

Cement Is Changing for Good: Be Part of the Conversation

by Michelle L. Wilson

The concrete industry is at a turning point, with a growing focus on sustainability reshaping how cement and concrete are designed, produced, and implemented. To remain relevant in today's market, all industry stakeholders—including owners, designers, producers, contractors, and material suppliers—must stay informed about evolving practices and materials that can support sustainable construction.

Roadmap to Carbon Neutrality

The U.S. cement industry is committed to achieving carbon neutrality across the value chain by 2050. In 2021, the Portland Cement Association (PCA) introduced the *Roadmap to Carbon Neutrality*, covering all five links of the value chain—clinker, cement, concrete, construction, and carbon uptake (Fig. 1). This roadmap emphasizes reducing emissions at each stage, from the production of clinker and cement to construction and use phase impacts.

The PCA Roadmap prioritizes three key areas:

- **Alternative fuels**—Substituting fossil fuels with biomass and other materials that would normally be discarded but

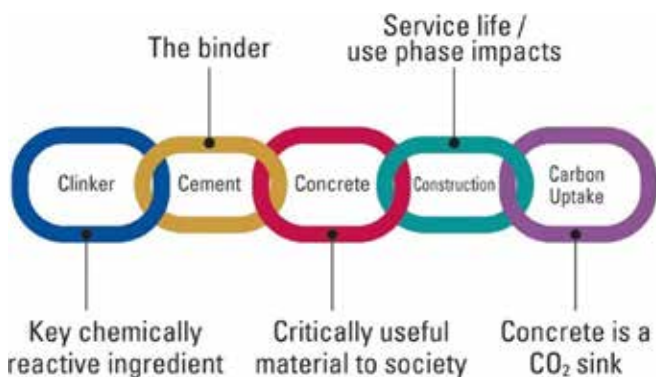


Fig. 1: Each link of the value chain contributes to sustainability, with a combined impact greater than the sum of its parts

have significant value as fuel reduces greenhouse gas (GHG) emissions, diverts materials from landfills, and recovers a significant portion of the embodied energy contained within those materials. Currently, alternative fuel use in the United States is less than 14%, with a target of 50% by 2050;

- **Carbon capture, utilization, and storage (CCUS)**—Implementing CCUS technologies can directly avoid a significant portion of cement manufacturing emissions; and
- **Blended cements**—Lower-carbon blended cements reduce emissions and minimize the use of virgin materials. The goal is to achieve a clinker-to-cement ratio of 0.75 by 2050.

Evolving Cement Specifications

Cement specifications in North America have evolved significantly over the past century to meet new demands and accommodate sustainable practices (Fig. 2). Early research by Bogue, conducted under a PCA Fellowship in the 1920s, explored the composition of portland cement and ultimately contributed to the development of ASTM C150/C150M, “Standard Specification for Portland Cement,” in 1940. Since then, U.S. cement specifications have evolved to prioritize cement performance.

ASTM C595/C595M, “Standard Specification for Blended Hydraulic Cements,” initially published in 1967, enabled the use of alternative materials in cement. Decades of research and collaboration, led by ASTM International and other organizations, have resulted in specifications and testing

PCA Focus Areas

For more information on PCA's Roadmap focus areas, visit <https://pcalibrary.libguides.com> and access the “Library Resources Guides” under the main menu.

