

Pilot-Scale Efforts in Reducing Embodied Carbon Footprints of Concrete in India

by Vijay Kulkarni, Ramesh Joshi, Utsav Biharilal Tayade, and S. Karthikeyan

The climate change phenomenon, manifested through global warming from greenhouse gases (GHGs), has become a matter of serious concern for all. Human activities have already caused a temperature rise of approximately 1°C (1.8°F) above preindustrial levels. A recent report by the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) warns that global temperatures are likely to increase by 1.5°C (2.7°F) between 2030 and 2052, with devastating effects.¹

There is an increasing awareness that the construction sector, a main consumer of resources—energy, materials, water, and land—has to play a major role in mitigating the adverse effects of climate change. Among construction materials, concrete uses a lion’s share of these resources. It is therefore imperative that concrete be produced and used in the most environmentally friendly manner possible.

Fortunately, there is a growing worldwide trend of making concrete “greener,” or more environmentally friendly. This article enumerates the notable initiatives taken by some leading professional and manufacturing organizations in relation to developing criteria for characterizing the “greenness” of concrete. This is followed by a review of the current status of the concrete industry in India and recent pilot-scale efforts toward evolving and implementing green product certification in the country.

A Sampling of Green Initiatives

NRMCA

The National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), jointly with NSF Certification LLC, conducted a survey of approximately 7000 member ready mixed concrete (RMC) plants to arrive at an industry-average environmental product declaration (EPD). A report on this was published in

2019.² From the immense variety of RMC products (or mixture designs) used by plants surveyed, a conservative approach was adopted to arrive at 72 workable concrete mixtures (48 normalweight and 24 lightweight concrete mixtures) that could pragmatically capture a high proportion of the RMC produced by these plants. The same mixtures were used for arriving at the industry-average EPD. The scope of the EPD is from cradle-to-gate and includes all upstream processes.

NRMCA also describes a methodology for quantifying and reducing the carbon footprints of concrete mixtures with the help of an example of an 18-story building.³ Here, one can use the mixture designs for different concrete structural elements that have significantly lower global warming potential (GWP) than the benchmark mixtures from the EPD data.

Concrete Sustainability Council

The Concrete Sustainability Council (CSC) has developed a “Responsible Sourcing Certification” system for cement, aggregate, and concrete companies.⁴ The certification by CSC includes the complete concrete supply chain: cement manufacturers, aggregate suppliers, and concrete producers. The certification takes place in four categories—namely, environment, economy, social aspect of sustainability, and management. To obtain certification, companies must fulfill certain prerequisites in these categories. CSC is the global system operator supported by regional system operators and certification bodies.

GCCA

During October 2019, the Global Cement and Concrete Association (GCCA) launched the “GCCA Industry EPD Tool” (Version 2.0) to support the publication of EPDs by

cement and concrete producers.⁵ It is reported that GCCA will be making the tool available to all producers and organizations in the cement and concrete industries.

Architecture 2030

Architecture 2030—a nonprofit organization—launched “The 2030 Challenge” in 2006, appealing to the global architecture and building community to adopt targets for reducing GHG emissions.⁶ The 2030 Challenge sets targets to design new buildings and refurbish existing buildings to become carbon-neutral by 2030 as far as the use of fossil fuel energy is concerned in the operations of buildings. The 2030 Challenge for Products, issued in 2011, specified that manufactured products should meet a carbon footprint of 50% below the industry average by 2030.

Structural Engineers 2050

Structural Engineers 2050 (SE 2050) is a group of professionals who endorse the global vision of net-zero carbon building.⁷ In December 2019, the group decided to support the development of the SE 2050 Commitment Program. The goal of this initiative is to inspire structural engineers to contribute to the global vision of zero-carbon buildings by 2050 and to provide measurement of progress toward that vision.

