmente.

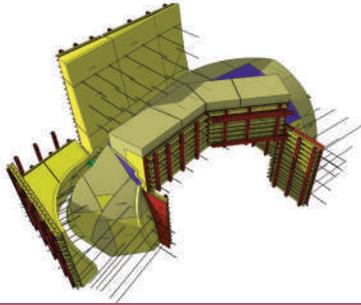
Ingeniería de Diseño y Construcción Virtual

En muchos proyectos, los ingenieros de diseño y construcción virtual construyen el modelo para la construcción después de recibir los detalles finales. Sin embargo, este proyecto fue como un proceso de diseño y construcción para los ingenieros de diseño y construcción virtual de Turner.

El modelo de SketchUp, creado a partir del archivo DWG del equipo de diseño, necesitaba información adicional para estar listo para la implementación en LayOut, la herramienta de creación de documentos de SketchUp. LayOut permite a los ingenieros de diseño y construcción virtual crear detalles en un modelo de SketchUp y aplicar etiquetas para que los lectores comprendan su trabajo. Los ingenieros de diseño y construcción virtual de Turner crearon diferentes escenas para mostrar todo el ensamblaje del encofrado, así como los pasos necesarios para montarlo, resultando en una secuencia sencilla que se podía leer fácilmente (Fig. 4).



Figura 3. El encofrado para el Oculus, de aproximadamente 6 metros (20 pies) de diámetro, fue diseñado para crear una abertura donde se colocaría la ventana acrílica de observación: (a) el encofrado se construyó en dos mitades y se envió al sitio de trabajo. Después de que los trabajadores lo atornillaron, se colocó en una sola sección (foto cortesía de Turner Construction Company); y (b) renderización arquitectónica del Oculus (imagen cortesía de LMN Architects y Seattle Aquarium).

A**B**

Gestión de Archivos

Turner fue responsable de experimentar y generar estándares para el contenido de los archivos (por ejemplo, tamaño, nivel de diseño, tipo de archivo y nomenclatura, y organización de capas) en la fase inicial del proceso de coordinación. Sin embargo, cada socio comercial eventualmente asumió la responsabilidad y convirtió sus propios modelos al formato de archivo y estándares acordados para la referencia del equipo. Turner ha utilizado BIM 360 Documents para la gestión de archivos, lo que permite a los socios comerciales cargar modelos semanales y descargar modelos de referencia para actualizaciones.

Encofrado Cortado con CNC

La fabricación digital de los componentes de recubrimiento de madera de densidad media (MDO) para el encofrado se realizó en el taller de prefabricación de Turner, y los insertos de espuma fueron fabricados por Janicki Industries utilizando routers CNC de 5 ejes patentados (Fig. 4). Todas las piezas estaban inscritas con números fáciles de leer que las asignaban a sus ubicaciones únicas dentro del encofrado (Fig. 5). Además, se utilizó el modelo para ayudar a identificar las ubicaciones de las piezas. Los usuarios podían consultar el modelo e identificar la ubicación exacta de una pieza en particular. Este enfoque ahorró una gran cantidad de tiempo. Los trabajadores pudieron concentrar sus esfuerzos en realizar tareas más complejas en

Figura 4. El equipo de diseño y construcción virtual de Turner diseñó el encofrado por zonas: (a) el área destacada muestra las superficies complejas de la zona de encofrado C; y (b) una vista isométrica de la zona de encofrado C, que ilustra el ensamblaje completo de espuma mecanizada, recubrimiento de madera de densidad media (MDO) mecanizada, ataduras de encofrado, contrachapado y formas de pared Peri y/o MASCO necesarias para crear las superficies únicas. Los insertos de espuma de poliestireno fueron modelados y mecanizados con CNC por Janicki Industries (cada pieza fue mecanizada con un número de identificación). Después del ensamblaje y la unión a las formas de pared, los insertos de espuma fueron rociados con un recubrimiento protector (imágenes cortesía de Turner Construction Company).