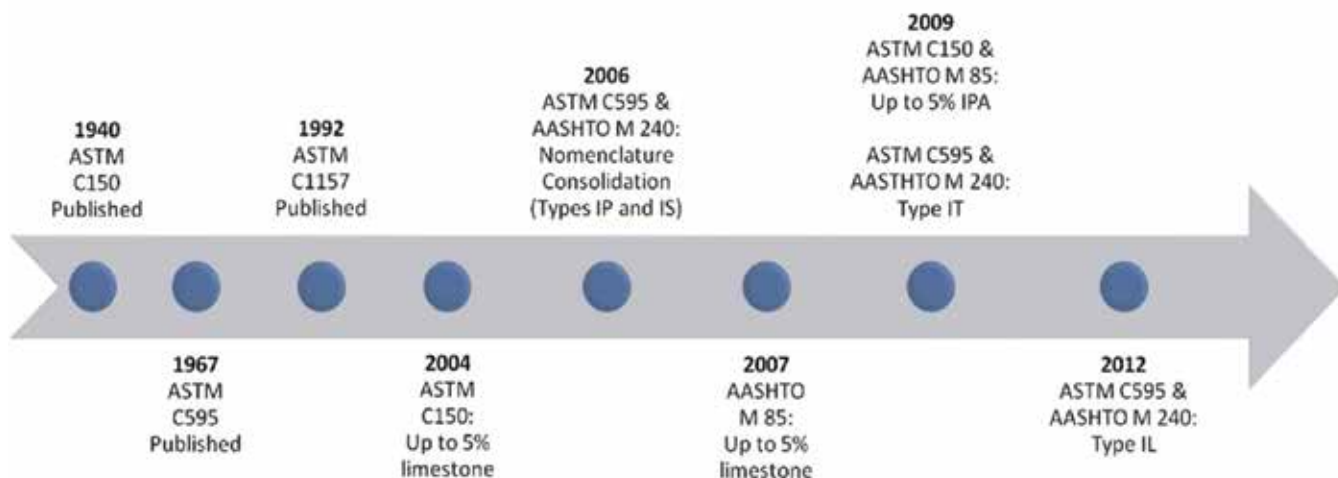


Fig. 2: Evolution of ASTM International cement standards

methods that address contemporary cements while continuing to be refined to meet future challenges.

Blended Cements

Blended hydraulic cements are produced by intergrinding or blending two or more types of fine materials. ASTM C595/C595M (AASHTO M 240) recognizes four primary classes of blended cements as follows:

- Type IL—Portland-limestone cement (PLC);
- Type IP—Portland-pozzolan cement;
- Type IS—Portland blast-furnace slag cement; and
- Type IT—Ternary blended cement.

Special properties such as moderate or high sulfate resistance can be verified through testing. When applicable, additional descriptors are appended to the cement type designation. For example, Type IL(MS) indicates a moderately sulfate-resistant PLC.

ASTM C595/C595M blended cements are a more sustainable alternative to traditional ASTM C150/C150M portland cements. By incorporating limestone and supplementary cementitious materials (SCMs) like fly ash, slag cement, and other pozzolans, blended cements reduce emissions and the demand for natural resources. PLCs include 5% to 15% ground limestone, which is up to 10% higher than the 5% maximum in ASTM C150/C150M portland cement, resulting in a carbon footprint reduction of up to 10%. Types IP, IS, and IT can have even smaller carbon footprints, as they allow for higher proportions of nonlinker materials.

Blended cements can also enhance concrete durability and resilience. For example, optimizing the amount of slag cement or pozzolan in blended cements can help mitigate alkali-aggregate reactivity.

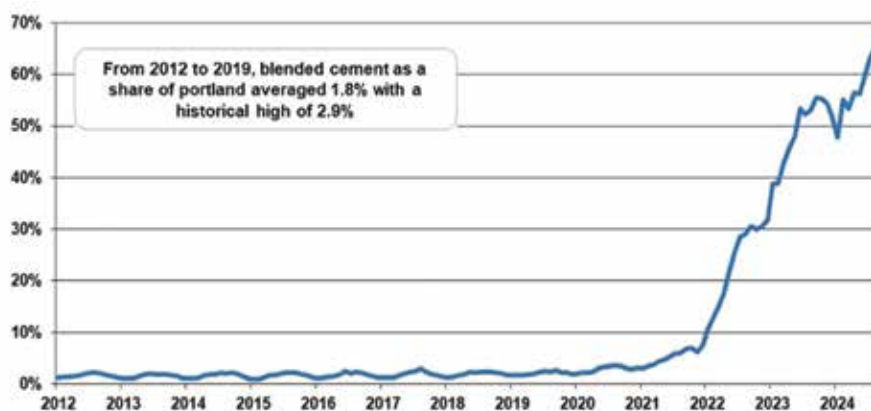


Fig. 3: Blended cements' share of total U.S. cement consumption has increased substantially since 2021 (USGS)