ACI

The American Concrete Institute (ACI) is in the process of creating a “Concrete Sustainability Assessor” certification. Sakai and Buffenbarger report that the program is being developed to endorse the competency of individuals tasked to assess and oversee the sustainability and resilience of concrete construction.⁸

India’s Emissions

India is the third-largest carbon dioxide (CO₂) emitting country in the world, next only to China and the United States. Based on recent data published by India’s Ministry of Power, coal—a major contributor to CO₂ emissions—stood at 54.2% in the total power generation (refer to Fig. 1).⁹ It seems that in spite of the efforts being made by the central and state

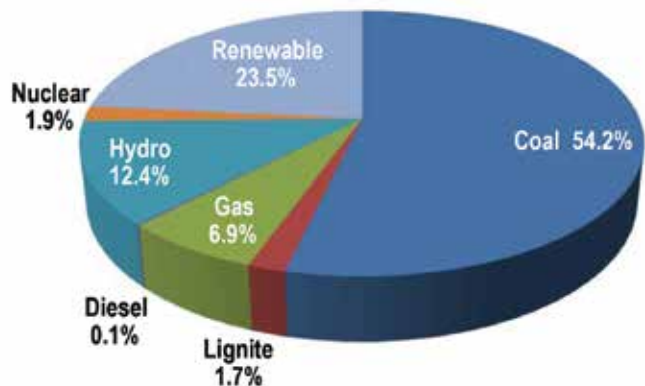


Fig. 1: India’s power sector scenario at a glance⁹

governments to develop alternative sources of energy (for example, solar and wind), India’s dependency on coal as a major source of power is not likely to decrease appreciably in the near future. Based on the projections made by The Energy and Resources Institute of India (TERI), coal would account for approximately 45 to 55% of India’s commercial energy mix throughout the modeling period up to 2030 in each of the four scenarios studied.¹⁰ Incidentally, although India’s CO₂ emissions are high in quantitative terms, the country’s contribution to GHG emissions in per capita terms is not alarming (refer to Fig. 2).¹¹

Yet India has voluntarily pledged to cut GHG emissions by 33 to 35%, relative to 2005 levels, by 2030.¹² It has also set a target to achieve approximately 40% cumulative electric power installed capacity from nonfossil fuel energy resources by 2030 by installing 100 GW of solar power and 60 GW of wind power by 2022.

India’s Concrete Industry

In India, construction involving concrete has traditionally been a labor-intensive activity. However, concrete construction in India—especially in urban areas—has undergone welcome transformations since the latter half of the 1990s. The demand for rapid construction—for housing, commercial buildings, and transportation systems—has necessitated the adoption of mechanized techniques of construction, including the use of RMC.

Although traditional concrete-making techniques are still in use in semiurban and rural areas, it has been heartening to witness their gradual disappearance from major urban centers. While many RMC facilities have been developed in metropolitan areas during the past two decades, the exact number of operating RMC plants in the country is unknown. However, according to one rough estimate, 90 to 120 million m³ (118 to 157 million yd³) of concrete is produced annually using modern batch plants in India.¹³

Green Product Certification for RMC

Ongoing and planned construction activities in India are likely to further increase RMC construction, so the GHG

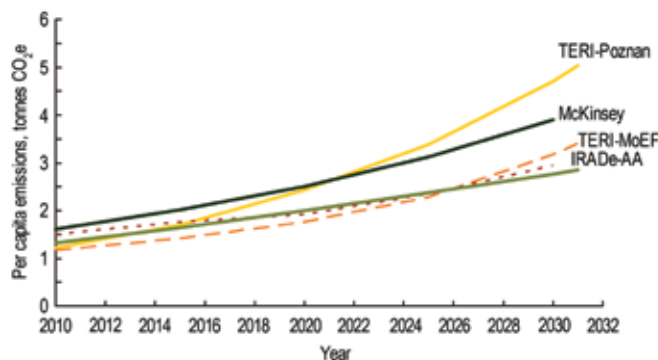


Fig. 2: Per capita GHG emissions by India, projected to 2031 in five model studies (after Reference 11) (Note: 1 tonne = 1.1 tons)

emissions from concrete are bound to increase. Considering this, the Ready Mixed Concrete Manufacturers' Association (RMCMA) partnered with the Green Products and Services Council (GPSC) of India under the Confederation of Indian Industry (CII), and they developed the Green Product Certification for RMC. This initiative was supported by the Quality Council of India (QCI) and the International Finance Corporation (IFC).