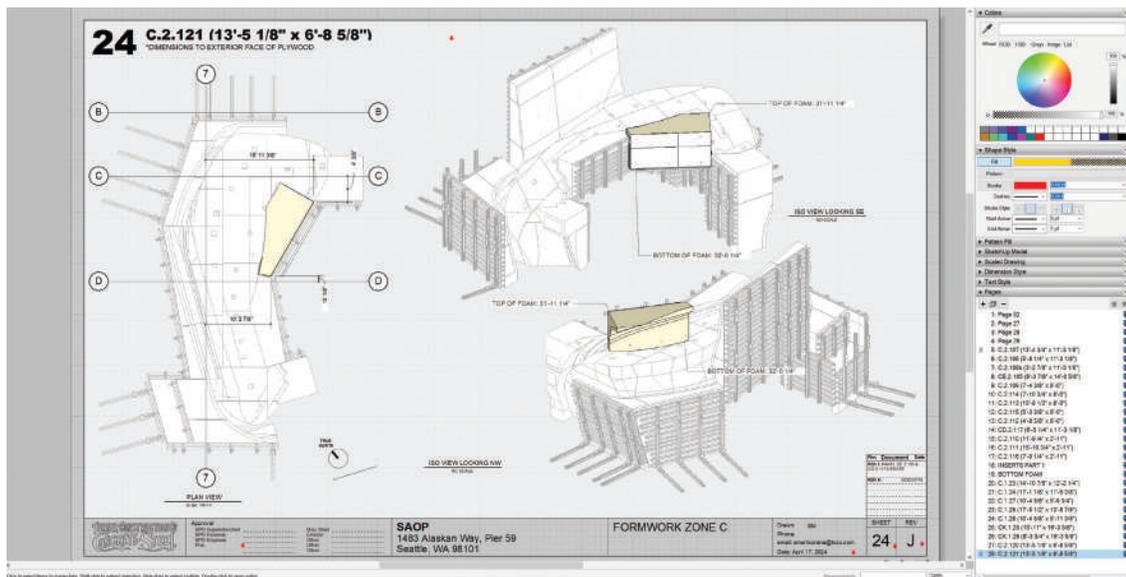


Figura 5. La posición de cada componente del encofrado podía ser identificada usando vistas en planta e isométricas. El software Layout de Trimble permitía que los datos de forma y ubicación de piezas específicas se mostraran como datos vectoriales, mientras que la información de fondo se mostraba simultáneamente como datos rasterizados. Esta característica minimizó las demandas de memoria y computación, y permitió a los trabajadores en el campo mostrar rápidamente la información en dispositivos Tablet (imagen cortesía de Turner Construction Company).

lugar de cortar piezas de material solo para llegar al punto de ensamblaje.

El equipo de topografía también pudo utilizar este modelo. El modelo se compartió en Trimble Connect, una plataforma de colaboración en la nube, lo que permitió al equipo de colocación localizar piezas clave en el modelo y marcar la posición correspondiente utilizando una estación total.

Refuerzo

Turner generó el modelo de barras de refuerzo del proyecto en Tekla, en colaboración con LMN Architects, Magnusson Klemencic Associates (ingeniero estructural) y CMC (fabricante de barras de refuerzo). La geometría de la exhibición El Arrecife se basó en el modelo tridimensional (3D) del arquitecto, que fue entregado como parte de los documentos del contrato. Turner generó el modelo de barras de refuerzo a partir de los documentos del contrato, que luego fue proporcionado a CMC para crear los planos de fabricación y colocación de las barras de refuerzo.

La comunicación para la colocación de las barras se realizó utilizando los planos estructurales, imágenes del modelo de barras de refuerzo y las líneas centrales de las barras generadas en el modelo Tekla. Las barras de refuerzo se enviaron individualmente al sitio de trabajo. Aproximadamente el 30% de las barras se doblaron en la planta de CMC, y el resto de las barras de refuerzo se dobló en el sitio.

Colocación del Gran Hábitat

Todo el concreto se colocó en un solo día en el enorme conjunto del Gran Hábitat. El diseño de la mezcla fue un concreto autocompactable (SCC) de 69 MPa (10 ksi). Se seleccionó debido a su

durabilidad general (confirmada por el coeficiente de difusión de cloruro en comparación con las pruebas tradicionales de penetración de cloruro) y su capacidad para consolidarse bien alrededor de las barras de refuerzo muy densas presentes en esta colocación (Fig. 6). Debido a que la colocación se realizó desde una distancia de entre 6 y 12 metros (20 y 40 pies) desde el fondo de los encofrados, era necesario tener confianza en que la mezcla se consolidaría adecuadamente y dejaría poco o ningún panal.

Con el uso del concreto autocompactable, se debían considerar las presiones de colocación hasta el nivel completo de líquido. Se realizó un estudio completo de presión de colocación con un par de maquetas de encofrado para medir la presión real en el lugar de la mezcla sobre el encofrado (Fig. 7). En una maqueta, el equipo colocó un encofrado de 20 pies de altura sin detenerse y midió las presiones con el nivel de líquido completo. En la segunda maqueta, colocaron a razón de 1.2 metros (4 pies) verticales por hora y midieron presiones de hasta solo 3,900 kg/m² (800 psf). Cuando se completaron estas pruebas, procedieron con el diseño del encofrado para una carga de 5,860 kg/m² (1,200 psf) en lugar del nivel completo de líquido. En el día de la colocación real, la tasa de colocación permitida fue de 0.6 a 1.2 metros verticales (2 a 4 pies) por hora.

Las presiones in situ se midieron con sensores Bluetooth y un iPad, lo que permitió el monitoreo de la presión en tiempo real para asegurar que los encofrados no se sobrecargaran. Esto fue muy exitoso, y la presión máxima en cualquier momento durante la colocación se observó en aproximadamente 3,660 kg/m² (750 psf). Además, se perforaron orificios de desagüe en varios lugares de los encofrados para confirmar que el concreto llegaba a las esquinas más alejadas del punto de colocación. Debido al grosor de los revestimientos de encofrado y al encofrado en sí, los puertos de visión no eran una solución práctica, por lo que se aprovecharon los orificios de desagüe y las cámaras con tubo/serpiente para verificar el flujo de concreto.