Use of Blended Cements

Blended cements can be used in all concrete applications, either as the sole cementitious material or in combination with SCMs added at the concrete plant. Since 2021, blended cements' share of total U.S. cement consumption has increased substantially (Fig. 3). The use of PLC (Type IL) has increased from less than 5% in 2021 to approximately 58% of the U.S. cement market through August 2024 (United States Geological Survey [USGS]).

Regional availability of these materials varies, and manufacturers are exploring locally sourced ingredients for future cement formulations.

Future Prospects for Blended Cements

Looking forward, advancements in blended cements could further reduce carbon emissions. Researchers and material producers are investigating SCM sources beyond traditional industrial by-products. These include natural pozzolans such as calcined clays, pumice, expanded shales, volcanic ashes, and harvested coal ashes from landfills.

These alternative SCMs often do not meet traditional industry specifications. There is a lot of new standardization work underway in this arena. A shift from empirical to materials-science-based predictions of reactivity and cement performance supports the development of future performance-based specifications, ensuring consistent concrete quality with greater flexibility in material selection.

Challenges to Adoption

While blended cements offer significant environmental advantages, they face several barriers to widespread adoption:

- Industry conservatism—Engineers and builders familiar with portland cement may be hesitant to adopt new materials without sufficient evidence of performance or experience using the new material; and
- Supply chain limitations—The regional availability of blended cement components affects feasibility, and transportation may offset environmental gains.

Differences in the properties of blended cement types may require adjustments in concrete mixtures, handling, curing, and application techniques. Addressing these barriers will require investments in research, standards development, and industry education.

Notably, many blended cements already have demonstrated proven performance. Other solutions—while not yet available—are technically possible with supportive policies and testing to accelerate their development and deployment.

Communication, Education, and Collaboration

In October 2024, PCA held a Roundtable for Industry Stakeholders in Aurora, CO, USA, with members and staff of the National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), American Society of Concrete Contractors (ASCC), and the American Concrete Pavement Association (ACPA) along with other key industry representatives.

Discussions centered on the importance of:

- Communication—Enhanced information exchange across the value chain regarding lower-carbon concrete mixtures;
- Education—Industry-wide training on sustainable initiatives and technical updates to support informed decision-making; and

- Collaboration—Coordination among stakeholders to balance sustainability goals with concrete performance requirements.

PCA is committed to continuing these discussions and collaboration across the cement-concrete-construction value chain. The conversation around cement is expanding. With all parties involved at the table, meaningful progress is achievable. Be part of the conversation and help shape a sustainable future for cement and concrete.

For more information, contact Michelle Wilson at mwilson@cement.org.

Selected for reader interest by the editors.

Note: Additional information on the ASTM International standards discussed in this article can be found at www.astm.org.

About the Portland Cement Association

Founded in 1916, the Portland Cement Association (PCA) is the premier policy, research, education, and market intelligence organization serving America's cement manufacturers. PCA supports sustainability, innovation, and safety while fostering continuous improvement in cement manufacturing, distribution, infrastructure, and economic growth. For more information, visit www.cement.org.



Michelle L. Wilson, FACI, is Senior Director of Concrete Technology and Industry Outreach at the Portland Cement Association (PCA). She has over 25 years of experience in concrete materials, specifications, performance, troubleshooting, and repair. Wilson is the primary author of PCA's *Design and Control of Concrete*

Mixtures. She is responsible for PCA's technical resources, covering the entire spectrum of cement and concrete technology, including industry outreach and support for PCA's *Roadmap to Carbon Neutrality*.

