

CONCRETO LATINOAMÉRICA

VOLUMEN VII | NÚMERO 8 | AGOSTO 2026

Novedades en Tecnología

**Cómo el concreto modificado con
látex avanzado está mejorando
la durabilidad de la cubierta del
Puente Internacional Gordie Howe**

por Chuck Fifelski y Mike Christy

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. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Luis Álvarez Valencia

México Noreste

Dr. Alejandro Durán Herrera

México Noroeste

Ing. Raúl Alvarado Barbachano

México Centro y Sur

Mtro. Sergio Valdés Constantino

México Sureste

Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala

República Dominicana

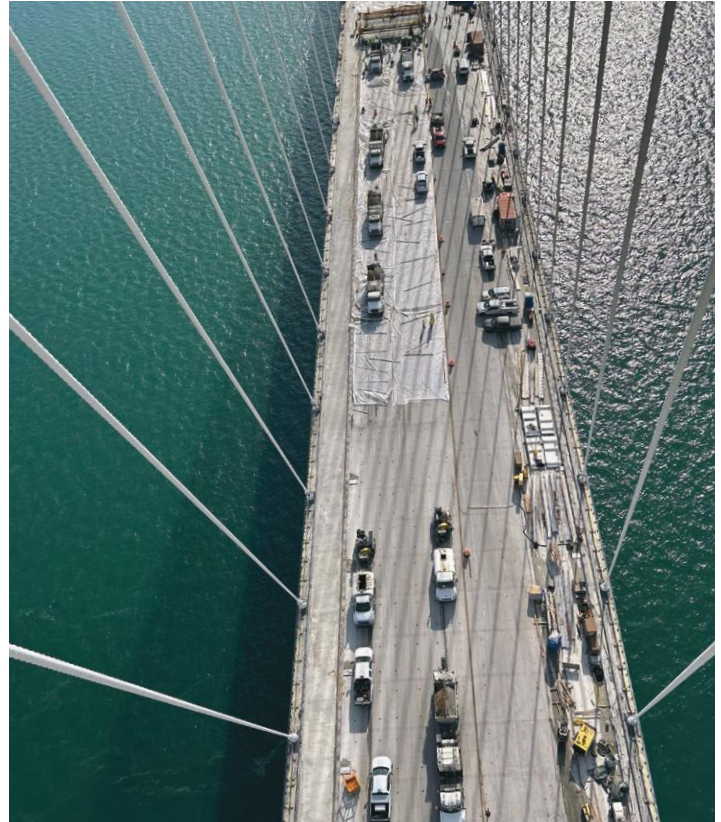
Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez

Perú

Ing. José Luis Gonzales Quezada

Puerto Rico

Ing. Anabel N. Merejildo



El concreto modificado con látex (LMC) posee un historial exitoso de uso en recubrimientos de cubiertas de puentes.

La aplicación de esta tecnología en la cubierta del Puente Internacional Gordie Howe, que une Detroit, Mich, EE. UU. con Windsor, Ontario, Canadá, permitirá mayor durabilidad de la estructura, mejor resistencia a las duras condiciones climáticas a que está sujeto, además del intenso tráfico y carga que ésta importante vía representa entre los dos países.

Cuando se coloca correctamente el recubrimiento modificado, desarrolla una adherencia duradera con la cubierta, lo que permite que recubrimiento y cubierta se comporten conjuntamente desde el punto de vista estructural, además de proteger el acero de refuerzo y preservar la integridad del sistema de la cubierta.

La foto de nuestra portada muestra parte de los procesos de colocación del recubrimiento modificado con látex sobre la cubierta del puente, incorporando el aditivo Trínseo's Modifier ATM/NA durante la construcción del Puente Gordie Howe.

(Fotografía cortesía de Modified Concrete Contractors, Inc.)

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 Agosto de 2026. 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. Alejandro Durán Herrera
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI (2024-2026)

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
Dr. José Manuel Gutiérrez Moreno
Dr. Francisco David Anguiano Pérez
Dr. Aldo Emelio Landa Gómez

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. Fabiola Nohemi Durán Mata

REVISORES EDITORIALES

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

Dr. Francisco Rene Vazquez Leal
Dr. Aldo Emelio Landa Gómez
Dr. José Manuel Gutiérrez Moreno

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll



CONTENIDO

1

Novedades en Tecnología

Cómo el concreto modificado con látex avanzado está mejorando la durabilidad de la cubierta del Puente Internacional Gordie Howe

por Chuck Fifelski y Mike Christy

4

La leyenda del Cadborosaurus

por Neil A. Cumming

2

Técnicas desarrolladas para acelerar la construcción de pavimentos aeroportuarios calefaccionados

por Aram Kalousdian

5

Estrategias para el éxito en los exámenes de certificación ACI

por Priya Pancha, Heather N. Yates y Marllon “Dan” Cook

3

Aprovecha tu experiencia práctica en concreto lanzado

Conviértete en un inspector de concreto lanzado certificado por el ACI

por Oscar Duckworth

6

Preguntas y Respuestas

Entendiendo el Cumplimiento de la Especificación Número F

Convocatoria

Incluye tu artículo de investigación
y caso de estudio en nuestra revista.
¡Publicar es muy fácil!



Descarga la
Guía de Publicación



Llena la
Carta de Solicitud

Una vez lista y firmada tu solicitud,
envíala por correo al **concretolatam@gmail.com**

Tu solicitud y artículo serán evaluados
para su publicación.

Cómo el concreto modificado con látex avanzado está mejorando la durabilidad de la cubierta del Puente Internacional Gordie Howe

por Chuck Fifelski y Mike Christy

El Puente Internacional Gordie Howe demuestra cómo el concreto modificado con látex (LMC, por sus siglas en inglés) está redefiniendo la durabilidad de la infraestructura en América del Norte. Al conectar Detroit, Michigan, Estados Unidos, con Windsor, Ontario, Canadá, a través del río Detroit, este logro de la ingeniería presenta un diseño atirantado con un claro principal de aproximadamente 2,800 pies (900 m), flanqueado por claros laterales de aproximadamente 1,200 pies (400 m) en cada extremo. Tan solo la sección atirantada se extiende cerca de 1 milla (1.6 km), lo que la convierte en el puente atirantado más largo de América del Norte. Se espera que este cruce facilite miles de millones de dólares en comercio anual, al mismo tiempo que mitiga la congestión en uno de los puntos fronterizos internacionales con mayor tráfico del continente.

Dada la importancia estratégica y los volúmenes de tránsito previstos, el recubrimiento de la cubierta del puente debía soportar un tráfico comercial pesado e incesante, fluctuaciones de temperatura y ciclos repetidos de congelamiento y deshielo, todo mientras resiste los efectos corrosivos de las sales descongelantes durante varias décadas. Para el recubrimiento de la cubierta se suministraron más de 5,000 yd³ (3,800 m³) de concreto modificado con látex, incorporando a la mezcla el aditivo de látex Trinseo's Modifier ATM/NA para proporcionar un desempeño superior y una mayor resistencia al deterioro.

Selección del material para un desempeño a largo plazo

El concreto modificado con látex posee un historial exitoso de utilización en recubrimientos de cubiertas de puentes. Su comportamiento como material, sus beneficios de desempeño y sus prácticas de

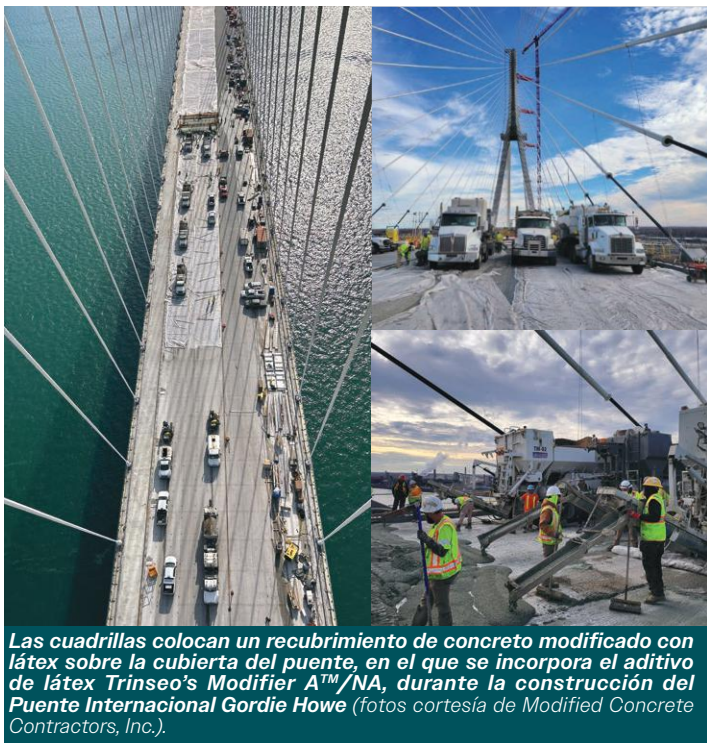
aplicación se describen en documentos del ACI, tales como ACI SPEC-548.4-11¹ y ACI PRC-548.3-09². Estos documentos identifican al LMC como un sistema comprobado para mejorar la adherencia, la durabilidad y la vida útil en los exigentes ambientes de los puentes. Desarrollado originalmente a finales de la década de 1960 para aplicaciones en cubiertas de puentes, el LMC se ha colocado sobre miles de cubiertas con el propósito de combatir el deterioro prematuro. A diferencia de muchos materiales para recubrimientos que evolucionaron a partir de mezclas generales de reparación de concreto, el LMC fue desarrollado específicamente para satisfacer las demandas particulares de desempeño de los recubrimientos adheridos para cubiertas de puentes, incluyendo una adherencia duradera, resistencia al ingreso de cloruros y un comportamiento adecuado bajo cargas cíclicas.

El aditivo de látex utilizado en los sistemas de LMC se fabrica para cumplir con las especificaciones del látex y con los requisitos de desempeño del concreto definidos por la Federal Highway Administration (FHWA), incluidos los establecidos en el Reporte No. FHWA-RD-78-35³. Esta investigación estableció criterios de desempeño para los recubrimientos modificados con látex, tales como la resistencia de adherencia, la permeabilidad, la resistencia al agrietamiento, la durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo y la resistencia a los cloruros; y estos criterios continúan orientando la selección de materiales y el diseño de mezclas para aplicaciones en cubiertas de puentes.

Desempeño y beneficios durante el ciclo de vida

El sistema de recubrimiento de concreto modificado con látex instalado en el Puente Internacional Gordie Howe fue diseñado para alcanzar una vida útil superior a 30 años. Esta durabilidad ofrece importantes ventajas desde la perspectiva del costo del ciclo de vida. Al reducir la frecuencia y el alcance previstos de los futuros proyectos de rehabilitación, se espera que el recubrimiento minimice los costos de reparación a largo plazo y limite las interrupciones del tránsito.

Cuando se incorpora en un recubrimiento para puentes, el concreto modificado con látex altera la microestructura y las características de desempeño de la matriz cementante mediante varios mecanismos fundamentales.



Mayor resistencia de adherencia

Una adherencia sólida entre el recubrimiento y la cubierta subyacente es esencial para el desempeño a largo plazo, ya que la pérdida de adherencia puede provocar delaminación, penetración de humedad y deterioro prematuro bajo las cargas producidas por el tránsito. Cuando se coloca correctamente, el recubrimiento de concreto modificado con látex resultante desarrolla una adherencia duradera y monolítica con la cubierta de concreto existente, lo que permite que el recubrimiento y la cubierta se comporten conjuntamente desde el punto de vista estructural para proteger el acero de refuerzo y preservar la integridad de todo el sistema de la cubierta.



Mayor flexibilidad y mejor respuesta ante las cargas

Los sistemas modificados con látex presentan una mayor flexibilidad y, al mismo tiempo, conservan su resistencia estructural. La matriz de cemento modificada con polímeros permite que el recubrimiento se deforme ligeramente bajo carga sin perder adherencia ni rigidez, lo que ayuda a distribuir de manera más uniforme sobre la superficie de la cubierta los esfuerzos inducidos por el tránsito, las vibraciones y los movimientos térmicos. Esta mejor respuesta ante las cargas reduce las concentraciones localizadas de esfuerzos en la interfaz entre el recubrimiento y la cubierta, disminuyendo la probabilidad de que se produzcan daños bajo condiciones exigentes de servicio.