For this purpose, an expert team was assembled in late 2017. The team reviewed the international efforts in this sphere. It was concluded that in view of the concurrent existence of modern ready mixed concrete on the one hand and the age-old, labor-intensive, site-mixed concrete on the other, it would be practically difficult to develop a common EPD for concrete in India. It was also observed that in view of the variety of social and economic factors and the lack of robust regulatory mechanisms, adoption of CSC's Responsible Sourcing Certification would not be feasible in India. Therefore, the expert team decided to devise localized criteria for certification. Termed GreenPro certification for RMC, the detailed account of the scheme is enumerated elsewhere.¹⁴

Salient features of the scheme include:

- Eight parameters are used for evaluating the green features of RMC: product design, product performance, raw materials, manufacturing process, waste management, life-cycle approach, product stewardship, and innovations;
- The scheme evaluates resource conservation through increased use of recycled content (for example, fly ash and slag cement);
- The scheme uses the well-known 3R (reduce, recycle, and reuse) techniques to assess energy efficiency, water efficiency, and minimization of waste;
- Three simple tools propounded by P.K. Mehta to improve the sustainability of concrete formed one of the main backbones of the certification scheme.¹⁵ These tools include: (i) minimize the amount of ordinary portland cement (OPC) in concrete, (ii) consume less concrete through innovative architecture and design, and (iii) consume less clinker in cement;
- Credits are awarded based on concrete properties that reduce environmental impact. It was observed that quite a few RMC companies in India promote the use of value-added products, some of which have the potential to become qualified (with appropriate changes) as environmentally friendly products. Certain examples of products listed next are included in the scheme and due credit was given after thorough audits:
 - High supplementary cementitious material (SCM) concrete (beyond the maximum permissible percentages permitted by the Indian Standards) used in plain concrete, foundations, mass concrete, and even structural members where 56- or 90-day strength is specified for compliance;
 - High-strength concrete, which helps in reducing section sizes, thereby reducing the quantity of concrete required;
 - Concretes having low densities, the use of which

improves thermal insulation of the building envelope and helps in energy reduction;

- Self-compacting concrete (SCC), which speeds up construction and eliminates the need for vibration during placing of concrete, thereby helping in noise reduction; and
- Durable concrete, which minimizes repair/restoration work and delays reconstruction, thereby saving materials and cost.
- Considering the environmental damage inflicted due to the unrestricted dredging of Indian rivers, the scheme gives credits for the use of crushed stone/gravel sand in place of river sand;
- To achieve the green concrete certification, RMC plants must fulfill certain basic prerequisites with regard to minimum equipment and system requirements, air and water pollution control measures as certified by state pollution control authorities, and occupational health and safety compliances;
- The scheme is based on both plant and product certification. While the maximum achievable credit points are 100, the products and the plant supplying the products will be certified based on certain minimum points earned during the audit-based evaluation; and
- The plant-based audit and conformity evaluation are done by a third-party agency having appropriate experience in such evaluation.

GreenPro Audit of RMC Plants

The GreenPro certification for concrete was launched in the latter half of 2017, with awareness seminars held in some major cities. The actual pilot-scale audit of RMC plants commenced in 2018. A total of 17 plants from reputed companies were offered for certification. Because these plants were in the north, south, east, and west regions of India, the data obtained may be considered representative.

Before commencement of each audit, a joint meeting of the stakeholder teams from the company's plants was held to explain the details of the audit scheme and set the audit schedules for the plants. The plant personnel furnished the required data, including the mandatory prerequisites, to the audit team beforehand. The plant audit was conducted by two experts: an experienced concrete technologist and a GPSC-certified auditor. The audit data were thoroughly analyzed, and once the nonconformities, if any, were closed, GreenPro certification was awarded.

Critical Observations during GreenPro Evaluation

Here, some critical observations made by the GreenPro evaluation team are worth mentioning:

- All documentary evidence of mandatory prerequisites were duly made available to the auditing team;
- Most of the RMC plants used crushed stone sand (CSS), excepting certain plants in Gujarat state, where river sand

was available at a lower price than CSS;

- While the plants from the south, east, and west regions used both fly ash and slag cement, those from the north used only the former as the higher transportation cost of slag cement resulted in uneconomic mixtures. For producing high-strength concrete, microfine materials like silica fume or ultrafine slag cement were used;
- The percentage replacement of OPC with SCMs varied from plant to plant (as evident from Fig. 3). The average replacement of OPC with SCMs from 17 plants was approximately 25%; and
- An overwhelming majority of the city-based RMC plants were found to have strict pollution-control systems, including cover over aggregate bins, sprinkling of water on aggregates to suppress dust, silos fitted with dust-control filters at the top and bottom with pressure release valves,