Wilson served on the ACI Board of Direction and is past Chair of ACI Committee 301, Specifications for Concrete Construction. She was awarded the 2022 Arthur R. Anderson Medal for her contributions to the advancement of concrete knowledge. She is also an Honorary Member of ASTM International Committee C09, Concrete and Concrete Aggregates, has served on the C09 Executive Committee, and is Chair of ASTM International Subcommittee C09.40, Ready-Mixed Concrete.

Wilson received her BS in architectural engineering from Milwaukee School of Engineering (MSOE), Milwaukee, WI, USA, with an emphasis on structural engineering and concrete materials. She was awarded the 2022 Outstanding Alumna of the Year from MSOE.

HUNDREDS OF Concrete Standards, Courses, and Recommended Practices Available



02

El cemento está cambiando para bien: Forma parte de la conversación

Por Michelle L. Wilson

La industria del concreto se encuentra en un punto de inflexión, con un creciente enfoque en la sustentabilidad que reconfigura la forma en que el cemento y el concreto se diseñan, producen e implementan. Para seguir siendo relevantes en el mercado actual, todos los actores de la industria -incluidos propietarios, diseñadores, productores, contratistas y proveedores de materiales - deben mantenerse informados sobre las prácticas y materiales en evolución que pueden apoyar una construcción sostenible.

Camino hacia la neutralidad de carbono

La industria cementera estadounidense se ha comprometido a lograr la neutralidad del carbono en toda la cadena de valor para 2050. En 2021, la Asociación del Cemento Portland (PCA) presentó la hoja de ruta hacia la neutralidad del carbono, que abarca los cinco eslabones de la cadena de valor: clínter, cemento, concreto, construcción y absorción del carbono (Fig. 1). Esta hoja de ruta hace énfasis en la reducción de emisiones en cada etapa, desde la producción de clínter y cemento hasta los impactos en la fase de construcción y uso.

La hoja de ruta del PCA da prioridad a tres áreas clave:

- **Combustibles alternativos** - La sustitución de combustibles fósiles por biomasa y otros materiales que normalmente se desecharían pero que tienen un valor significativo como combustible, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), desvía materiales de los vertederos y recupera una parte significativa de la energía incorporada contenida en esos materiales. Actualmente, el uso de combustibles alternativos en Estados Unidos es inferior al 14%, con un objetivo del 50% para 2050;

- **Captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS)** - La aplicación de tecnologías de CCUS puede evitar parte significativa de las emisiones de la fabricación de cemento; y
- **Cementos mezclados** - Los cementos mezclados con menor contenido de carbono reducen las emisiones y minimizan el uso de materiales vírgenes. El objetivo es alcanzar una relación clínter-cemento de 0.75 para 2050.

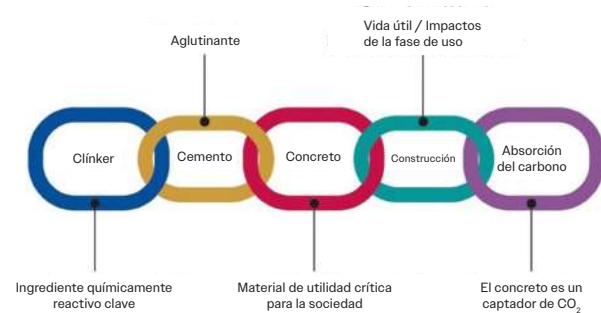


Fig. 1: Cada eslabón de la cadena de valor contribuye a la sostenibilidad, con un impacto combinado mayor que la suma de sus partes.

Evolución de las especificaciones del cemento

Las especificaciones del cemento en Norteamérica han evolucionado significativamente a lo largo del último siglo para satisfacer las nuevas demandas y adaptarse a las prácticas sostenibles (Fig. 2). Las primeras investigaciones de Bogue, realizadas en el marco de una beca de la PCA en la década de 1920, exploraron la composición del cemento portland y, en última instancia, contribuyeron al desarrollo de la norma ASTM C150/C150M, “Especificaciones estándar para cemento Portland” (Standard Specification for Portland Cement), en 1940. Desde entonces, las especificaciones del cemento en Estados Unidos han evolucionado para dar prioridad al rendimiento del cemento.