Resistencia superior al agrietamiento

El polímero de látex mejora la resistencia al agrietamiento y a la retracción de fraguado, dos de los principales factores que contribuyen al deterioro de la cubierta a largo plazo, al aumentar la tolerancia a la deformación unitaria de la matriz cementante y ayudando a controlar el desarrollo de microfisuras durante el curado y las primeras etapas de servicio. Esta característica fue fundamental para la selección del material, ya que minimizar la formación de fisuras ayuda a proteger la cubierta contra la penetración de cloruros y otras formas de degradación. Debido a que la resistencia al ingreso de cloruros es un requisito fundamental de durabilidad para las cubiertas de puentes expuestos a sales descongelantes, este mecanismo de desempeño se analiza con mayor detalle a continuación.

Resistencia a los iones de cloruro y permeabilidad reducida

El concreto modificado con látex proporciona una mayor resistencia al ingreso de iones cloruro mediante la formación de una película polimérica continua dentro de la matriz cementante, la cual interrumpe la conectividad de los poros capilares y reduce la permeabilidad. La matriz modificada con polímeros también densifica la zona de transición interfacial entre la pasta y el agregado y limita la formación de microfisuras. En conjunto, estos mecanismos ralentizan el ingreso de cloruros y ayudan a prolongar la vida útil del concreto reforzado en ambientes agresivos expuestos a sales descongelantes.

Ejecución colaborativa a gran escala

La implementación y colocación satisfactorias del recubrimiento de concreto modificado con látex requirieron una estrecha colaboración entre Trinseo y Modified Concrete Suppliers, empresa especializada en la producción en obra y la colocación de LMC para recubrimientos de cubiertas de puentes. Trinseo proporcionó asistencia técnica para el control de la mezcla y el manejo del látex, mientras que Modified Concrete aportó su experiencia en obra en el mezclado móvil, la colocación y el control de calidad bajo condiciones de construcción activa. Este enfoque coordinado permitió obtener un desempeño uniforme

del material, un control preciso de la dosificación del látex y de la trabajabilidad, así como una colocación confiable en toda la extensión del recubrimiento de la cubierta del puente.

El centro técnico y la planta de fabricación de Trinseo en Midland, Michigan, ubicados aproximadamente a 2 horas del sitio del proyecto, proporcionaron una ventaja logística que permitió brindar asistencia técnica con rapidez y mantener una coordinación en tiempo real durante la producción y la colocación. Esta proximidad permitió atender eficientemente las condiciones de obra y asegurar el cumplimiento constante del diseño de la mezcla y de las especificaciones de desempeño.

Durante toda la colocación se mantuvieron condiciones de curado que conservaron uniformes la humedad y la temperatura, favoreciendo la hidratación adecuada del cemento y el desarrollo del polímero necesarios para obtener una resistencia de adherencia uniforme y durabilidad a largo plazo.

Avance de los estándares de infraestructura

El Puente Internacional Gordie Howe demuestra cómo los materiales de alto desempeño pueden prolongar la vida útil de la infraestructura cuando se combinan con conocimientos especializados y una ejecución disciplinada. La colaboración entre los desarrolladores de materiales y los contratistas experimentados fue esencial para convertir las propiedades de los materiales en un desempeño confiable y comprobado en obra.

A medida que las entidades y los propietarios otorgan una prioridad cada vez mayor a la durabilidad, la resiliencia y el valor durante el ciclo de vida, el concreto modificado con látex continúa siendo una solución bien consolidada para aplicaciones en cubiertas de puentes. El proyecto pone de manifiesto la importancia de seleccionar cuidadosamente los materiales, proporcionar una asistencia técnica rigurosa y realizar una aplicación precisa para satisfacer las exigencias cambiantes de la infraestructura moderna.

Referencias

1. Comité ACI 548, «Especificación para recubrimientos de concreto modificado con látex (ACI SPEC-548.4-11)», Instituto Americano del Concreto, Farmington Hills, Michigan, 2012, 8 pp.
2. Comité ACI 548, «Informe sobre el concreto modificado con polímeros (ACI PRC-548.3-09)», Instituto Americano del Concreto, Farmington Hills, Michigan, 2009, 39 pp.
3. Clear, K.C., y Chollar, B.H., «Modificadores de látex de estireno-butadieno para concreto de recubrimiento de cubiertas de puentes», FHWA-RD-78-35, Administración Federal de Carreteras, Washington, D.C., 1978, 130 pp.

Seleccionado por los editores por ser de interés para los lectores.

Chuck Fifelski es un líder jubilado de Servicio Técnico y Desarrollo de Trinseo, donde dedicó más de 40 años al avance de las tecnologías de látex sintético para adhesivos, construcción y aplicaciones de concreto modificado con látex. A lo largo de su carrera, Fifelski contribuyó al desarrollo de Modifier A™/NA Latex y se desempeñó como el principal referente técnico de Trinseo para los sistemas de concreto modificado con látex. Con formación en ingeniería química y amplia experiencia de liderazgo, contribuyó a la comercialización de nuevos productos y tecnologías de látex en todo el mundo.



Mike Christy es especialista en Servicio Técnico y Desarrollo del equipo de Recubrimientos, Adhesivos, Selladores y Elastómeros (CASE) de Trinseo. Su trabajo se centra en impulsar el uso del latex sintético en aplicaciones para la construcción, el desarrollo de polímeros, la asistencia a los clientes y la exploración e incorporación a nuevos mercados para favorecer el crecimiento del negocio. Christy cuenta con más de 14 años de experiencia en la industria de productos químicos especializados, abarcando una amplia variedad de aplicaciones y composiciones químicas. Es el principal contacto técnico de Trinseo para aplicaciones relacionadas con la construcción en América del Norte.



GI Germann Instruments

The Pioneer of Innovative Nondestructive Test Systems for Concrete

ICAR PLUS

El reómetro ICAR Plus es un instrumento portátil y práctico para medir las propiedades fundamentales de flujo del concreto fresco bajo el modelo reológico de Bingham: tensión de fluencia y viscosidad plástica.



Stress Grow Test:

Realiza un ensayo controlado de crecimiento de esfuerzo a velocidad lenta constante, determinando la tensión de fluencia estática a partir del par máximo medido con alta precisión.

Flow Curve Test

Caracteriza la tensión de fluencia dinámica y la viscosidad plástica para una evaluación precisa del comportamiento reológico del material.



Contáctanos



Productos

Título original en inglés:

Tech Spotlight:

How Advanced Latex-Modified Concrete is Enhancing Bridge Deck Durability on the Gordie Howe International Bridge

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo México Noroeste



Traducción:

**Alumno Emiliano
Martínez Villalobos**



Revisión Técnica:

**Ing. Oscar Ramírez
Arvizu**

Aprovecha tu experiencia práctica en concreto lanzado

Conviértete en un inspector de concreto lanzado certificado por el ACI

por Oscar Duckworth

Hay un viejo dicho entre los ingenieros e inspectores que dice que nunca se tienen demasiadas credenciales. Si bien eso es cierto para muchas profesiones, en el ámbito del concreto lanzado se le da muy poca importancia. El conocimiento y la experiencia relacionados con la ejecución exitosa de las obras de concreto son los activos profesionales más valiosos para quienes se dedican a la aplicación de concreto lanzado. Los especialistas en concreto lanzado saben como se realiza el trabajo y pueden reconocer de inmediato atajos, defectos ocultos y otras señales de alerta. Entonces, ¿por qué no aprovechar esa valiosa experiencia obteniendo la certificación de Inspector de Concreto Lanzado certificado por el Instituto Americano del Concreto (ACI, por sus siglas en inglés)?

La transición o el complemento de una exitosa carrera en el campo hacia un puesto de inspector es una evolución natural y gratificante para los trabajadores con experiencia de cualquier profesión. En los proyectos comunes, el propietario y el ingeniero a cargo exigen la presencia de inspectores u otro tipo de personal de supervisión de la construcción. El inspector es responsable de supervisar el trabajo y de documentar que se realice de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

En Estados Unidos existe una grave escasez de Inspectores de Concreto Lanzado Certificados por el ACI. De hecho, en muchas regiones, los inspectores de concreto lanzado suelen recorrer distancias considerables para satisfacer la demanda.

El programa de certificación de inspectores de concreto lanzado del ACI se puso en marcha en 2019 con el fin de ayudar a satisfacer la gran demanda de personal calificado para la inspección de concreto lanzado en obra, así como para los inspectores de concreto actuales que deseen obtener la

Certificación de Inspector de Concreto Lanzado del ACI. Desde el inicio del programa, trabajadores especializados en concreto lanzado, diseñadores, supervisores de proyectos y otras personas con experiencia en diversos ámbitos relacionados con el concreto lanzado han obtenido la credencial de Inspector Certificado en Concreto Lanzado por el ACI, lo que ha supuesto un beneficio significativo para la industria.

Los inspectores quieren contribuir a ofrecer un producto de calidad; sin embargo, pueden surgir desacuerdos con el personal de inspección respecto al uso del concreto lanzado frente a los métodos tradicionales de colado de concreto.

Desafortunadamente, las decisiones sobre si la aplicación del concreto lanzado se realiza en estricta conformidad con las especificaciones del proyecto suelen presentar inconsistencias entre los inspectores. En muchos casos, el personal de inspección saca conclusiones basadas en ideas erróneas comunes o en su experiencia con trabajos de concreto colado en obra. Son frecuentes los desacuerdos en cuanto a la preparación de superficies, la separación del refuerzo, el rechazo de materiales y las juntas frías.

Contar con la credencial de Inspector de Concreto Lanzado del ACI puede resultar útil cuando surgen diferencias de opinión o cuando se discuten cuestiones relacionadas con el cumplimiento o no cumplimiento de las normas. La credencial de inspector de concreto lanzado del ACI certifica que los conocimientos específicos del inspector sobre el concreto lanzado están actualizados y han sido verificados mediante un criterio de evaluación aprobado. Los Inspectores de Concreto Lanzado del ACI están calificados para supervisar la aplicación del concreto lanzado y verificar que el trabajo se haya realizado de acuerdo con las especificaciones del proyecto y de la norma ACI SPEC-506.2-13(18), "Specification for Shotcrete".

Aunque la certificación del ACI pueda parecer inicialmente más favorable para los inspectores de construcción de concreto ya en activo, ofrece numerosas ventajas a los constructores que subcontratan la aplicación de concreto lanzado en sus proyectos, e incluso a los contratistas especializados en concreto lanzado. Entre las ventajas se incluyen:

- Reconocimiento visual de un concreto lanzado de calidad durante su aplicación;



Los Inspectores de Concreto Lanzado del ACI ayudan a garantizar la calidad de la aplicación del concreto lanzado

- Conocimiento de cómo comunicar al equipo del proyecto (propietarios, ingenieros e inspectores con menos experiencia) los aspectos que intervienen en la aplicación de un concreto lanzado de calidad;
- Conocimiento de los métodos de prueba adecuados para verificar la calidad del concreto colado;
- Conocimiento de los métodos de curado y protección adecuados para un proyecto; y
- Contar con una credencial reconocida internacionalmente que respalde la experiencia ante las inquietudes sobre los requisitos de especificación frente al desempeño.

¿Cómo obtener las credenciales necesarias?

Para convertirse en un Inspector de Concreto Lanzado certificado por el ACI se requiere algo más que conocimientos sobre el concreto lanzado. También se requieren conocimientos generales sobre la inspección de concreto. Si bien la experiencia práctica en el oficio cuenta para cumplir con los requisitos de certificación, otros requisitos previos para convertirse en un Inspector de Concreto Lanzado del ACI incluyen:

- La aprobación de un examen escrito a libro abierto; y
- Haber obtenido la certificación de Técnico en Ensayos de Campo de Concreto del ACI –Grado I (CFTT-I) (certificación vigente o

haber aprobado el examen escrito de CFTT-I en el plazo de un año a partir de la fecha en que se haya aprobado el examen escrito de Inspector de Concreto Lanzado).