Comunicación Temprana

Para la logística general, se llevaron a cabo múltiples reuniones, comenzando meses antes de la gran colocación. Las reuniones incluyeron al proveedor de concreto Stoneway Concrete, al contratista de bombeo Brundage-Bone y a los miembros clave del personal y superintendentes de los equipos de encofrado, colocación y acabado



Figura 6. Vista aérea del Pabellón Oceánico parcialmente completado, que muestra la densidad del refuerzo (foto cortesía de Turner Construction Company).

de Turner. El equipo de diseño y construcción virtual hizo un trabajo increíble proporcionando planes que se usaron para comunicar rápidamente los requisitos logísticos.

El día de la colocación, Turner mantuvo una comunicación constante entre la planta de concreto premezclado y los equipos de colocación. El equipo de diseño y construcción virtual creó una herramienta clave, una ilustración que mostraba la cantidad de concreto en cada capa de 0.6 metros (2 pies) de la colocación. Esto permitió comparaciones inmediatas entre la cantidad bombeada y las señales visuales. Aunque la colocación finalmente tomó más tiempo del previsto, se trajo un equipo de relevo para garantizar que se mantuvieran la seguridad y la calidad.

Conclusiones

Como se demostró en el proyecto del Pabellón Oceánico, SketchUp es una herramienta eficiente para la comunicación de la información necesaria para la fabricación y ensamblaje del encofrado. El modelo de SketchUp también se utilizó para establecer la cantidad de concreto requerida en cada parte de la estructura. Aunque algunas de las características más recientes de SketchUp no estaban disponibles cuando Turner comenzó este proyecto, desde entonces se han convertido en herramientas estándar para los proyectos de Turner en adelante. Scan Essentials, por ejemplo, puede integrar nubes de puntos de las condiciones existentes; ha sido un verdadero cambio de juego para el equipo de Turner.

Partes de este artículo fueron adaptadas del video “Inside the Complex Construction of Seattle’s New Aquarium” de SketchUp en <https://www.youtube.com/watch?v=gmLQ8Bh4pmM>.



Ensayo para los encofrados:
-Sistemas de encofrado Peri (Izquierda) y Masone (derecha)
-Ensayo de recubrimientos para los encofrados.
-Ensayo de los agentes desmoldantes.

Figura 7. Las presiones sobre el encofrado se establecieron utilizando maquetas de los sistemas de encofrado Peri y MASCO empleados en el proyecto (fotos cortesía de Turner Construction Company).

Título original en inglés:
Constructing Seattle’s Ocean Pavilion. An innovative use of virtual design and construction to create custom sequential formwork

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo México Noroeste



Traductora:
Jesús Omar Montaño Montaño
Estudiante Ing. Civil
Universidad de Sonora



Revisor Técnico:
Ing. Oscar Ramírez Arvizu

El control automatizado de las máquinas ayuda en la precisión de un proyecto y a reducir los residuos

Una forma en que los profesionales de la construcción pueden mantener la eficiencia y seguridad en las obras

Un reciente informe de la Asociación de Fabricantes de Maquinaria (AEM), “Beneficios de las tecnologías de la construcción y su impacto en la sociedad”, detalla cómo las innovaciones tecnológicas están ayudando a que las construcciones sean más seguras y productivas, al tiempo que reducen su huella medioambiental. Una de esas tecnologías, el control automatizado de las máquinas, está cambiando la forma de realizar las tareas de movimiento de tierras y pavimentación. Se están alcanzando niveles de precisión y eficacia antes inimaginables, lo que se traduce en obras más seguras y productivas así como en proyectos terminados más rápidamente y con menos residuos.

“El control automatizado de las máquinas es un sistema que determina la ubicación de la maquinaria,” explica Brad Viernow, director OEM para North America Heavy Construction en Leica Geosystems, proveedor de sensores, software y servicios para inteligencia de datos geoespaciales. “Para determinar la ubicación exacta, el control de máquinas usa datos de medición procedentes de satélites o de un instrumento topográfico en el lugar denominado estación total. A continuación, el control de máquinas es capaz de comparar esos datos de posicionamiento con los del diseño de un proyecto.”

Con toda esa información, el control de las máquinas puede guiar y ayudar al operador. “En promedio, el 52% de los reprocesamientos en todo el mundo se deben a la falta de datos y de comunicación”, afirma Viernow. “Compartir datos actualizados a través de la conectividad en la nube permite al operador del equipo ver toda la información de diseño en el panel de la cabina mientras está trabajando.” Avanzando un paso más, la automatización de las máquinas puede también entrar en juego. El control de la máquina realmente logra quitar parte del trabajo de las manos del operador, al tiempo que se logra la precisión deseada más fácilmente.”