La norma ASTM C595/C595M, Especificación Estándar para cementos hidráulicos mezclados” (Standard Specification for Blended Hydraulic Cements), publicada inicialmente en 1967, permitió el uso de materiales alternativos en el cemento. Décadas de investigación y colaboración, lideradas por ASTM Internacional y otras organizaciones, han dado lugar a especificaciones y métodos de ensayo que abordan los cementos contemporáneos, mientras continúan perfeccionándose para hacer frente a los retos futuros.

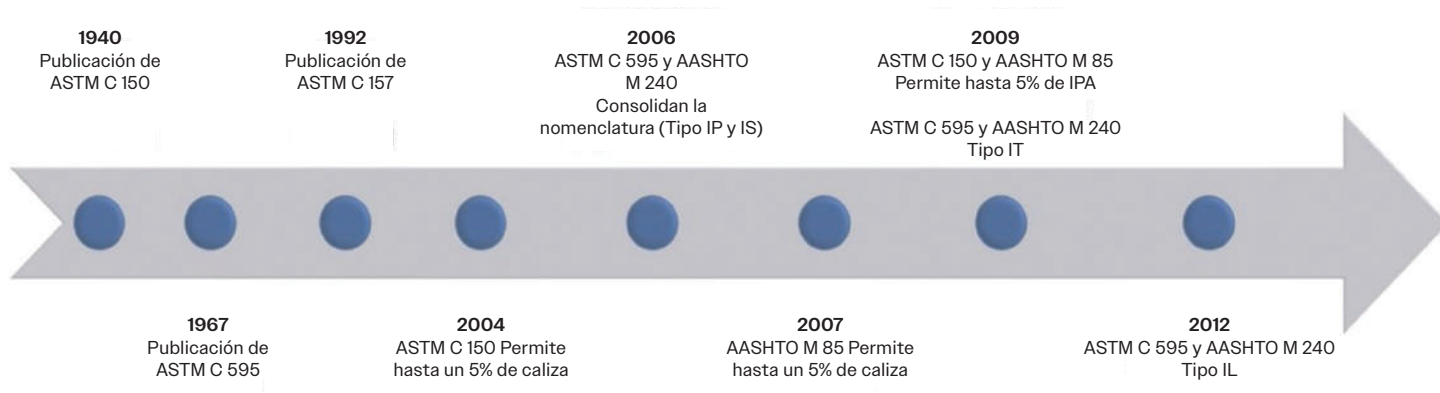


Fig. 2: Evolución de las normas de cemento de ASTM Internacional.

Áreas de interés del PCA

Para más información sobre las áreas de interés de la hoja de ruta del PCA, visite <https://pcalibrary.libguides.com> y acceda a las «Guías de Recursos Bibliotecarios» en el menú principal.

Cementos mezclados

Los cementos hidráulicos mezclados se fabrican triturando o mezclando dos o más tipos de materiales finos. La norma ASTM C595/C595M (AASHTO M 240) reconoce cuatro clases principales de cementos mixtos:

- Tipo IL – Cemento Portland con piedra caliza (PLC);
- Tipo IP – Cemento Portland puzolánico;
- Tipo IS – Cemento Portland de escoria de alto horno; y
- Tipo IT – Cemento adicionado ternario.

Las propiedades especiales, como la resistencia moderada o alta a los sulfatos, pueden verificarse mediante ensayos. Cuando procede, se añaden descripciones adicionales a la designación del tipo de cemento. Por ejemplo, Tipo IL (MS) indica un Cemento Portland de piedra caliza (PLC) moderadamente resistente a los sulfatos.