La certificación de Inspector de Concreto Lanzado del ACI requiere 3 años de experiencia laboral satisfactoria en al menos una de las siguientes áreas:

- Pruebas, inspección y control de calidad del concreto lanzado;
- Supervisión de los trabajos de construcción con concreto lanzado; o
- Diseño de estructuras de concreto lanzado.

La experiencia laboral satisfactoria también puede demostrarse mediante la asistencia al seminario de todo un día de la Asociación Americana de Concreto Lanzado (ASA, por sus siglas en inglés) titulado “Concreto Lanzado de calidad: reconózcalo cuando lo vea” que equivale a 1 año de experiencia en el campo.

Adquirir experiencia en concreto lanzado en el campo y mediante educación es muy valioso. Completar el proceso de certificación acredita la experiencia en la aplicación de concreto lanzado ante los profesionales de la industria de la construcción con concreto.

Una vez obtenida la certificación, se puede incluir en el perfil de LinkedIn para que los propietarios, ingenieros o constructores puedan encontrar fácilmente el perfil al buscar un inspector de concreto lanzado certificado por el ACI. Para obtener más información, visite www.concrete.org/certification.

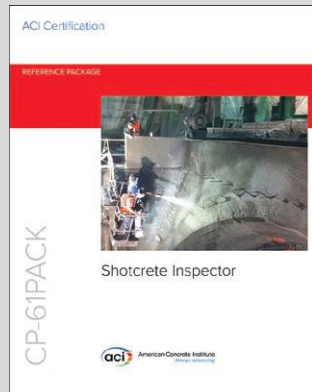
Referencias

1. ACI Committee 506, “Specification for Shotcrete (ACI SPEC-506.2-13) (Reapproved 2018),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2013, 12 pp.

Seleccionado por los editores por ser de interés para los lectores.

CP-61PACK: Paquete de referencia para inspectores de concreto lanzado

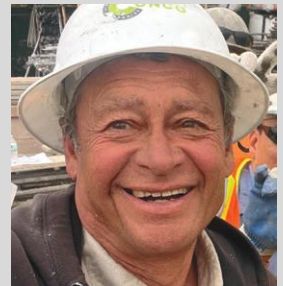
Este paquete de carpetas incluye información sobre el programa, un análisis de tareas laborales, un examen tipo y reimpresiones de materiales técnicos del ACI y la ASA que se utilizan en el programa.



Los documentos incluyen:

- ACI 305R-10, "Guide to Hot Weather Concreting"
- ACI 305.1-14, "Specification for Hot Weather Concreting"
- ACI 306R-16, "Guide to Cold Weather Concreting"
- ACI 306.1-90(02), "Standard Specification for Cold Weather Concreting"
- ACI 506R-16, "Guide to Shotcrete"
- ACI 506.1R-08, "Guide to Fiber-Reinforced Shotcrete"
- ACI 506.2-13, "Specification for Shotcrete"
- ACI 506.4R-94(04), "Guide for the Evaluation of Shotcrete"
- ACI 506.6T-17, "Visual Shotcrete Core Quality Evaluation"
- ACI CCS-4(08), "Shotcrete for the Craftsman"
- ASA, "Safety Guidelines for Shotcrete"

Oscar Duckworth, FACI, es un especialista en concreto lanzado certificado por el ACI con más de 44,000 horas de trabajo con la boquilla. Ha trabajado como especialista en concreto lanzado en más de 2,500 proyectos. Actualmente, Duckworth es examinador de la ASA/ACI para los procesos de mezcla húmeda y seca. Miembro de la ASA y ex presidente de esta, ha formado parte de la Junta Directiva y ha sido presidente del Comité de Educación de la misma. Sigue trabajando como consultor de concreto lanzado y especialista certificado en concreto lanzado.



Título original en inglés:
**Leverage Your Hands-On
Shotcrete Experience**

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



Traducción:
**Lic. Iliana Margarita
Garza Gutiérrez**



Revisión Técnica:
**Dr. José Manuel
Gutiérrez Moreno**

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

www.acilatinoamerica.com

Encuentra en nuestro sitio web

Publicaciones pasadas

Directorio de capítulos del ACI

Noticias y eventos

Publicaciones relacionadas



Técnicas desarrolladas para acelerar la construcción de pavimentos aeroportuarios calefaccionados

por Aram Kalousdian

Investigadores del Instituto de Transporte y del Programa de Ingeniería e Investigación de Pavimentos Sostenibles (PROSPER) del Departamento de Ingeniería Civil, de la Construcción y Ambiental de la Universidad Estatal de Iowa (Iowa State University, ISU) desarrollaron técnicas avanzadas para automatizar y acelerar la construcción de pavimentos aeroportuarios calefaccionados de gran escala, destinados a la remoción de nieve y al deshielo de pistas de aterrizaje.

Concreto eléctricamente conductor

Los investigadores determinaron que un concreto eléctricamente conductor optimizado (ECON, por electrically conductive concrete) presentó el menor consumo de energía entre los sistemas de pavimentos calefaccionados eléctricamente disponibles al momento del estudio. “El enfoque de dos capas empleado en el diseño y la construcción del prototipo de losa de ECON es rentable en términos de costo de construcción, consumo de energía y ahorro en costos de operación, y puede aplicarse a pavimentos calefaccionados de gran escala basados en ECON mediante técnicas avanzadas de construcción, como el concreto prefabricado, las sobrecapas de concreto y la pavimentación en dos capas”, según se describe en el informe del estudio.¹

Prototipo de ECON

Se construyó una losa prototipo de ECON, con dimensiones de 1,220 mm (48 pulg.) de longitud × 860 mm (34 pulg.) de ancho × 100 mm (4 pulg.) de espesor, en el Laboratorio de Investigación de

Pavimentos y Materiales de Concreto de Cemento Portland (PCC Lab) de la ISU, con el fin de identificar problemas relacionados con la construcción y la operación.

“El espesor de losa de 10 cm se dividió en dos capas: una capa superior de ECON de 5 cm [(2 pulg.)] y una capa inferior de 5 cm de concreto convencional”, indicó el informe. “El propósito de utilizar una capa delgada de ECON fue reducir el costo y calentar la superficie según fuera necesario para derretir la nieve y el hielo. El concepto de colocar dos capas de concreto una sobre otra no es nuevo y se está utilizando como técnica de construcción sostenible para la colocación de concreto, como en las sobrecapas de concreto y en la pavimentación de concreto en dos capas”, añadió el informe.

“Se embebieron en la capa de ECON dos perfiles angulares perforados de acero galvanizado, de 3.175 cm [(1.3 pulg.)] de longitud × 3.175 cm de ancho × 0.32 cm [(0.1 pulg.)] de altura, separados 65 cm [(26 pulg.)] entre sí. Cada perforación de los perfiles de acero era mayor que el tamaño máximo del agregado, con el fin de garantizar que el concreto conductor pudiera adherirse al electrodo. Los electrodos se conectaron a la fuente de corriente alterna (CA) para energizar el concreto conductor. Se instalaron sensores de temperatura tanto en la capa de ECON como en la de concreto convencional. Se colocaron capas de aislamiento de 2.5 cm [(1 pulg.)] de espesor en los bordes y en la parte inferior de la losa, con el fin de minimizar las pérdidas de calor”.

La fabricación de la losa prototipo calefaccionada de ECON incluyó la colocación de espuma de poliestireno extruido de 25 mm de espesor dentro del encofrado de la losa. Posteriormente, se colocó una capa de 50 mm de espesor de concreto convencional; la superficie se enrasó con regla y luego se ranuró para mejorar la adherencia entre las capas de concreto convencional y de ECON. Enseguida se colocaron sobre la superficie dos electrodos perforados en forma de ángulo. Por último, se colocó una capa de 50 mm de espesor de ECON sobre la capa de concreto convencional. La mezcla de ECON contenía 0.75% en volumen de fibra de carbono de 6 mm (0.2 pulg.) de longitud. Esta mezcla proporcionó una resistividad eléctrica de aproximadamente 50 Ω ·cm y una resistencia a la compresión a los 28 días de 40 MPa (5,800 psi). Se instalaron sensores de temperatura tanto en la capa de ECON como en la de concreto convencional.

“Se estimó un costo total de construcción de 130 dólares (USD) para producir la losa prototipo final calefaccionada de ECON. El costo de construcción depende del costo del elemento calefactor y de su capacidad para proporcionar la radiación térmica deseada para derretir la nieve con un consumo eficiente de energía”, añadió el informe.

Una vez completada la losa prototipo de ECON, se realizaron ensayos para evaluar su desempeño en el derretimiento de nieve bajo una capa de 25 mm de espesor. Se utilizó una fuente de alimentación de CA (80 voltios y 11 amperios) para energizar los electrodos. Con una temperatura ambiente de -1°C (30.2°F) y una velocidad del viento de 16 km/h (10 mph), más de la mitad de la nieve sobre la superficie de la losa de ECON se derritió después de 25 minutos, y la mayor parte de la nieve se derritió después de 35 minutos. El consumo de energía de la losa de ECON durante el derretimiento de una capa de nieve de 25 mm de espesor se comparó con el de sistemas de pavimentos calefaccionados eléctricamente (HPS, por heated pavement systems) desarrollados previamente, y la losa de ECON presentó el menor consumo de energía.

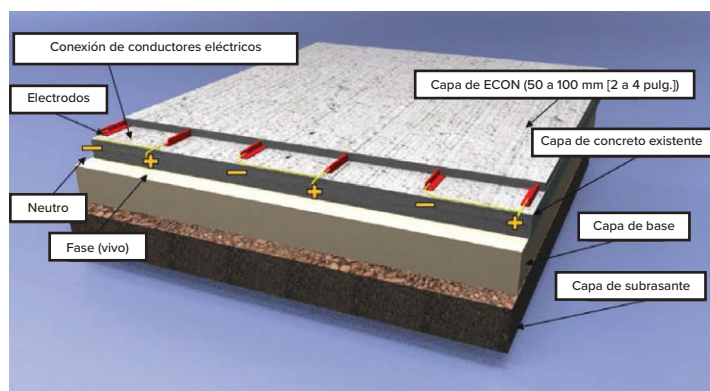


Fig. 1: Sección transversal de una losa de ECON HPS con sobrecapa adherida (ilustración cortesía de la ISU)

Posibles implementaciones

Este tipo de HPS puede implementarse en pavimentos de concreto de gran escala utilizando pavimento de concreto prefabricado (PCP, por precast concrete pavement), sobrecapas de concreto y sistemas de pavimentación en dos capas. Los parámetros de diseño que deben determinarse para una instalación de ECON HPS de gran escala incluyen las dimensiones de las losas, la distancia entre electrodos, la resistencia eléctrica y el voltaje. El procedimiento de diseño desarrollado en el estudio puede utilizarse para determinar estos parámetros.

Para lograr un desempeño adecuado, un ECON HPS requiere una mezcla de ECON de baja resistividad (alta conductividad), electrodos con buena adherencia al ECON y aislamiento térmico. El ECON se calienta mediante corriente alterna (CA), ya que esta invierte periódicamente su dirección. A diferencia de la corriente continua (CC), que fluye únicamente en una dirección, la CA permite que los electrones recorran trayectorias más variadas dentro del material conductor.

El equipo del proyecto de la ISU desarrolló un marco conceptual de diseño para el ECON HPS. Dentro de este marco, el sistema incluye la capa de ECON, los electrodos, conductos de cloruro de polivinilo (PVC), sensores de temperatura, una fuente de alimentación eléctrica, dispositivos de protección contra fallas a tierra y una caja de control. La alimentación eléctrica del ECON HPS se controlará mediante puntos de ajuste de la temperatura ambiente o de la temperatura medida dentro de la capa. Como alternativa, podrá utilizarse un detector de nieve. Por último, los sistemas ECON HPS se desactivarán cuando la temperatura ambiente supere los 2 a 5°C (35 a 41°F).