Las aplicaciones de movimiento de tierras y pavimentación se prestan muy bien al control de máquinas. Los operadores de maquinaria deben trabajar con tolerancias muy ajustadas en lo que respecta a aspectos como la colocación del material, las pendientes, la inclinación transversal y la densidad de compactación. Por este motivo, las motoniveladoras, los bulldozers, las excavadoras y las pavimentadoras se encuentran entre los equipos que más utilizan el control de máquinas en la actualidad. Sin embargo, el potencial del control de máquinas va mucho más allá.

“No hay maquinaria en el sector de la construcción en la que, de alguna manera, no se utilice este tipo de tecnología”, afirma Adam Woods, Director General de Estrategias de Innovación y Cartera de Productos de LBX Company, fabricante de equipos de excavación Link-Belt. “Incluso algo como un compactador, que parece un producto relativamente sencillo que simplemente rueda de un lado a otro, se beneficiará del control de la máquina. El control de la máquina ayuda a determinar cuánto se ha compactado y si es necesario compactar más para cumplir las especificaciones deseadas. La automatización permite incluso que las máquinas lo hagan por sí solas. Todo con el objetivo de hacer más eficientes las obras”.

Esto es también válido para obras y equipos más pequeños. “La utilidad de equipos pequeños como una cargadora compacta de orugas, unida a las ventajas de la tecnología para el control de rasante, es realmente una combinación ganadora”, afirma Sean Mairet, Director del Grupo de Productos de Control de Rasante de John Deere.

Menos trabajo, menos residuos:

Todo comienza con la precisión que un sistema de control de máquinas ayuda a proporcionar. Por ejemplo, el control de nivelación. El sistema más avanzado, el control tridimensional (3D), recibe merecidamente muchos elogios. Pero incluso un sistema bidimensional (2-D) más básico produce resultados significativos.

Un sistema de control de nivelación 2D ayuda a eliminar la excavación imprecisa guiando al operador mientras excava. El operador especifica parámetros clave como la profundidad y la pendiente en el software. A continuación, un sistema sensorial de la máquina mide esos datos a medida que la máquina excava, proporcionando indicaciones visuales y/o acústicas al operador a través de una pantalla de visualización en la cabina.

“Este nivel de control de la máquina se basa en el plano y la pendiente”, explica Mairet. “Es una solución ideal en proyectos que no requieren un diseño complejo de la obra, como un terreno en pendiente alejado de una casa. El operador le dice a la máquina que quiere mantener una pendiente del 2%, por ejemplo, y el sistema de control de pendiente bidimensional controla la cuchilla o la cuchara para conseguirlo. Desde este punto de vista, incluso un sistema 2D puede ayudar a ahorrar mucho tiempo y material al no cortar ni excavar en exceso”.

La moderna gestión de pendientes en 3D lleva la precisión a otro nivel. Algunos sistemas pueden ayudar a los operarios a conseguir una precisión milimétrica. Todos ellos se vinculan a la información de posición y a los datos de diseño del emplazamiento para localizar la máquina de forma continua.

Las estimaciones del sector sugieren que los proyectos de construcción se reducen entre un 10 y un 20% en el uso de materiales cuando se utiliza el control de rasantes. Esto tiene repercusiones económicas directas para las empresas de construcción y los ciudadanos. Al aumentar la precisión y reducir los residuos, solo en el año 2022, los contribuyentes ahorraron aproximadamente 3,600 millones de dólares en costos de material en proyectos de construcción de carreteras públicas.

El control de pendientes también puede tener un impacto positivo en la programación del proyecto. Cuando se utilizan equipos con control de máquinas, Woods ha visto cómo algunas empresas de construcción mejoran la productividad entre un 30 y un 50%.

“Piense en un proyecto como un canal de riego”, explica Woods. “Si ese canal tiene 305 m (1,000 ft) de longitud y una pendiente del 0.3%, esa pendiente no cambia mucho de un punto a otro. El control de la máquina puede comprobar constantemente esa pendiente para que sea precisa. Ahí es donde la productividad puede aumentar realmente, porque el operador no tiene que parar repetidamente para comprobar la pendiente. Resulta increíble, pero algunos contratistas incluso están terminando proyectos antes de lo previsto cuando utilizan esta tecnología”.

“Hemos descubierto que el 35% del tiempo de trabajo en una obra se dedica a actividades que no añaden valor”, añade Viernow. “Además, las repeticiones de trabajo pueden suponer un incremento medio del 10% del plazo previsto. El control de las máquinas ayuda a reducir muchos de estos residuos en todo el proceso de construcción.

Simplemente moviendo la tierra correcta la primera vez, realmente se puede reducir una gran cantidad de residuos en una obra.”

Tomar el control de la seguridad.

Las tecnologías de control de máquinas, como el control de pendientes, también pueden ayudar a reducir los incidentes relacionados con la seguridad en una obra.