Los cementos mezclados ASTM C595/C595M son una alternativa más sostenible a los cementos portland tradicionales ASTM C150/C150M. Al incorporar piedra caliza y materiales cementantes suplementarios (SCM) como cenizas volantes, cemento de escoria y otras puzolanas, los cementos mezclados reducen las emisiones y la demanda de recursos naturales. Los PLC incluyen entre un 5% y un 15% de piedra caliza molida, lo que supone hasta un 10% más que el máximo del 5% del cemento portland ASTM C150/C150M, lo que se traduce en

una reducción de la huella de carbono de hasta un 10%. Los tipos IP, IS e IT pueden tener huellas de carbono aún menores, ya que permiten proporciones más elevadas de materiales distintos del Clinker.

Los cementos mezclados también pueden mejorar la durabilidad y resistencia del concreto. Por ejemplo, optimizar la cantidad de cemento de escoria o puzolana en los cementos mezclados puede ayudar a mitigar la reactividad álcali-agregado.

Uso de Cementos mezclados

Los cementos mezclados pueden utilizarse en todas las aplicaciones del concreto, ya sea como único material cementante o en combinación con SCM añadidos en la planta de concreto. Desde 2021, la cuota de los cementos mezclados en el consumo total de cemento en EE.UU. ha aumentado sustancialmente (Fig. 3). El uso de PLC (Tipo IL) ha aumentado de menos del 5% en 2021 a aproximadamente el 58% del mercado de cemento de EE.UU. hasta agosto de 2024 (Encuesta Geológica de Estados Unidos [USGS]).

La disponibilidad regional de estos materiales varía, y los fabricantes están explorando ingredientes de origen local para futuras formulaciones de cemento.

Perspectivas de futuro de los Cementos mezclados

De cara al futuro, los avances en los cementos mezclados podrían reducir aún más las emisiones de carbono. Los investigadores y productores de materiales están investigando fuentes de materiales cementantes suplementarios (SCM) más allá de los subproductos industriales tradicionales. Entre ellas figuran las puzolanas naturales, las arcillas calcinadas, piedra pómez, esquistos expandidos, cenizas volcánicas y las cenizas de carbón recogidas en vertederos.

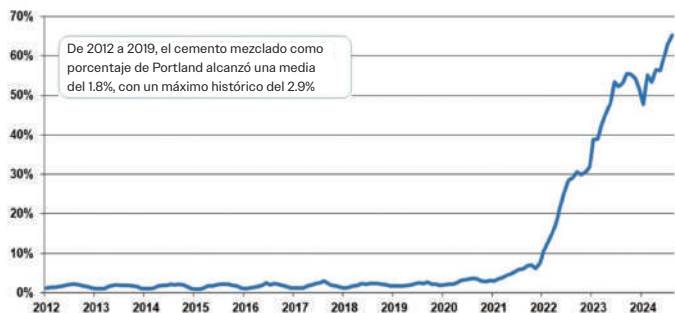


Fig. 3: La participación de los cementos mezclados en el consumo total de cemento en Estados Unidos ha aumentado sustancialmente desde 2021 (USGS).

Estos SCMs alternativos no suelen cumplir las especificaciones tradicionales de la industria. En este ámbito se están llevando a cabo numerosos trabajos de normalización. El paso de predicciones empíricas a predicciones basadas en la ciencia de los materiales sobre la reactividad y el rendimiento del cemento favorece el desarrollo de futuras especificaciones basadas en el rendimiento, lo que garantiza una calidad uniforme del concreto con una mayor flexibilidad en la selección de materiales.

Desafíos para la adopción

Aunque los cementos mezclados ofrecen importantes ventajas medioambientales, se enfrentan a varios obstáculos para su adopción generalizada:

- Conservadurismo de la industria - los ingenieros y constructores familiarizados con el cemento portland pueden mostrarse reticentes a adoptar nuevos materiales sin suficientes pruebas de rendimiento o experiencia en el uso del nuevo material; y
- Limitaciones de la cadena de suministro - la disponibilidad regional de los componentes del cemento mezclado afecta a la viabilidad, y el transporte puede contrarrestar los beneficios medioambientales.