El estudio también incluyó un ensayo de laboratorio de posibles materiales para los electrodos. Cada material candidato se colocó en un recipiente lleno de agua salada para acelerar el ensayo mientras se aplicaba energía eléctrica. El acero galvanizado presentó un desempeño deficiente, ya que el recubrimiento de zinc se desprendió después de aproximadamente 24 horas de exposición a la corriente eléctrica. En contraste, el acero inoxidable 316L (de bajo contenido de carbono) mostró un buen desempeño y fue recomendado como material para los electrodos en futuras instalaciones.

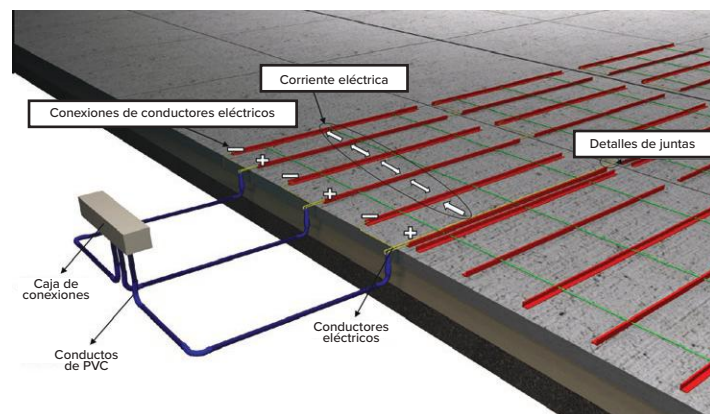
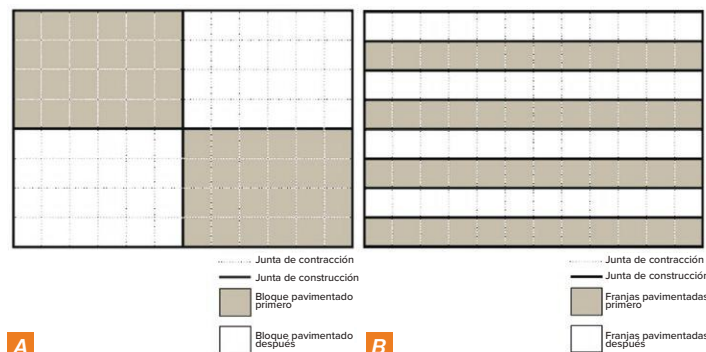


Fig. 2: Esquema del sistema de cableado y de electrodos (ilustración cortesía de la ISU)

La Figura 1 ilustra un sistema ECON HPS construido mediante una sobrecapa adherida. El primer paso en la construcción de una sobrecapa de ECON HPS consiste en colocar y fijar los electrodos sobre el concreto existente. Para un funcionamiento óptimo, los electrodos deben fijarse a la misma elevación. Como parte del segundo paso, los electrodos deben limpiarse, deben completarse las conexiones eléctricas (véase la Fig. 2) y debe verificarse la continuidad del sistema eléctrico. El tercer paso consiste en colocar la capa de ECON. En áreas extensas de pavimento, como estacionamientos con losa sobre el terreno y pavimentación de áreas aeroportuarias, las losas pueden colocarse por bloques o por franjas (Fig. 3). El cuarto paso consiste en instalar la fuente de alimentación y un sistema de control, integrado principalmente por un sistema de adquisición de datos y una computadora. “Ambos deben ubicarse cerca de la caja de conexiones de PVC, donde los conductores eléctricos de los sistemas de sensores pueden pasar a través de la caja de conexiones y conectarse posteriormente a la fuente de alimentación y al sistema de control”, indicó el informe.



El informe también analizó las implementaciones de ECON con PCP. Entre sus ventajas se incluyen una construcción más rápida y una mejor distribución del calor (asociada con una colocación más precisa de los electrodos). Además, los materiales de apoyo utilizados debajo del PCP pueden modificarse para comportarse como una capa de aislamiento, por lo que los sistemas HPS que utilizan PCP podrían ofrecer un mejor desempeño y reducir los costos de operación. Por último, los sistemas HPS que utilizan PCP tienen el potencial de instalarse en áreas pequeñas, como las posiciones de estacionamiento de aeronaves, para evitar la acumulación de nieve y hielo.

Sistema de pavimento calefaccionado hidrónico

El equipo de investigación también desarrolló un marco conceptual de diseño para sistemas de pavimento calefaccionado hidrónico (HHPS, por hydronic-heated pavement systems) con PCP, pavimentación en dos capas y sobrecapas de concreto. En los HHPS, un fluido calentado circula a través de tuberías embebidas, colocadas a una profundidad mínima de 50 mm por debajo de la superficie del concreto (Fig. 4). Puede utilizarse una variedad de fuentes de calor, incluidos pozos geotérmicos o calentadores de gas natural, según la disponibilidad en el sitio del proyecto. Al igual que los sistemas ECON, los sistemas HHPS pueden operarse automáticamente mediante un sistema de control que enciende o apaga el sistema con base en las temperaturas medidas por sensores embebidos en el concreto.

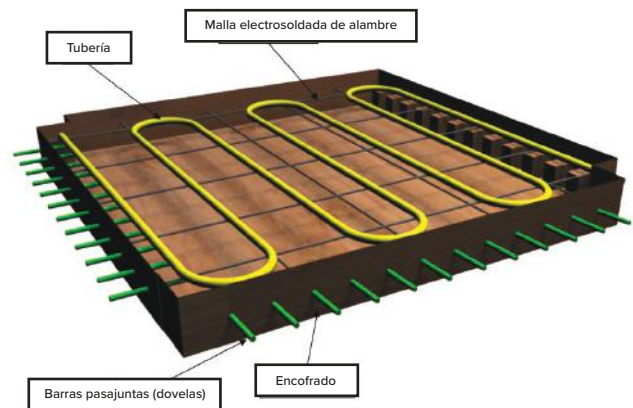


Fig. 4: Visualización de la fabricación de una losa calefaccionada hidrónica con pavimento de concreto prefabricado (ilustración cortesía de la ISU)

Recomendaciones para investigaciones futuras

El informe formuló las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones:

- Los hallazgos del estudio pueden utilizarse para diseñar y construir implementaciones de HPS a escala real, con el fin de continuar su estudio mediante demostraciones de campo con pavimentación en dos capas en entornos aeroportuarios reales. Sería conveniente desarrollar un diseño de mezcla para la capa inferior, con el propósito de mitigar la pérdida de calor durante la operación del HPS.
- Debe realizarse un estudio integral para investigar el efecto de implementar el ECON HPS como sobrecapa adherida o no adherida,

con el fin de identificar cuál de los dos tipos es más eficiente en términos de pérdida de calor, problemas de adherencia y costo de operación.

- Deben identificarse y atenderse los aspectos prácticos relacionados con la implementación de pavimentos de concreto calefaccionados a escala real. Actualmente existen pocos sitios o tramos de prueba de pavimentos de concreto calefaccionados a escala real en el mundo, y la mayoría se ha centrado en pavimentos calefaccionados hidrónicos alimentados con energía geotérmica.
- Debe realizarse un estudio integral para investigar el efecto y el desempeño de la implementación de técnicas avanzadas de construcción para pavimentos aeroportuarios calefaccionados de gran escala, en términos de pérdida de calor, esfuerzos térmicos y mecánicos, y efectos de alabeo térmico (curling) y alabeo por contracción diferencial (warping), con el fin de identificar cuáles técnicas podrían considerarse más eficientes y confiables.
- Deben investigarse los aspectos de seguridad relacionados con el ECON HPS durante su operación, especialmente donde se aplica voltaje a través de los electrodos embebidos, así como el efecto del ECON con respecto a la interferencia electromagnética (EMI) sobre los sistemas de ayuda a la navegación aeronáutica (NAVAID) o los equipos de comunicación en los aeropuertos.

Referencia

1. Abdulla, H.; Ceylan, H.; Kim, S.; Gopalakrishnan, K.; Taylor, P.; and Sassani, A., "Advanced Construction Techniques for Heated Pavement Systems," Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, College of Engineering, Program for Sustainable Pavement Engineering and Research (PROSPER), Institute for Transportation, Iowa State University, Ames, IA, U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Report No. DOT/FAA/TC-22/36, 2023, 105 pp.

Seleccionado por los editores por su interés para los lectores.

Aram Kalousdian cuenta con varios años de experiencia en el periodismo especializado en la industria de la construcción. Fue director y propietario de la revista Michigan Builder and Infrastructure y editor de la revista Michigan Contractor & Builder.



Título original en inglés:
Techniques developed to
accelerate heated airport
pavement construction

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo de
Puerto Rico**



*Traducción y
Revisión Técnica*
**Ing. Anabel N.
Merejido**



ENLACE

ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE
CAPÍTULOS ESTUDIANTILES ACI 2026

SEPTIEMBRE 9-12, 2026
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO



**SEDE UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD FEyRI**

COSTO CARNET ESTUDIANTES

\$2,999.00 HASTA EL 30 DE JUNIO

\$3,199.00 HASTA EL 31 DE JULIO

**\$3,399.00 HASTA AGOTAR
EXISTENCIAS**

**CARNET
PROFESIONAL \$4,500.00**

**EL CARNET INCLUYE: CONFERENCIAS,
MESAS REDONDAS, VISITAS DE OBRAS Y
TALLERES TÉCNICOS (CUPO LIMITADO)
SÓLO COMIDA MIÉRCOLES, JUEVES Y VIERNES,
CENA DE CLAUSURA Y PREMIACIÓN**

**REGISTRO GENERAL
AL ENLACE**
<https://cutt.ly/etLklzr0>



**BASES DE LA COMPETENCIA
DE BOLOS DE BOLICHE**



DEPÓSITO:

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

     **ACI.Mexico.NW**

Información:
enlaceaci1@gmail.com



enlaceaci2026





ENLACE

ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE
CAPÍTULOS ESTUDIANTILES ACI 2026

SEPTIEMBRE 9-12, 2026
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

REGISTRO GENERAL
AL ENLACE
<https://cutt.ly/etLklzr0>



EXPOSITORES



**ING. ÓSCAR
ANTOMMATTEI**

KIEWIT
CORPORATION



**DR. ESTEBAN
ASTUDILLO**

CONSULTOR EN
INGENIERÍA ESTRUCTURAL



**DRA. CAROLINA
PRIETO**

GERENTE CORPORATIVO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
EN GCC



**DR. JOSÉ
IZQUIERDO**

PRINCIPAL EN INGENIERÍA
PORTICUS EN RÍO PIEDRA



**ING. PLINIO E.
HERRERA**

PRESIDENTE DEL CAPÍTULO
ACI GUATEMALA



**MC. HÉCTOR G.
PÉREZ TRINIDAD**

MANAGER LATAM
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE



**MI. ARTURO
GAYTÁN**

GERENTE DE SOSTENIBILIDAD
Y ENLACE / CEMEX



**DR. ROBERTO
STARK**

PRESIDENTE
SATK + ORTIZ S.C.



**DR. PEDRO
CASTRO BORGES**

INVESTIGADOR CINVESTAV-IP
MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO



**DR. GERMÁN
HERMIDA**

DIRECTOR TÉCNICO
CEMEX MÉXICO



**DR. LUIS FERNANDO
GONZÁLEZ**

DIRECTOR CONSTRUCTORA
E INMOBILIARIA GELZA



**ING. FILIBERTO
MARÍN LÓPEZ**

JEFE DE SOPORTE TÉCNICO
EUCOMEX

TALLERES SIMULTÁNEOS



SIEMPRE AHÍ

APLICACIONES
DE LA CAL COMO
CEMENTANTE

ING. LUIS
CORDERO ORTIZ



The Synthetic Fiber Experts

DISEÑOS DE
ELEMENTOS DE
CONCRETO REFORZADO
CON FIBRAS

MC. ABRAHAM
HIDALGO



PRUEBAS
BÁSICAS DE
CONCRETO

ING. GUSTAVO
OSORIO PECH



CONCRETO
AUTOCOMPACTABLE
EN PREFABRICADOS:
LA IMPORTANCIA DE
LOS ADITIVOS

ING. RICARDO BACA A.
ING. JESÚS RAMÍREZ T.