“Sin una tecnología como ésta, se necesitan topógrafos, ingenieros civiles y otro personal en la obra para comprobar constantemente la inclinación”, explica Woods. “Están constantemente caminando alrededor de la máquina. A menudo trabajan dentro de una zanja. Con la tecnología de control de pendientes, se reduce la necesidad de que estas personas se sitúen en estos entornos potencialmente inseguros”.

También hay funciones de control de máquinas específicas para la seguridad que están ayudando a mejorar los lugares de trabajo. Lo primero que viene a la mente es un sistema de cámaras. Las cámaras ofrecen a los operadores una mayor visibilidad alrededor de la máquina, y a menudo alertan sobre personas y objetos que se acercan peligrosamente a ella.

Por importante que sea este tipo de sistema de manejo del operador, el control de la máquina puede hacer mucho más. La tecnología es capaz de detener una máquina cuando se detecta una posible colisión. Además, según Viernow, pueden delimitarse zonas a evitar de manera tridimensional aprovechando otra tecnología clave de la construcción, la geovalla.

“Supongamos que una persona está utilizando una excavadora en una zona en la que hay una línea eléctrica justo encima”, explica Viernow. “Mediante la geovalla basada en la ubicación, el operador podría establecer una parada automática para que el brazo de la excavadora no pudiera extenderse más allá de un punto determinado”. Esto hace que las cosas sean mucho más seguras y menos estresantes para el operador.

Alimentando la disponibilidad de personal calificado para las obras:

Además de hacer que los equipos sean más seguros y productivos, el control de máquinas también facilita su manejo. Al mejorar la precisión y hacerse cargo de determinadas funciones, el control de máquinas puede ayudar a los operadores a adquirir destreza en menos tiempo y a fatigarse menos y con menos frecuencia.

“No es fácil subirse a un equipo de construcción y empezar a hacer lo que se pide a estos operadores”, afirma Mairet. “Una tecnología como el control de pendientes puede ayudar a los operadores a sentirse cómodos y a ser productivos mucho más rápido. Incluso las personas que llevan muchos años manejando equipos se beneficiarán de una tecnología que aligere su carga de trabajo. Esto hace que los operadores estén más contentos y sean más productivos”.

“Con el manejo de la máquina, se puede tomar a un operador competente y convertirlo en sobresaliente”, añade Woods. “Con el control de la máquina, un operador novato podría aprender a cortar y dar pendientes en solo un día de uso del equipo. Sin este tipo de tecnología, la formación necesaria podría llevar meses, si no es que años.”

En este sentido, el control de máquinas es una solución a la creciente escasez de mano de obra calificada a la que se enfrenta el sector de la construcción. El control de máquinas permite a los operadores confiar en los datos en tiempo real y en un funcionamiento semiautónomo, en lugar de en la intuición y en décadas de perfeccionamiento.

“Las tecnologías de control de máquinas están modernizando el flujo de trabajo”, afirma Mairet. “Los buenos operadores y topógrafos siempre han sido capaces de mantener la pendiente. El control de máquinas está haciendo que el proceso sea mucho más seguro y eficaz. El control de máquinas es realmente un enfoque moderno de cómo damos forma a nuestro mundo”.

Seleccionados por los editores por su interés para el lector. Reimpreso con permiso de la Asociación de Fabricantes de Equipos, www.aem.org.

Título original en inglés:

TechSpotlight.

Machine Control Helps with Project Accuracy and Waste. How construction professionals can maintain jobsite efficiency and safety

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Puerto Rico



Traductora:
Nicole Mejía Borrero



Revisor Técnico:
José M. Mejía Borrero

Caso de Estudio: Renovación de un Piso de Garaje

Uso de la hidrodemolición para restaurar un piso deteriorado

Aunque pueda parecer que la hidrodemolición solo es adecuada para grandes proyectos, también puede ser una opción económica para aplicaciones menores. En el caso que se presenta aquí, por ejemplo, un contratista utilizó el sistema Ergo de Aquajet para renovar el piso de un garaje residencial con un área de solo 140 m² (1,500 ft²). El piso tenía daños considerables que requerían una reconstrucción con concreto nuevo. Aunque el proyecto parecía sencillo, el piso había sido pulido con diamante, lo que significaba que no era adecuado para adherirle una nueva capa de concreto.

Aquí es donde entró en juego el equipo de Aquajet. El método de hidrodemolición es adecuado para este tipo de trabajos por múltiples razones. No solo deja una superficie rugosa y consistente para el nuevo concreto, sino que también ofrece una eliminación selectiva, lo que significa que solo se ataca y elimina el concreto dañado, mientras que el concreto sano permanece en su lugar.

El equipo

La unidad compacta del sistema Ergo se puede transportar en la parte trasera de una camioneta pequeña o camión para una instalación rápida y fácil. Ofrece un rendimiento comparable con el de una lanza manual. El sistema Ergo también viene con Ergo Climbers que se pueden conectar a tubos de andamio estándar y moverse robóticamente a lo largo de ellos para aplicar poderosas fuerzas de hidrodemolición y así eliminar concreto y otros materiales, como pintura, caucho, revestimientos y óxido.