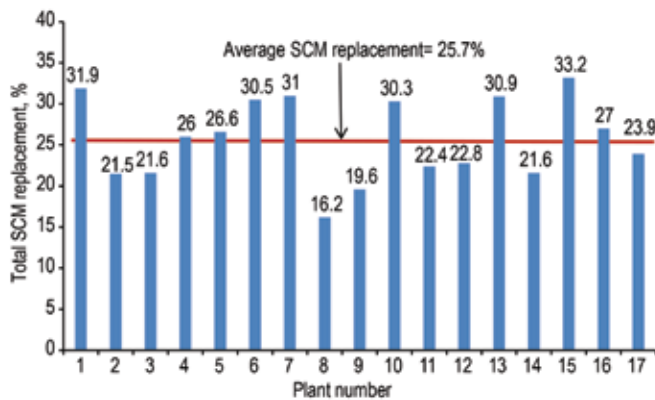


Fig. 3: Plant-wise percentage of the total replacement of OPC by SCMs

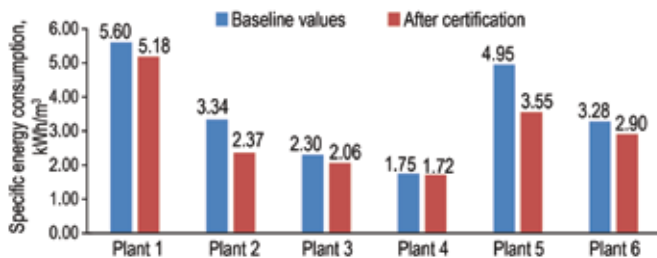


Fig. 4: Comparison of postcertification specific energy consumption with baseline values (Note: 1 kWh/m³ = 0.765 kWh/yd³)

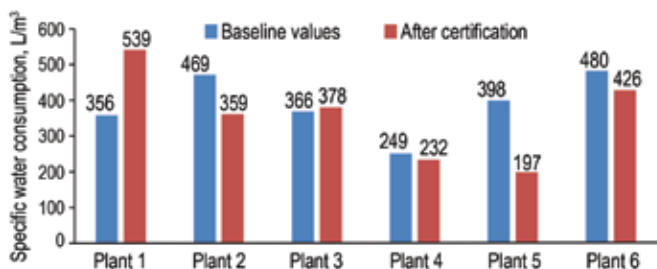


Fig. 5: Comparison of postcertification specific water consumption with baseline values (Note: 1 L/m³ = 0.2 gal./yd³)

and reclaimer systems for treating returned concrete. Some plants even had a working filter press system to effectively reuse the sludge and recycled water.

Postcertification Reduction in Embodied CO₂

With a plan to evaluate the outcome of GreenPro certification, RMC plants were requested to share their postcertification data. Out of the 17 certified plants, six plants responded positively. The GreenPro team analyzed the postcertification data of the six plants, and four key parameters were compared with the baseline parameters obtained from certification.

All six plants showed reductions in specific electric energy consumption (refer to Fig. 4). The average consumption came down from 3.40 to 2.80 kWh/m³ (2.6 to 2.2 kWh/yd³). The average specific water requirement for the six plants decreased, from 373 to 335 L/m³ (75 to 68 gal./yd³), although Plants No. 1 and 3 showed an increase (refer to Fig. 5). The average OPC substitution with SCMs from the six plants increased, from 28.6 to 31.14%, although Plant No. 2 showed a 3% reduction in the substitution (refer to Fig. 6).

The embodied carbon dioxide equivalent (CO₂e) was calculated for plant-wise concrete (CO₂e signifies the amount of CO₂ that would have the equivalent global warming impact). The postcertification CO₂e is compared with baseline values in Fig. 7. For such calculations, the embodied CO₂e was considered as 0.82 kg CO₂e per kg of cement