PRODUCTOS
ESPECIALES Y
SU APLICACIÓN

ING. ALONSO SOJO



México Capítulo Noroeste

BÁSICO PARA
SUPERVISORES
DE OBRA

ING. FELIPE DE JESÚS
GARCÍA RODRÍGUEZ

PATROCINADORES



TALLER DE DISEÑO ESTRUCTURAL



SIEMPRE AHÍ



The Synthetic Fiber Experts



Información:
enlaceaci1@gmail.com



[enlaceaci2026](https://www.instagram.com/enlaceaci2026)



La leyenda del Cadborosaurus

Por Neil A. Cumming



Fig. 1: El Cadborosaurus en tiempos recientes (fotografía cortesía de Neil A. Cumming)

El Cadborosaurus es una criatura legendaria similar a una serpiente marina que, según muchos, habita en las aguas del sur de la isla de Vancouver, en la costa oeste de Canadá. El Cadborosaurus, o “Caddy” como se le conoce localmente (numerosos reportes y artículos periodísticos se refieren a Caddy universalmente como “él”), toma su nombre de la bahía de Cadboro, en el actual Distrito de Saanich, un suburbio de Victoria, Columbia Británica, Canadá. La bahía debe su nombre al bergantín naval británico HMS Cadboro, que navegó y ancló en la bahía en 1842.¹ Se han reportado numerosos avistamientos del Cadborosaurus desde la década de 1930.² Se dice que los pueblos indígenas de la zona reportaron avistamientos mucho antes. A pesar de los numerosos supuestos avistamientos del Cadborosaurus, existe una falta de evidencia contundente que confirme su existencia, a menos que se considere una réplica de concreto como evidencia contundente.

Monumentos Conmemorativos de Concreto.

La misión del Comité ACI 120, Historia del Concreto, es “desarrollar y reportar información sobre la historia del concreto”. Una nueva iniciativa del comité que consiste en escribir artículos sobre monumentos conmemorativos en Norteamérica y en el resto del mundo que estén construidos con concreto. Este artículo es el segundo de la serie. Si usted conoce algún monumento conmemorativo de concreto que considere debería ser incluido, comuníquese con el presidente del Comité ACI 120, F. Michael Bartlett, al correo f.m.bartlett@uwo.ca.

Aunque algunos reportes han descrito a la criatura con una cabeza similar a la de un caballo,³ los escépticos han atribuido los avistamientos a diversas formas de vida marina conocidas, incluyendo focas, anguilas congrio, ballenas jorobadas, orcas, elefantes marinos, leones marinos, peces remo y tiburones.⁴⁻⁷ Ya en 1950, un periódico local, el Victoria Daily Times, ofreció una recompensa de 200 CAD por una fotografía auténtica de Caddy.⁸ Para 1968, la recompensa había aumentado a 500 CAD.⁹ Un columnista local, Monte Roberts, publicó varias columnas en las que afirmaba haberse reunido con Caddy y haberlo entrevistado en múltiples ocasiones. Escribió que Caddy afirmaba haber formado, junto con otras criaturas de reputación similar, la Asociación Unida para la Protección de Saurios Submarinos (United Undersea Saurians Protective Association), cuyo objetivo era preservar su leyenda y su misterio. Por esta razón, Caddy rechazó todas las solicitudes de Roberts para tomarle una fotografía.¹⁰



Fig. 2: El pulpo (fotografía cortesía de Neil A. Cumming)

La estatua de concreto del Cadborosaurus (Fig. 1) se encuentra en el Cadboro Gyro Park, en la cabecera de la bahía de Cadboro (48.457626, -123.296692). El club local Gyro Club compró el terreno frente a la playa en abril de 1954 y lo donó al Distrito de Saanich como parque. Poco después, Charles “Rudy” Seyfort, un artista y tallador de madera local, propuso un parque infantil que incorporaría una gran escultura del Cadborosaurus. Bert Richman, superintendente de Parques y Recreación del Distrito, retomó la idea y desarrolló un diseño del parque que incluía esculturas del Cadborosaurus, un pulpo, un salmón y un barco. Seyfort elaboró un modelo en arcilla del Cadborosaurus y lo presentó al consejo del distrito en 1963, el cual aprobó el concepto. El diseño y la construcción se llevaron a cabo poco después bajo la dirección de otro empleado del departamento de parques, el ingeniero Allan Schofield.

La escultura mide aproximadamente 24 m (75 pies) de largo. Consiste en un armazón de varillas de acero (probablemente barras de refuerzo) y malla de alambre, recubierto de concreto o mortero. Se desconoce con certeza el método de colocación del concreto, pero al parecer se aplicó en varias capas con llana sobre el armazón de acero y malla.¹¹ Al Cadborosaurus le siguió, aproximadamente un año después, el pulpo (Fig. 2), y el salmón (Fig. 3) se añadió en 1966, tras haber sido usado inicialmente como pieza principal de una carroza en el desfile anual del día de la Victoria.



Fig. 3: El salmón (fotografía cortesía de Neil A. Cumming)

Las esculturas se mantienen en un estado notablemente bueno después de seis décadas de exposición frente al mar. El mantenimiento a lo largo de los años ha sido mínimo, consistiendo en parches y pintura periódicos. Una remodelación del parque en 2014 implicó levantar y reubicar el pulpo y el salmón dentro del mismo parque infantil. Los reportes de la época sugieren que hubo gran preocupación sobre si el pulpo sobreviviría intacto al levantamiento.

A lo largo de los años, miles de niños, incluyendo al autor de este artículo, así como al futuro rey de Inglaterra, Su Alteza Real el Príncipe George, y su hermana la Princesa Charlotte,¹² han trepado, saltado y resbalado sobre estas estatuas de concreto. En 2018, el parque fue destacado en Fodor’s Travel en un artículo titulado “11 Unique Playgrounds Around the World” por Julie Vick.¹³

Hoy en día, a pesar de la evidencia contundente que yace en la playa, la leyenda del Cadborosaurus perdura, y la recompensa de 500 CAD sigue sin ser reclamada.

Agradecimientos

El autor agradece a Kimberly Head, especialista en archivos, y a Julie Lommerse, gerente de Planificación y Desarrollo de Parques del Distrito de Saanich, por su apoyo en la investigación. Asimismo, agradece a Michael Bartlett, presidente del Comité ACI 120, Historia del Concreto, por proporcionar numerosos artículos periodísticos.

Referencias

1. Jupp, U., Cadboro: A Ship, A Bay, A Sea-Monster, Jay Editions, 1988, reprinted 1993.
2. “‘Caddy’ In Home Waters,” Victoria Times Colonist, Mar. 31, 1950, p. 15.
3. “There He Was With Horsehead and Saucer Eyes Looking at Us,” Victoria Times Colonist, Mar. 27, 1952, p. 6.
4. Davy, H., “Experts Squash Vancouver Claim Elephant Seal Famed Sea Serpent,” Victoria Times Colonist, Apr. 15, 1952, p. 1.
5. “Museum Will Mount Bones of Huge Seal,” Victoria Times Colonist, Apr. 16, 1952, p. 26.
6. “Museum Director Says Caddy May Be Plain Old Sea Lion,” Victoria Times Colonist, Oct. 21, 1952, p. 1.
7. “Is Caddy an Oarfish? Could Be,” Victoria Times Colonist, Jan. 12, 1963, p. 19.
8. McKeachie, J., “\$200 Offered For Caddy Photo,” Victoria Times Colonist, Mar. 31, 1951, p. 1.
9. Hillside, D., “Round-a-Bout,” Victoria Times Colonist, May 25, 1968, p. 2.
10. Roberts, M., “Between Times,” Victoria Times Colonist, Mar. 10, 1956, p. 15.
11. “Caddy’s Kissin’ Cousin Abuildin,” Victoria Times Colonist,

Mar. 11, 1963, p. 3.

12. Ruttle, J., "Just Two Kids in a Park: Royal Toddlers Dropped by Playground with Zero Fanfare," Vancouver Sun, Oct. 3, 2016, <https://vancouversun.com/life/royals/just-two-kids-in-a-park-royal-toddlers-dropped-by-playground-with-zero-fanfare>.
13. Vick, J., "11 Unique Playgrounds Around the World," Fodor's Travel Guide, Nov. 27, 2018, <https://www.fodors.com/news/photos/11-unique-playgrounds-around-the-world>.

Neil A. Cumming, FACI, es ingeniero civil retirado en Vancouver, Columbia Británica, Canadá, especializado en el campo de la ingeniería de materiales y la tecnología del concreto. Como miembro del ACI durante más de 40 años, ha participado activamente en varios comités técnicos, incluyendo los Comités ACI 228, Ensayos No Destructivos del Concreto; 309, Consolidación del Concreto; y 362, Estructuras de Estacionamiento. De 1994 a 2019, fue miembro del comité de la Canadian Standards Association que publica la norma nacional de Canadá sobre Materiales y Métodos de Construcción de Concreto.



Título original en inglés:
The Legend of the Cadborosaurus

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Perú**



Traducción:
**Est. Katia Verence
Pérez Tasso**



Revisión Técnica:
**Ing. Karen Jhazmin
Valencia Cruz**

Estrategias para el éxito en los exámenes de certificación ACI

Por Priya Pancha, Heather N. Yates y Marllon “Dan” Cook

Muchos proyectos de construcción exigen que los técnicos, inspectores y oficiales cuenten con una Certificación ACI¹. Actualmente, el ACI ofrece más de 30 programas de certificación reconocidos a nivel mundial que respaldan a las industrias del concreto, la mampostería y el concreto lanzado. Desde la década de 1980, el ACI cuenta con más de 135 Grupos Patrocinadores en todo el mundo y ha administrado más de 700,000 exámenes de certificación². Los programas de Certificación ACI abarcan una amplia gama de procedimientos y prácticas de ensayo del concreto³. Obtener una certificación ACI es un logro que fortalece las credenciales personales y aporta valor a los empleadores⁴. Sin embargo, algunas personas pueden tener dificultades para aprobar una certificación. Entre los factores que pueden limitar el éxito se encuentran:

- La ansiedad ante los exámenes;
- No dedicar el tiempo y el esfuerzo necesarios para adquirir un conocimiento profundo del tema;
- Comprender de manera equivocada el nivel de exigencia de la certificación;
- Subestimar los conocimientos y las habilidades que requiere la certificación;
- No revisar la versión más reciente del libro de trabajo ACI; o
- Estudiar con versiones desactualizadas de las normas y otros materiales de referencia.

Importancia de la preparación

Obtener la certificación ACI exige tiempo y esfuerzo para adquirir conocimientos sobre el tema y desarrollar las habilidades necesarias para aprobar

tanto el examen escrito como el de desempeño. Se han empleado diversos enfoques para prepararse para la certificación⁵. Si bien un curso de capacitación puede beneficiar a una persona que recién se incorpora a la industria del concreto, quien busca recertificarse quizá solo necesite asistir a una sesión de repaso. Sin embargo, una persona en proceso de recertificación puede optar por un curso de capacitación de mayor duración, sobre todo si no realiza con frecuencia los procedimientos comprendidos en esa certificación.

Entre los métodos de estudio más comunes se encuentran⁶:

- Asistir a un curso de capacitación;
- Capacitación en el puesto de trabajo;
- Trabajar con un mentor;
- Estudiar el libro de trabajo ACI correspondiente a la certificación específica;
- Dedicar tiempo individual al estudio;
- Repasar las normas correspondientes a la certificación específica;
- Ver videos técnicamente precisos sobre cómo realizar un procedimiento;
- Practicar de forma directa los procedimientos específicos; y
- Tomar un curso de capacitación de la ACI University.

Visite el sitio web del ACI

El ACI ofrece numerosos recursos en **www.concrete.org/certification**, incluido contenido relacionado con Certificaciones ACI específicas. En el sitio web también pueden consultarse las próximas sesiones de certificación programadas. Las personas interesadas también pueden comunicarse con su Grupo Patrocinador local para conocer información y disponibilidad. Si el Grupo Patrocinador local no ofrece una certificación en particular, los Centros de Recursos ACI también brindan exámenes de Certificación ACI e instrucción relacionada. Otro recurso son los cursos de capacitación a demanda de la ACI University, disponibles en **www.concrete.org/education/aciuniversity**.