El contratista combinó el accesorio Ergo Rotolance 130S con el sistema Ergo para un mejor rendimiento. Este accesorio ofrece movimientos precisos y automatizados y una capacidad de chorro de agua de hasta 45 m²/h (484 ft²/h). La Rotolance es una herramienta ideal para la preparación de superficies porque puede remover de forma rápida y precisa una capa superficial de concreto dañado. Para una superficie de concreto lisa, la Rotolance es la mejor y más eficiente manera de volverla rugosa y, en última instancia, obtener un buen resultado.

El uso del Aqua Power Pack 270 permitió al contratista alcanzar presiones de agua de hasta 2,800 bar (40,000 psi) y un caudal de 40 L/minuto (10.5 gal/minuto). El tanque de diésel incorporado significa que solo se necesita suministro de combustible y agua, no se requiere suministro eléctrico externo. La pequeña cantidad de agua que utilizaba el Power Pack también fue una gran ventaja para navegar por el espacio reducido y cerrado del garaje.



El piso del garaje severamente deteriorado previo hidrodemolición



El sistema Ergo de Aquajet es compacto y de fácil configuración



La hidrodemolición deja una superficie de adherencia rugosa y uniforme para el nuevo concreto. También ofrece eliminación selectiva, lo que significa que solo el concreto dañado se selecciona y elimina, mientras que el concreto sano permanece en su lugar



El contratista terminó el trabajo en tan solo 3 horas, y la superficie tratada quedó perfecta para adherir la nueva capa de concreto que posteriormente fue pulida y abrigantada con diamante.

El procedimiento

El contratista montó un marco de 2.5 x 2.5 m con tubos de andamio estándar. Luego montaron los Ergo Climbers, así como la viga de rodadura y el cabezal de potencia. Una vez configurado, el contratista conectó las mangueras hidráulicas al controlador Ergo con un conector rápido. El sistema estaba entonces listo para usar. El equipo completó el trabajo en cuadrados, y el marco se reposicionaba después de terminar cada cuadrado.

El contratista terminó el trabajo en solo 3 horas y la superficie tratada estaba lista para adherirse a la nueva capa de concreto. El resultado fue una losa de concreto única y sólida, lista para ser pulida con diamante.

—Aquajet, www.aquajet.se

Título original en inglés:
Tech Spotlight.
Case Study: Garage Floor
Renovation. Hydrodemolition used
to restore deteriorated floor

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
Colombia



Traductor y
Revisor Técnico:
Gonzalo E. Gallo,
PhD

Discusión Adicional sobre Mezclas de Concreto de Bajo Carbono

P. *Estoy trabajando en un proyecto que requiere concreto de bajo en carbono. ¿Qué es el concreto de bajo carbono, cómo se producen mezclas de concreto de bajo carbono y cómo se reporta la reducción de CO₂?*

R. Con respecto a la sesión de preguntas y respuestas de noviembre 2023 sobre mezclas de concreto de bajo carbono (LCC)¹, poder entender cómo cumplir con los requisitos de las mezclas LCC es un desafío que muchos en la industria del concreto enfrentan actualmente. Parte del desafío es que la definición y los requisitos de reporte para LCC varían ampliamente según la jurisdicción y la agencia de especificación

Aquí hay alguna información adicional sobre el tema.

En algunos aspectos, la pregunta planteada solo se puede responder revisando los documentos de construcción del proyecto. Si uno de mis clientes solicitara asistencia para cumplir con estos requisitos, yo comenzaría preguntando:

- ¿Cuál es la definición de bajo carbono en los documentos de construcción del proyecto?
- ¿Los requisitos están basado en una mezcla o a nivel de proyecto?
- ¿Cuál es el mecanismo de reporte para “prueba” de LCC?

Definición de LCC

Estoy de acuerdo en que “no existe una definición universalmente aceptada de concreto de bajo carbono o sostenible.” Es por ello que el límite del potencial de calentamiento global (GWP) para el LCC debe ser determinado a partir de los documentos de construcción del proyecto.

Dos requisitos comunes de LCC son establecer el límite de GWP por clase de concreto o un porcentaje de reducción con respecto a una línea base, que comúnmente es un estándar regional publicado por la industria. Este es un criterio importante y solo se puede conocer al estudiar los documentos de construcción del proyecto específico.

Por Mezcla o Nivel de Proyecto

Otro punto relacionado con los requisitos es si se aplican a nivel de mezcla o a nivel de proyecto. Los requisitos por mezcla son más estrictos porque cada clase de concreto debe demostrar que cumple con su límite de GWP respectivo. Los requisitos a nivel de proyecto permiten al equipo del proyecto más flexibilidad al adaptarse mejor a limitaciones como la programación, disponibilidad de materiales y el costo, entre otros. Los límites de GWP para el proyecto se basan en promedios ponderados, por lo que algunas clases de mezcla en un proyecto pueden exceder el límite de GWP si otras clases de concreto están por debajo del límite de GWP.