Las diferencias en las propiedades de los tipos de cemento mezclado pueden requerir ajustes en las mezclas de concreto, manejo, curado y técnicas de aplicación. Para superar estos obstáculos habrá que invertir en investigación, desarrollo de normas y formación de la industria. En particular, muchos cementos mezclados ya han demostrado su eficacia. Otras soluciones -aunque todavía no están disponibles- son técnicamente posibles con políticas de apoyo y pruebas que aceleren su desarrollo e implantación.

Comunicación, educación y colaboración

En octubre de 2024, la PCA celebró una mesa redonda para las partes interesadas de la industria en Aurora, CO, EE. UU., con miembros y personal de la Asociación Nacional de Concreto Premezclado (NRMCA), la Asociación Americana de Constructores de Concreto (ASCC) y la Asociación Americana de Pavimentos de Concreto (ACPA) junto con otros representantes clave de la industria.

Los debates se centraron en la importancia de:

- Comunicación - mejorar del intercambio de información en toda la cadena de valor en relación con las mezclas de concreto con bajas emisiones de carbono;
- Educación - Formación en todo el sector sobre iniciativas sostenibles y actualizaciones técnicas para apoyar la toma de decisiones con conocimiento de causa; y
- Colaboración - Coordinación entre las partes interesadas para equilibrar los objetivos de sostenibilidad con requisitos de rendimiento del concreto.

La PCA se compromete a continuar estos debates y la colaboración en toda la cadena de valor cemento-concreto-construcción. La conversación en torno al cemento se está ampliando. Con todas las partes implicadas en la mesa, es posible lograr un progreso significativo. Forme parte de la conversación y ayude a dar forma a un futuro sostenible para el cemento y el concreto.

Para más información, póngase en contacto con Michelle Wilson en mwilson@cement.org.

Nota: Para más información sobre las normas de ASTM International de las que se habla en este artículo en www.astm.org

Acerca de la Asociación de Cemento Portland

Fundada en 1916, la Asociación de Cemento Portland (PCA) es la principal organización de política, investigación, educación e inteligencia de mercado al servicio de los fabricantes de cemento de Estados Unidos. La PCA apoya la sostenibilidad, la innovación y la seguridad, al tiempo que fomenta la mejora continua en la fabricación, distribución, infraestructura y crecimiento económico del cemento. Para más información, visite www.cement.org.

Michelle L. Wilson, FACI, es Directora Senior de Tecnología del Concreto y Divulgación de la Industria en la Asociación de Cemento Portland (PCA). Cuenta con más de 25 años de experiencia en materiales de concreto, especificaciones, rendimiento, solución de problemas y reparación. Wilson es la autora principal del libro de la PCA Design and Control of Concrete Mixtures (Diseño y control de mezclas de concreto). Es responsable de los recursos técnicos de la PCA, que abarcan todo el espectro de la tecnología del cemento y el concreto, incluida la divulgación industrial y el apoyo a la Hoja de ruta hacia la neutralidad en carbono de la PCA. Wilson formó parte de la Junta Directiva de ACI y fue Presidenta del Comité 301 de ACI, Especificaciones para la Construcción de Concreto. Fue galardonada con la Medalla Arthur R. Anderson 2022 por sus contribuciones al avance del conocimiento del concreto. También es miembro honorario del Comité C09 de ASTM International, Concrete and Concrete Aggregates, ha formado parte del Comité Ejecutivo del C09 y es Presidenta del Subcomité C09.40 de ASTM International, Ready-Mixed Concrete. Wilson se licenció en Ingeniería Arquitectónica en la Milwaukee School of Engineering (MSOE), Milwaukee, WI, EE.UU., con especialización en Ingeniería Estructural y Materiales de Concreto. En 2022, la MSOE le concedió el premio a la mejor estudiante del año.



Título original en inglés:
**Cement Is Changing for Good:
Be Part of the Conversation**

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



Traductor:
**Est. Luis Angel
Cubas Saavedra**



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



**Ing. Jakelyn Quispe
Vásquez**