Estudie el libro de trabajo ACI

Cada programa de Certificación ACI incluye un análisis de tareas del trabajo (job task analysis, JTA, por sus siglas en inglés), que define el conjunto de conocimientos necesarios para obtener esa certificación. Los JTA específicos de cada programa se incluyen en el respectivo libro de trabajo o paquete de estudio. El ACI desarrolla libros de trabajo y paquetes de referencia para ayudar a las personas que se preparan para la certificación⁷. Cada Certificación ACI cuenta con su propio libro de trabajo o paquete de referencia. Equipos de expertos desarrollan los libros de trabajo y paquetes de referencia específicos para ayudar a quienes estudian para cada certificación. Los libros de trabajo empleados habitualmente en los programas de Técnico y de Oficial (Craftsman) incluyen información sobre procedimientos y técnicas, tales como listas de verificación de desempeño y preguntas de guía de estudio para el examen escrito.

Las preguntas de estudio se presentan en formatos como completar espacios en blanco, verdadero/falso y opción múltiple. Sin embargo, los exámenes de certificación escritos/objetivos son todos de opción múltiple.

Las Certificaciones ACI suelen basarse en la literatura del ACI, ASTM International y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Estas normas son recursos que ayudan a las personas a comprender las responsabilidades y los procedimientos de un programa de certificación. Por ejemplo, la sección de aparatos de la norma brinda información sobre el equipo, las herramientas, los moldes, las cucharas, las varillas y los cepillos empleados en un procedimiento. Las secciones de preparación de muestras y de procedimiento ofrecen información para seguir el proceso paso a paso. También proporciona los parámetros y las mediciones necesarios para calcular y/o reportar los resultados del ensayo.

Tome un curso de capacitación

Existen diversos cursos de capacitación disponibles para prepararse para la Certificación ACI. Visite **www.concrete.org/certification/sessioncalendar** para consultar disponibilidad y ubicación. Las sesiones de repaso previas a la certificación pueden variar desde una revisión de medio día sobre los elementos clave de los procedimientos hasta un repaso a fondo de varios días (Fig. 1). Una sesión de repaso breve puede ser adecuada para una persona que recertifica una certificación específica. Sin embargo, una persona relativamente nueva en la industria del concreto se beneficiaría más de una sesión más larga para desarrollar las habilidades y los conocimientos necesarios antes de presentar el examen.

Además, utilizar el mismo equipo tanto en la sesión de capacitación como en la certificación puede ayudar al participante a sentirse más cómodo durante el examen de desempeño.

Sesión de repaso para la recertificación

Las sesiones de repaso ayudan a refrescar los procesos de certificación, destacan las actualizaciones recientes de los procedimientos y permiten revisar el equipo del laboratorio que se utilizará durante el examen de certificación.



Fig. 1: Un instructor explicando el medidor de presión Tipo B durante una sesión educativa de varios días



Fig. 2: Capacitación en el puesto de trabajo, donde un mentor enseña a una persona a realizar correctamente los ensayos de temperatura y revenimiento

Estas sesiones pueden ser ofrecidas por un Grupo Patrocinador ACI en los días, o incluso las horas, previas a los exámenes de certificación. Esta es una práctica común para que una persona se prepare para la recertificación, pero puede no ser adecuada para quien es nuevo en los procedimientos de certificación.

Capacitación en el puesto de trabajo con un mentor

La capacitación en el puesto de trabajo puede ser una manera eficaz de desarrollar habilidades y conocimientos, según el puesto específico y su relación con la certificación. Es común que una persona comience un nuevo empleo o cambie de responsabilidades laborales y que ello le exija obtener una Certificación ACI. En ocasiones, la persona ya realiza parte de las tareas relacionadas con esa certificación. Lo ideal es contar con una persona certificada por el ACI disponible para actuar como mentor. Este mentor puede ayudar a guiar a la persona en el desarrollo de las habilidades y los conocimientos necesarios para la certificación (Fig. 2).

Practique para desarrollar habilidades

Ya sea en una sesión de capacitación o mediante la capacitación en el puesto de trabajo, las personas deben practicar cada procedimiento de la certificación. Utilizar la lista de verificación de desempeño incluida en el libro de trabajo ACI puede ayudar a guiar a la persona a lo largo del proceso. Un mentor o instructor puede brindar retroalimentación, ayudar a mejorar la técnica, ofrecer refuerzo positivo y responder preguntas específicas sobre el procedimiento. La repetición es clave para desarrollar las habilidades necesarias para realizar un procedimiento. Las personas deben seguir practicando el procedimiento hasta realizarlo correctamente al menos tres veces seguidas, sin cometer ningún error.

Algunos procedimientos de certificación son más fáciles de aprender que otros. Los procedimientos con más pasos pueden resultar más difíciles de realizar con destreza sin errores del usuario o del equipo⁶. Por ejemplo, la Fig. 3 compara los procesos de varios pasos de cada procedimiento en la lista de verificación de desempeño del CP-1, Libro de Trabajo del técnico para el examen de Técnico en ensayos de concreto en el campo grado 1⁸ (Technician Workbook for Concrete Field Testing Technician, Grade 1⁸).

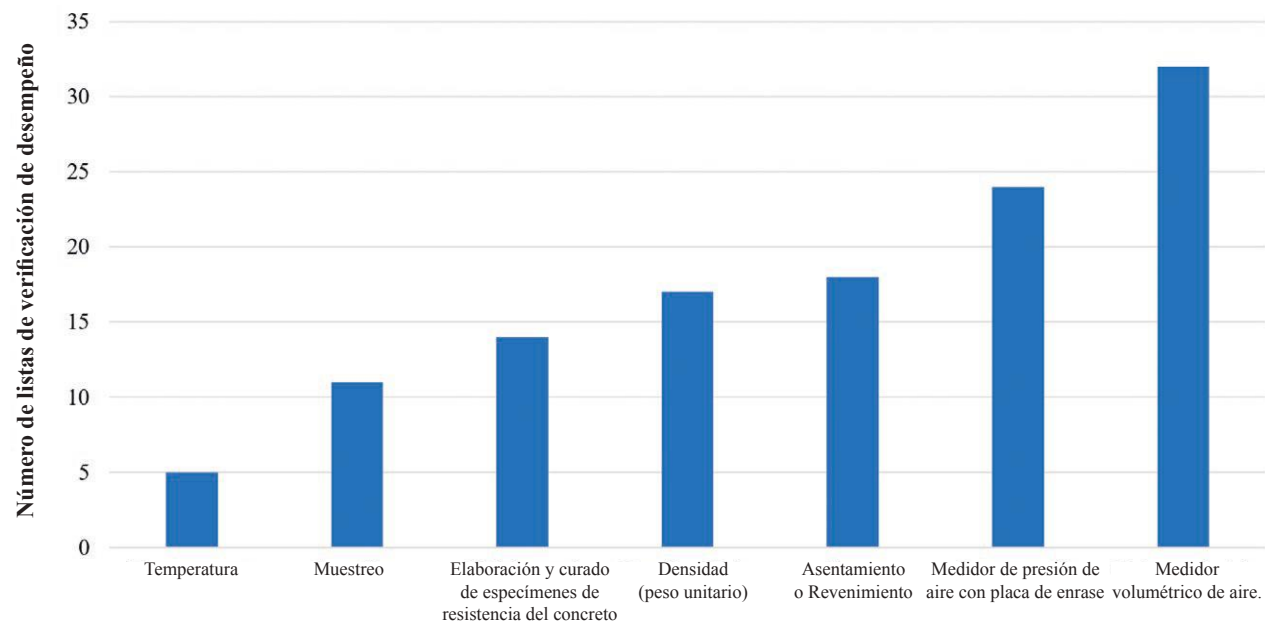


Fig. 3: Comparación del proceso de varios pasos de cada procedimiento dentro de la lista de verificación de desempeño del libro de trabajo CP-1, 41ª edición, para el Técnico ACI en Ensayos de Concreto en Obra – Grado I

Nota: cada punto con resultado aprobado/reprobado se contabilizó dentro del “número de listas de verificación de desempeño”.

Si bien medir la temperatura del concreto fresco requiere solo cinco pasos en la lista de verificación de desempeño, el medidor volumétrico de aire (*Volumetric Air Meter*) requiere 32 pasos. Por lo tanto, este último exige un desarrollo de habilidades considerablemente mayor para la certificación. Reconocer esta diferencia puede reforzar la necesidad de dedicar más tiempo a repasar y practicar los procedimientos con mayor cantidad de pasos que se requieren para completar el examen.

Utilice tarjetas didácticas u otras técnicas de memorización

Ya sea en tarjetas de índice tradicionales o en una aplicación digital, las tarjetas didácticas (flashcards) pueden ayudar a una persona a recordar la información de las preguntas de la guía de estudio. Escribir la pregunta en un lado de la tarjeta y la respuesta en el otro también puede ayudar a aprender mediante un enfoque táctil (kinestésico). Una sugerencia es aplicar esta técnica a un solo procedimiento y comprobar si resulta una herramienta eficaz. Una vez preparado un conjunto de tarjetas, se debe responder cada una, verificar la respuesta al reverso y luego separarlas en dos pilas según si la respuesta fue correcta o incorrecta.

Ensayar con otra persona

Otra técnica para recordar información es un ejercicio verbal de preguntas y respuestas, que permite presentar el material en un formato auditivo, particularmente útil para quienes aprenden de manera auditiva. Esta interacción social puede funcionar como una técnica de memorización que obliga a la persona a estudiar el material.

De manera similar, una persona podría realizar el procedimiento frente a otra. Incluso el simple hecho de observar cómo se realiza el procedimiento podría ser suficiente para simular la experiencia de evaluación. Otro enfoque consiste en intentar enseñarle a alguien (esté o no familiarizado con los ensayos de concreto y los exámenes de certificación) el procedimiento paso a paso. Explicar los ensayos en voz alta no solo refuerza la memorización, sino que también puede ayudar a comprender mejor el propósito de cada paso. Esto puede contribuir a reducir la ansiedad durante el examen de desempeño real.

Utilice un cuestionario de práctica para identificar áreas de mejora

Una técnica para incentivar la memorización de las preguntas de estudio consiste en elaborar y aplicar cuestionarios con un puntaje mínimo de aprobación del 90%. La persona puede repetir el cuestionario hasta alcanzar al menos ese 90%. Este enfoque iterativo mejora la capacidad de memorización y puede reducir el tiempo dedicado a una sección del examen escrito⁵.

Supere la ansiedad ante los exámenes

Presentar un examen escrito y ser evaluado mediante un examen de desempeño puede generar nerviosismo. Esto puede deberse a factores como experiencias negativas previas con exámenes. Es normal sentirse así. Aprender la información detallada de cada procedimiento y adquirir la capacidad de realizar todos los procedimientos de certificación con mayor confianza requiere tiempo y esfuerzo. Los detalles específicos de cada procedimiento, tanto para el examen escrito como para el de desempeño, no pueden aprenderse rápidamente viendo un solo video en línea o repasando brevemente la norma. La Certificación ACI exige una inversión de tiempo para comprender los conceptos y desarrollar las habilidades precisas requeridas. La confianza que se gana al aprender el material puede ayudar a una persona a completar con éxito la certificación y superar la ansiedad ante los exámenes.

Cómo inscribirse

Para inscribirse en una sesión de Certificación ACI y consultar la lista de certificaciones disponibles en una región específica, visite **www.concrete.org/certification/sessioncalendar.aspx**. Para obtener más información, comuníquese con un Grupo Patrocinador local o con el Centro de Recursos ACI de su región.