Reporte

Los requisitos de reporte para el GWP del LCC son otro criterio importante. Algunos proyectos permiten a los productores presentar declaraciones ambientales de producto (EPD) basadas en promedios de la industria. Más frecuentemente, y especialmente para aquellos proyectos que tienen requisitos de LCC, se requerirá a los productores presentar una EPD específica del producto como prueba del GWP del concreto. Para los productores que buscan reducir el GWP de su concreto, los ejemplos proporcionados en el artículo de preguntas y respuestas sobre cómo reducir el GWP de una mezcla son un buen inicio. Dentro del ACI, otros recursos para investigar estas estrategias de reducción de GWP incluyen:

- Las Guías de Concreto Sostenible^{2,3}.
- ACI 130R-19, “Informe sobre el Rol de los Materiales en la Construcción de Concreto Sostenible”⁴; y
- La página de recursos de NEU:
www.neuconcrete.org/resources

Carbono embebido versus Energía Embebida

Los términos “carbono embebido” y “energía embebida” son significativamente diferentes. El carbono embebido son “las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la extracción, fabricación e instalación de materiales y productos durante el ciclo de vida.”⁵ La energía embebida es similar, pero en lugar de contabilizar los gases de efecto invernadero (GEI), es la energía renovable y no renovable atribuida a todas las etapas del ciclo de vida del producto (más allá de su uso). Si un producto se produce utilizando energía de fuentes de combustibles fósiles, habrá una correlación entre su energía embebida y su carbono embebido. Sin embargo, si un producto se produce a partir de fuentes de energía renovable, su energía embebida tendrá menos relación con su carbono embebido.

Nota del Editor Original en inglés: Algunas atribuciones del Q&A de concreto del número de noviembre de 2023 de la revista Concrete International se omitieron inadvertidamente. La Figura 1 proviene del PCR para Concreto Prefabricado⁶. Además, el texto en la parte superior de la columna izquierda en la página 110 proviene de un estándar en desarrollo por el Comité 323 de ACI, Código para Concreto de Bajo Carbono.

El texto “...un informe de evaluación del ciclo de vida (LCA) verificado por una tercera parte independiente, una declaración ambiental de producto específica del producto (EPD) verificada por una tercera parte independiente, o una herramienta LCA verificada por una tercera parte independiente. Los informes LCA, las EPD y las herramientas LCA deben cumplir con los estándares ISO apropiados, incluidos ISO 14040 e ISO 14044, y la regla de categoría de producto aplicable que cumple con ISO 21930 e ISO 14025” proviene de un punto escrito en una hoja de trabajo en proceso. Pedimos disculpas por el descuido.

Nota del Traductor: En la revista Concreto Latinoamérica de Noviembre de 2023 en la página 52 en el inciso 3 encontrará el texto referente a este punto.

Referencias

1. “Preguntas y Respuestas sobre Concreto: Mezclas de Concreto de Bajo Carbono,” Concrete International, Vol. 45, No. 11, Nov 2023, pp. 109-112.
2. The Sustainable Concrete Guide—Applications, A.J. Schokker, ed., U.S. Green Concrete Council, Farmington Hills, MI, 2010, 177 pp.
3. Schokker, A., The Sustainable Concrete Guide—Strategies and Examples, U.S. Green Concrete Council, Farmington Hills, MI, 2009, 89 pp.

4. Comité 130 de ACI, “Informe sobre el Rol de los Materiales en la Construcción de Concreto Sostenible (ACI 130R-19),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 34 pp.
5. Simonen, K.; Rodríguez, B.X.; y De Wolf, C., “Evaluación Comparativa del Carbono Embebido en Edificios,” Technology/Architecture + Design, Vol. 1, No. 2, 2017, pp. 208-218.
6. “Regla de Categoría de Producto para Declaraciones Ambientales de Producto: PCR para Concreto Precast – UNCP: 37550,” NSF International, Ann Arbor, MI, 2021, 40 pp.

Agradecimientos a Emily Lorenz, FCI, Ingeniera Consultora, Chicago, IL, EE.UU., por proporcionar la discusión.

Recursos Adicionales de ACI en Línea

Los siguientes seminarios web de ACI University, son gratuitos para miembros de ACI:

- Curso bajo Demanda: Día Especializado en Concreto Neutro en Carbono de NEU;
- Curso bajo Demanda: El Rol de la Ceniza Volcánica en la Reducción de la Huella de Carbono del Concreto;
- Curso bajo Demanda: Las 10 Principales Maneras de Reducir la Huella de Carbono del Concreto; y
- Curso bajo Demanda: Innovación en la Construcción con Concreto: Considerando el Carbono Embebido.

Para más información visítanos en www.concrete.org/education/aciversity.aspx

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

Título original en inglés:
Concrete Q&A. Further Discussion
on Low-Carbon Concrete Mixtures

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
Guatemala



*Traductora y
Revisora Técnica:*
**Ing. Xiomara Sapón
Roldan**

10 ¿Quiénes somos y qué hacemos?