Referencias

1. Pancha, P., and Cook, D., "Development of Concrete Testing Standards and Certifications in the United States," International Journal of the Construction History Society, V. 40, No. 2, 2025, pp. 81-96.
2. Nehasil, J., "ACI Certification Programs Celebrate 40 Years of Certifying Concrete Professionals," Concrete International, V. 45, No. 5, May 2023, pp. 21-23. doi: 10.14359/51738799
3. Morrison, M., "Certification... It's not Training," Concrete International, V. 46, No. 2, Feb. 2024, pp. 23-25. doi: 10.14359/51740466
4. Snell, L.M., "Mixing Certification with Higher Education," Concrete International, V. 30, No. 11, Nov. 2008, pp. 53-56.
5. Cook, D. and Yates, H., "Incorporating Concrete Testing Certifications into University Curriculum," Proceedings of Associated Schools of Construction 61st Annual International Conference, EasyChair, EPIC Series in Built Environment, V. 6. Alberta, Canada, pp. 61-70. doi: 10.29007/gt4h
6. Pancha, P., "A Study on Concrete Testing and Certification: Historical Perspective and Effective Teaching Techniques," master's thesis, Oklahoma State University, Stillwater, OK, 2026.
7. ACI Certification Programs Committee, "Certification Committee and Program Operations Manual," third edition, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 106 pp.
8. ACI Certifications Committee, "CP-1, Technician Workbook for Concrete Field-Testing Technician—Grade I," 41st edition, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 184 pp.

Priya Pancha, miembro del ACI, es asistente de investigación de posgrado y cursa su maestría en ingeniería civil en Oklahoma State University, Stillwater, OK, EE. UU. Anteriormente se desempeñó como ingeniera civil en una empresa constructora en Nepal. Sus intereses de investigación incluyen los materiales de concreto y la educación en ingeniería.



Fibras Dramix® 3 reglas prácticas para colar concreto con fibra.

El desempeño de un piso reforzado con fibras empieza mucho antes del colado. Una buena mezcla, una dosificación correcta y una verificación visual en obra marcan la diferencia entre un piso durable y uno con problemas de fisuración o acabado.

Estas son tres reglas simples que recomendamos aplicar siempre en campo:

1. Verifica y valida la mezcla de concreto

Antes de producir, confirma que la dosificación, el tipo de cemento y la cantidad de finos sean adecuados para incorporar fibra sin afectar la trabajabilidad ni la resistencia.

Haz pruebas previas con la misma mezcla que usarás en obra.

2. Agrega la fibra al final del mezclado

La fibra debe ser el último componente en entrar al tambor.

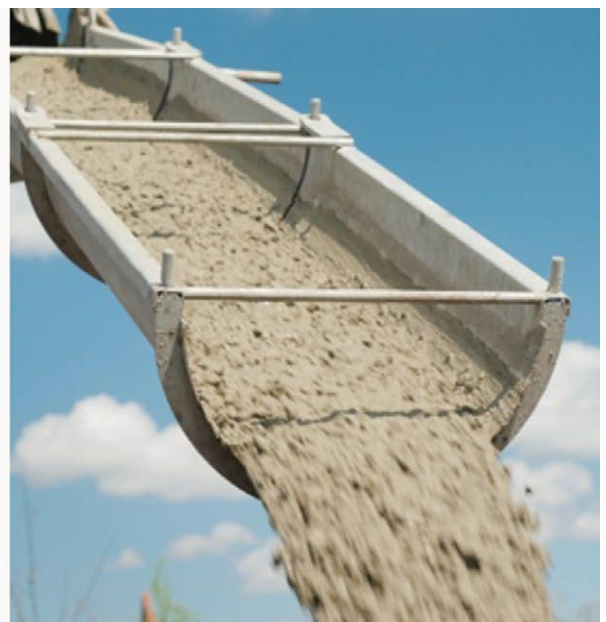
Dosifica a la máxima velocidad y mantén el mezclado durante 6 a 8 minutos para lograr una distribución homogénea en toda la carga.

3. Control visual y consistencia

Antes del colado, revisa la mezcla dentro del tambor: la fibra debe verse bien dispersa, sin grumos ni zonas secas.

Una mezcla homogénea asegura uniformidad en el refuerzo y un mejor acabado superficial.

Acércate con nosotros para revisar juntos tu proyecto: +52 5518499120;
alejandro.figueroa@bekaert.com



Heather N. Yates es profesora y coordinadora del programa de Tecnología de Ingeniería en Construcción en Oklahoma State University. Yates se desempeña como presidenta de la Associated Schools of Construction (ASC). Imparte clases de desarrollo profesional en construcción a través del Local Technical Assistance Program (LTAP), la Associated General Contractors (AGC) de Oklahoma y la United Brotherhood of Carpenters. Anteriormente trabajó en TranSystems Inc. en un laboratorio de ensayos e inspección, y se desempeñó como inspectora en diversos proyectos de carreteras y puentes en el sureste de Kansas. Sus intereses de investigación incluyen la participación de la mujer en la construcción, los ensayos de materiales y la educación en ingeniería de construcción.



Marllon "Dan" Cook, miembro del ACI, es profesor asistente de Tecnología de Ingeniería en Construcción en Oklahoma State University. Se desempeña como director del programa Highway Construction Materials Technician (HCMT) del Centro de Capacitación del Departamento de Transporte de Oklahoma, en Oklahoma State University. Es presidente del Comité 309 del ACI, Consolidación del Concreto (Consolidation of Concrete), y miembro del Comité de Actividades Educativas del ACI (Educational Activities Committee, EAC) y de los Comités 211, Dosificación de Mezclas de Concreto (Proportioning Concrete Mixtures), y 302, Construcción de Pisos de Concreto (Construction of Concrete Floors). Sus intereses de investigación incluyen las prácticas de construcción en concreto, el control de calidad y la educación en ingeniería.



Título original en inglés:
**Strategies for
ACI Certification Exam Success**

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



*Traducción y
Revisión Técnica:*
**Dr. José Manuel
Gutiérrez Moreno**

Entendiendo el Cumplimiento de la Especificación Número F

P. *Somos contratista de bombeo, colocación y terminado de concreto que construimos losas siguiendo la especificación Número F. En un proyecto reciente de una plataforma elevada, el ingeniero especificó una planicidad de piso completo de F_F 35, pero la agencia de pruebas midió un valor total de F_F 32, que está por debajo de la especificación. No estamos seguros de cuál es nuestra obligación cuando no se logra el número F completo que se especifica, pero deseamos corregir el problema. El área total del proyecto sujeto a este requerimiento es de 4,700 m² (50,000 ft²). ¿Qué debemos hacer para que el proyecto sea satisfactorio?*

R. Esa es una excelente pregunta. Para responderla, es importante entender los números F comenzando por los valores especificados globales y mínimos locales. De acuerdo con ACI PRC-302.1-15¹, el valor especificado total (SOV [por sus iniciales en inglés]) se determina a partir del conjunto de todas las secciones de prueba medidas dentro de toda el área del piso que tengan los mismos números F especificados. Por el contrario, los valores mínimos locales (MLVs [por sus iniciales en inglés]) representan la planicidad y nivelación mínimas aceptables que deben lograrse dentro de cada sección de prueba individual. Los MLVs establecen el nivel de calidad más bajo que se aceptará sin necesidad de corrección.

El número F total es un promedio estadístico ponderado por área de todas las secciones de prueba. En consecuencia, si el piso terminado mide exactamente F_F 35, esto no significa que cada pie

cuadrado del piso tenga un valor F_F de 35. Debido a que los números F son mediciones estadísticas, algunas partes del piso excederán F_F 35 mientras que otras, caerán por debajo de este valor. El especificador acepta áreas que se desempeñan mejor que el valor total especificado, pero también desea limitar lo deficientes que puedan resultar las peores áreas. Este propósito lo cumplen los valores mínimos locales, que establecen el límite inferior permisible para esta sección de prueba.

No obstante, para ser efectivas, las especificaciones del proyecto deberán definir el tamaño de la sección de prueba mínima local. En edificios con rejillas de columna, las secciones de prueba por lo general están delimitadas por columna o ejes de columna. En losas abiertas grandes, la especificación debe definir un área de prueba máxima, tal como 470 m² (5,000 ft²).

El número F total especificado no controla la calidad de las peores porciones del piso. En lugar de ello, subdividir una losa grande en múltiples secciones de prueba permite evaluar de manera independiente las áreas individuales. Si una o más secciones de prueba no cumplen con los valores mínimos locales, únicamente serán esas áreas deficientes las que requieran corrección.

ACI PRC-302.1-15 determina que las medidas de corrección se requerirán cuando:

- El valor compuesto para el piso terminado sea menor al que se especifica en todos los valores totales F_F o F_L ; y
- Toda la sección de prueba individual mida menos que cualquiera de los valores F_F o F_L locales mínimos especificados.

Su pregunta no proporciona los valores locales mínimos especificados o medidos. Por lo tanto, para propósitos de este análisis, asumiremos que todas las secciones de prueba satisficieron los requerimientos locales mínimos y que sólo el valor F_F total no se logró.

Esta distinción es importante. Incluso cuando un piso terminado mide exactamente el valor total especificado de F_F 35, inevitablemente, partes del piso tendrán valores inferiores a F_F 35. Esto es inherente en la naturaleza estadística del sistema Número F y ACI PRC-302.1-15 lo anticipa en su totalidad. Esas áreas no requieren corrección, ya que se cumplieron los valores locales mínimos.

Tabla 1:
Planicidad del piso – porcentaje del área de piso con F_F total medido mayor o menor que el F_F total especificado.

F _F global medido	F _F global especificado						
	20	25	30	35	40	45	50
15	14	25	33	40	45	50	54
16	11	22	30	37	43	48	52
17	8	19	28	35	40	45	49
18	5	16	25	32	38	43	47
19	3	14	22	30	36	41	45
20	0	11	20	27	33	38	43
21	2	9	18	25	31	36	41
22	5	6	15	23	29	34	39
23	7	4	13	21	27	32	37
24	9	2	11	19	25	30	35
25	11	0	9	17	23	29	33
26	13	2	7	15	21	27	32
27	15	4	5	13	19	25	30
28	17	6	3	11	18	23	28
29	18	7	2	9	16	22	27
30	20	9	0	8	14	20	25
31	22	11	2	6	13	18	23
32	23	12	3	4	11	17	22
33	25	14	5	3	10	15	20
34	26	15	6	1	8	14	19
35	27	17	8	0	7	13	18
36	29	18	9	1	5	11	16
37	30	19	10	3	4	10	15
38	31	21	12	4	3	8	14
39	32	22	13	5	1	7	12
40	33	23	14	7	0	6	11
41	34	24	15	8	1	5	10
42	35	25	17	9	2	3	9
43	37	26	18	10	4	2	8
44	38	28	19	11	5	1	6
45	38	29	20	13	6	0	5
46	39	30	21	14	7	1	4
47	40	31	22	15	8	2	3
48	41	32	23	16	9	3	2
49	42	32	24	17	10	4	1
50	43	33	25	18	11	5	0

Nota: Las celdas sombreadas indican que el F_L global medido es menor que el F_L global especificado.

Desafortunadamente, algunos especificadores asumen incorrectamente que si el número F total medido es inferior al valor que se especifica, entonces 100% del piso no cumple con la especificación. Esto no es correcto. De la misma forma, si el número F total medido supera el valor especificado, esto no significa que cada pie cuadrado del piso sobrepase la especificación. El número F total es simplemente un promedio estadístico de todas las secciones de prueba.

En su caso, la planicidad del piso total especificado fue de F_F 35, pero el piso completo midió F_F 32. De conformidad con ACI PRC-302.1-15, por lo tanto, podrán requerirse medidas de corrección. Esto conduce directamente a su pregunta: ¿Qué le corresponde aportar al proyecto?

La respuesta no es la corrección de los 50,000 ft². Pueden utilizarse métodos estadísticos para calcular tanto el área aproximada del piso que contribuye a la deficiencia, como la cantidad del material correctivo de nivelación que se necesita para restaurar el piso al número F total especificado. Estos métodos proporcionan un fundamento razonable para determinar el grado de corrección, en lugar de asumir que deberá corregirse toda la losa.