Capítulo Perú invita a la XVI Convención Internacional

aciTM
40 años **perú**

aci
American Concrete Institute
Always advancing

XVI
Convención Internacional
Tendencias, Innovación y Normativas en el Concreto
Una mirada hacia el 2030

JUEVES 21
VIERNES 22
NOVIEMBRE

- Diseño y Construcción
- Reparación y Reforzamiento
- Sostenibilidad

INFORMES E INSCRIPCIONES:

Capítulo Peruano del INSTITUTO AMERICANO del CONCRETO (ACI-PERÚ)
Av. Benavides 4887 Of. 502 - Santiago de Surco
Teléfono: 965446830

www.aci-peru.org
contacto@aci-peru.org

Detalles en:
<https://lima2024.aci-peru.org/>

PROGRAMA DE LA XVI CONVENCION INTERNACIONAL ACI PERU - LIMA 2024

Hotel Hilton Miraflores

DIRIGIDO A : Profesionales, docentes, investigadores y estudiantes interesados en ampliar su conocimiento en el diseño de estructuras de concreto, evaluación y reparación de estructuras existentes.

OBJETIVO :: Consolidar un espacio de encuentro para profesionales nacionales e internacionales para compartir avances y tendencias en la industria del concreto e intercambiar experiencias acerca de desafíos presentes y futuros en la región.

	Miércoles 20 Nov.	Jueves 21 Nov.	Viernes 22 Nov.
Mañana	Latin American ACI Chapters Roundtable	3º Code Summit ACI 318-25 1º Reunión en Latinoamérica sobre normas de concreto estructural organizado por el ACI.	
Tarde	Latin American ACI Chapters Roundtable	Ponencias Magistrales: Sostenibilidad y Reparación	Ponencias Magistrales: Tendencias y normas para el diseño estructural.
	*Evento cerrado	*Los primeros 50 inscritos a la XVI Convención Internacional podrán asistir libremente al SUMMIT ACI 318-25.	

JUEVES 21 de NOVIEMBRE

HORA	TEMAS: Construcción / Reparación.
13:00 - 13:30	Registro
13:40 - 14:00	Apertura
14:00 - 15:00	Sostenibilidad en el concreto
15:00 - 16:00	Mitigación de problemas en la construcción de concreto
16:00 - 16:25	COFFEE BREAK
16:45 - 17:45	Influencia de la Norma ACI 562 en los proyectos de reparación estructural
17:45 - 18:45	Tecnologías emergentes para la mitigación de la corrosión
19:00	Cierre

VIERNES 22 de NOVIEMBRE

TEMAS: Futuro del concreto / Diseño de concreto armado.	HORA
Registro	13:00 - 13:30
Misión del ACI Internacional - Una Visión al Futuro	14:00 - 14:55
Avances en el uso de barras de GFRP en la construcción de estructuras de concreto	14:55 - 15:55
COFFEE BREAK	15:55 - 16:20
DISEÑO: MESA REDONDA	16:40 - 16:50
ACI 318-25: Actualizaciones y Visión al Futuro	16:50 - 17:20
Evolución de la Norma Peruana E-060 para el Diseño Estructural	17:20 - 18:00
Experiencia Latinoamericana de Normas para el Diseño Estructural de Concreto	18:00 - 18:30
Resumen del Summit del ACI: Adoptar o Adaptar	18:30 - 19:00
Cierre	19:00

INVERSIÓN

INVERSIÓN	HASTA: 10 OCTUBRE	HASTA: 15 NOVIEMBRE
Profesionales	S/. 600	S/. 700
Estudiantes	S/. 350	S/. 400
Extranjeros	\$ 170	\$ 200
Tarifa Corporativa	10% de descuento sobre la tarifa publicada por cada 3 asistentes.	
Socios ACI PERÚ	20% de descuento sobre la tarifa publicada para SOCIOS ACI PERÚ	

BENEFICIOS:

- Norma ACI 318-19
- Block notas, medidor de fisuras y lapicero
- Certificado digital
- Coffee breaks (2 tardes)
- Asistencia al SUMMIT para 70 primeros inscritos.

Preinscripción y más información en:

<https://lima2024.aci-peru.org/>

Inscripciones en:

<https://forms.gle/2RhCkSbTtrChJ6BUA>

Informes:

Capítulo Peruano del INSTITUTO AMERICANO del CONCRETO (ACI-PERÚ)
Av. Benavides 4887 Of. 502 - Santiago de Surco
Teléfono: 965446830
www.aci-peru.org
contacto@aci-peru.org



Lugar: Hotel HILTON - Miraflores



- ACI PERÚ promueve los objetivos del American Concrete Institute.
- Fomenta la educación y prácticas técnicas en concreto.
- Impulsa la investigación científica en concreto.
- Organiza a sus miembros para investigaciones.
- Difunde información para mejorar productos y estructuras de concreto.



PATROCINADORES ACI PERÚ:



CON EL APOYO DE:



ORGANIZADO POR:





CONCRETO
LATINOAMÉRICA