La Tabla 1 proporciona el porcentaje estimado de área de piso que es mejor o peor que la planicidad de piso total especificada (consulte el recuadro lateral). Para completar, la Tabla 2 proporciona la misma información para la nivelación del piso total especificada.

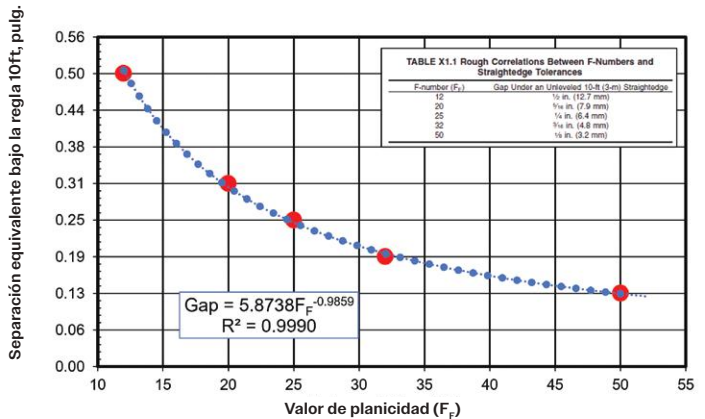


Fig. 1: Correlaciones aproximadas entre la planicidad del piso y el espacio debajo de una regla de nivelación de 10 ft. Los puntos de datos y la curva adaptada se basan en la Tabla X1.1 de ASTM F710

Para su proyecto, utilice la Tabla 1 para localizar la columna para F_F de 35 total especificada y la fila para el F_F 32 total medido. Su intersección indica que aproximadamente 4% del área del piso es responsable de la deficiencia total y requeriría corrección. Para un piso de 50,000 ft², esto corresponde a alrededor de 2,000 ft² (4% de 50,000 ft²).

Esto responde a la primera parte de la pregunta – usted deberá corregir aproximadamente 2,000 ft². La siguiente pregunta es: ¿Cuánto material de nivelación se requiere?

La Figura 1 correlaciona el espacio equivalente debajo de una regla de nivelación de 3 m (10 ft) y la planicidad del piso (F_F). Esta relación se publicó por primera vez en ACI 117R-90² y ahora se incluye en el Apéndice X1.1 de ASTM F710-22, “Práctica Estándar para Preparar Pisos de Concreto con el Propósito de Recibir un Piso Resiliente”³.

Los datos del Apéndice X1.1 se graficaron contra los valores F_F para desarrollar una ecuación que prediga el espacio debajo de la regla de nivelación de 10 ft para una planicidad determinada de piso. No obstante, para uso práctico, es más sencilla la tabla adjunta (Tabla 3).

Tabla 2:
Nivelación del piso – porcentaje del área del piso con F_L total medido mayor o menor que el F_L total especificado

F_F global medido	F_F global especificado					
	15	20	25	30	35	40
10	20	33	43	50	56	60
11	15	29	39	46	52	57
12	11	25	35	43	49	54
13	7	21	32	40	46	51
14	3	18	28	36	43	48
15	0	14	25	33	40	45
16	3	11	22	30	37	43
17	6	8	19	28	35	40
18	8	5	16	25	32	38
19	11	3	14	22	30	36
20	13	0	11	20	27	33
21	15	2	9	18	25	31
22	17	5	6	15	23	29
23	19	7	4	13	21	27
24	21	9	2	11	19	25
25	23	11	0	9	17	23
26	25	13	2	7	15	21
27	27	15	4	5	13	19
28	28	17	6	3	11	18
29	30	18	7	2	9	16
30	31	20	9	0	8	14
31	33	22	11	2	6	13
32	34	23	12	3	4	11
33	35	25	14	5	3	10
34	37	26	15	6	1	8
35	38	27	17	8	0	7
36	39	29	18	9	1	5
37	40	30	19	10	3	4
38	41	31	21	12	4	3
39	42	32	22	13	5	1
40	43	33	23	14	7	0

Nota: Las celdas sombreadas indican que el F_L global medido es menor que el F_L global especificado.

Tabla 3:
Espacio equivalente debajo de una regla de nivelación de 10 ft con valor F_F , basado en la curva adaptada en la Fig. 1

F_F	Espacio, in.	F_F	Espacio, in.	F_F	Espacio, in.	F_F	Espacio, in.
10	0.607	—	—	—	—	—	—
11	0.552	21	0.292	31	0.199	41	0.151
12	0.507	22	0.279	32	0.193	42	0.147
13	0.468	23	0.267	33	0.187	43	0.144
14	0.435	24	0.256	34	0.182	44	0.141
15	0.407	25	0.246	35	0.176	45	0.138
16	0.382	26	0.237	36	0.172	46	0.135
17	0.360	27	0.228	37	0.167	47	0.132
18	0.340	28	0.220	38	0.163	48	0.129
19	0.322	29	0.212	39	0.159	49	0.127
20	0.306	30	0.205	40	0.155	50	0.124

Mediante el uso de la tabla, el espacio de la regla de nivelación estimado para F_F 32 es de 4,902 mm (0.193 pulg), en tanto que el espacio para F_F 35, es de 4.470 mm (0.176 pulg). La diferencia entre estos valores, 0.432 mm (0.017 pulg) representa el espesor promedio aproximado de material de nivelación que se necesita para mejorar el piso de F_F 32 a F_F 35.

Aunque 0.017 pulgadas parezca un valor muy pequeño, es más fácil apreciarlo comparándolo con objetos familiares:

- Una hoja de papel: aproximadamente 0.102 mm (0.004 pulg);
- Una tarjeta de crédito: aproximadamente 0.762 mm (0.030 pulg);
- Una moneda estadounidense de un centavo: aproximadamente 1.52 mm (0.06 pulg); y
- Una moneda estadounidense de cinco centavos: aproximadamente 2.03 mm (0.08 pulg). En resumen, basándose en una planicie de piso total medido de F_F 32 versus F_F 35 especificado, la corrección estimada es de aproximadamente 2,000 ft² con un espesor de nivelación promedio de 0.017 pulgadas – alrededor del espesor de cuatro hojas de papel. Esto representa el alcance aproximado de trabajo que deberá realizar en el proyecto, no la corrección de todo el piso de 50,000 ft².

Referencias

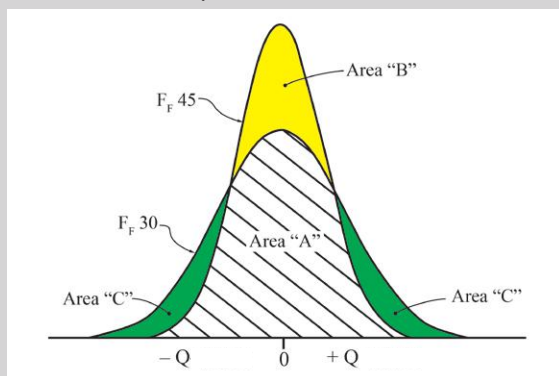
1. ACI Committee 302, “Guide to Concrete Floor and Slab Construction (ACI PRC-302.1-15),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 76 pp.
2. ACI Committee 117, “Commentary on Standard Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials (ACI 117R-90),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1990, 11 pp.
3. ASTM F710-22, “Standard Practice for Preparing Concrete Floors to Receive Resilient Flooring,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 10 pp, doi: 10.1520/F0710-22
4. Face Construction Technologies, “Processing Data”, Chapter 5, Norfolk, VA, Aug 2022, 32 pp.
5. ASTM E1155/E1155M-23, « Standard Test Method for Determining FF Floor Flatness and FL Floor Levelness Numbers”, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022, 9 pp. doi: 10.1520/E1155_E1155M-23

Las preguntas de esta columna fueron realizadas por usuarios de documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por uno o más miembros de comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a lacey.stachel@concrete.org.

Calcular el Porcentaje Mejor o Peor que el Valor Total Especificado (SOV, por sus iniciales en inglés)

Considere un piso con el $F_F 45$ total especificado, medido a sólo $F_F 30$. La figura que se incluye ilustra las distribuciones normales de los valores Q (cambio en la pendiente) para un piso con $F_F 45$ y un piso con $F_F 30$. Las intersecciones de las dos distribuciones de probabilidad dividen el área total en tres regiones distintas que representan el grado relativo de cumplimiento entre los dos pisos:

- Área “A” – El área rayada superpuesta bajo ambas curvas representa la parte de cada piso que tiene distribuciones de valor Q idénticas. Este es el porcentaje del área de piso con desempeño de planicidad equivalente;
- Área “B” – El área amarilla debajo de la distribución $F_F 45$ que no se superpone a la distribución $F_F 30$ representa el porcentaje del piso $F_F 45$ que tiene valores Q más pequeños que aquellos que se encuentran en el piso $F_F 30$. Esta es la parte del piso $F_F 45$ que es mejor que el piso $F_F 30$; y
- Área “C” – Las dos regiones verdes de la cola debajo de la distribución $F_F 30$ que caen fuera de la distribución $F_F 45$ representan el porcentaje del piso $F_F 30$ que tiene valores Q más grandes que los encontrados en el piso $F_F 45$. Esta es la parte del piso $F_F 30$ que es peor que el piso $F_F 45$. Cambio en la pendiente (valores Q) versus planicidad del piso (F_F) (después de la Referencia 4).



Cambio en la pendiente (valores Q) versus planicidad del piso (FF) (después de la Referencia 4)

Existe una solución analítica cerrada para calcular el Área “C”, la parte que queda fuera de las distribuciones normales de superposición, cuando ambas distribuciones tienen la misma media (cero), pero diferentes desviaciones estándar

$$\text{Área “C”} = \frac{s_{\min}}{s_1 + s_2} \quad (1)$$

En la Ecuación (1), $s_{\min}$ es la más pequeña de las dos desviaciones estándar, en tanto que s_1 y s_2 son las desviaciones estándar que corresponden a los dos valores F_F ($F_F 30$ y $F_F 45$ para este ejemplo).

El área complementaria, Área “B”, se determina restando el Área “C” de 1.00

$$\text{Área “B”} = 1 - \text{Área “C”} \quad (2)$$

La desviación estándar para cada valor FF , S_{qi} , se obtiene reordenando la Ecuación 16 de ASTM E1155/E1155M⁵ y estableciendo $q_i = 0$

$$S_{qi} = \frac{4.57}{(3F_F)} \quad (3)$$

En este ejemplo, $S_{qi} = 0.051$ pulgadas para $FF 30$, y $S_{qi} = 0.034$ pulgadas para $FF 45$.

Mediante el uso del análisis de superposición:

- El Área “A” (desempeño común): Ambos pisos tienen la misma distribución de valor Q .
- El Área “B” = 80%: Esta es la parte del piso $F_F 45$ especificado que tiene mejor planicidad que los que se encuentran en el piso $F_F 30$.
- El Área “C” = 20%. Esta es la parte del piso $F_F 30$ que tiene valores Q peores que los encontrados en el piso $F_F 45$.

Esta interpretación es coherente con la filosofía de ASTM E1155/E1155M.⁵ Aunque el piso mide $F_F 30$ en su totalidad, aproximadamente 80% del área del piso muestra valores Q que se superponen con aquellos esperados para un piso $F_F 45$, en tanto que 20% del área del piso incluye cambios de pendiente excesivos que provocan que todo el F_F caiga por debajo de la especificación.

El área estimada que requiere corrección es la parte medida del piso representada por el Área “C”. En este ejemplo, aproximadamente 20% del área del piso incluye valores Q que superan los esperados para un piso $F_F 45$ y por lo tanto requerirían corrección para lograr la planicidad total especificada.

Título original en inglés:
Concrete Q&A
Understanding F-number
Specification Compliance

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



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



Revisión Técnica:
**Dr. Esteban
Astudillo de la Vega**

An aerial, high-angle photograph of a large cable-stayed bridge under construction. The bridge deck is a wide, light-colored concrete surface. Several construction vehicles, including trucks and cranes, are positioned along the deck. Large sections of the deck are covered with white plastic sheeting. The bridge is supported by thick white cables that fan out from the sides. The surrounding water is dark and textured with small waves. The overall scene is one of active construction in a maritime environment.

CONCRETO
LATINOAMERICA