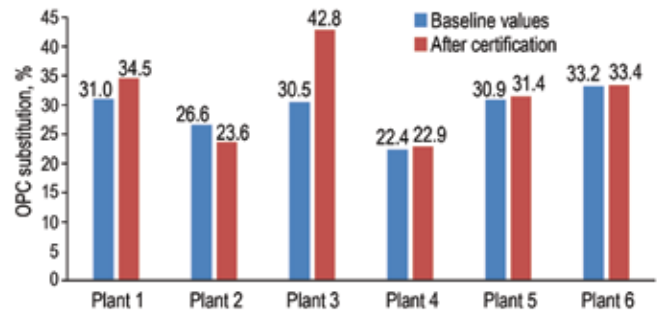


Fig. 6: Postcertification improvement in OPC substitution of six plants

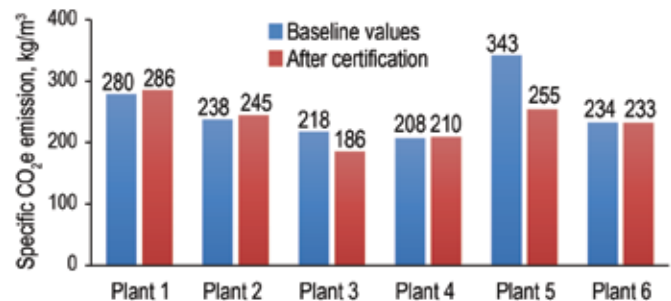


Fig. 7: Comparison of postcertification specific CO₂ emission with baseline values measured as kilograms of CO₂e per m³ of concrete (Note: 1 kg/m³ = 1.7 lb/yd³)

(0.82 kg CO₂e/kg [1.8 lb CO₂e/lb]) and was based on the report from CII.¹⁶ From the database maintained by CII, the CO₂ intensity values for fly ash and slag cement were assumed as 0.004 and 0.071 kg CO₂e/kg (0.0088 and 0.156 lb CO₂e/lb), respectively. The CO₂e values of locally sourced aggregates, being marginal, were neglected.

The postcertification average for the six plants decreased from a base value of 0.251 to 0.233 CO₂e/m³ (0.192 to 0.178 CO₂e/yd³), showing a reduction of 7.2%. Considering that the six plants reported to the evaluation team that they produced 350,215 m³ (458,100 yd³) of concrete, the reduction in embodied CO₂e totals 6304 tonnes (6949 tons). This small initial achievement would certainly encourage our team to continue future efforts in this area.

Conclusion

The pilot-scale implementation of an indigenously developed green certification scheme in India not only helped in enhancing general awareness about the need to enforce such measures but also triggered welcome improvements. This was evident from the analysis of the postcertification data from six plants, which showed a reduction in specific electric use and specific water consumption, as well as an improvement in OPC substitution with SCMs. The postcertification reduction of 7.2% in the embodied CO₂e of concrete from the six plants can indeed be considered a worthwhile achievement.

References

1. “Global Warming of 1.5°C: Summary for Policymakers,” Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, Oct. 2018, 32 pp.
2. “Environmental Product Declaration: NRMCA Member Industry Average EPD for Ready Mixed Concrete,” National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, Nov. 2019, 34 pp.
3. “Proposed Methodology for Quantifying and Reducing Carbon Footprint of a Concrete Building,” National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, 2019, 21 pp.
4. “CSC Technical Manual Version 1.0

2017,” Concrete Sustainability Council, Geneva, Switzerland, Feb. 17, 2017, 126 pp.

5. “GCCA Launches Industry EPD Tool as Part of Ongoing Industry Efforts to Reduce Environmental Impact and Support Global Sustainability Goals,” Global Cement and Concrete Association, London, UK, Oct. 7, 2019, www.gccassociation.org/news/gcca-

launches-industry-epd-tool-as-part-of-ongoing-industry-efforts-to-reduce-environmental-impact-and-support-global-sustainability-goals.

6. “The 2030 Challenge,” Architecture 2030, www.architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge. Accessed Dec. 1, 2020.

7. “Committing to Net Zero,” SE 2050, www.se2050.org. Accessed Dec. 1, 2020.

ACI Multi-User/ Multi-Site Solutions



From a single title, to a custom selection, to ACI’s full collection, the American Concrete Institute partners with leading distributors to provide access to the Institute’s published content for multiple locations and/or multiple users.

CUSTOMIZABLE COLLECTION
MULTIPLE USERS | MULTIPLE LOCATIONS
BUNDLE WITH OTHER PUBLISHERS



American Concrete Institute
Always advancing

www.concrete.org

8. Sakai, K., and Buffenbarger, J., "ACI Concrete Sustainability Forum XI," *Concrete International*, V. 41, No. 3, March 2019, pp. 47-51.

9. "Power Sector at a Glance," Ministry of Power, Government of India, New Delhi, India, March 17, 2020.

10. "National Energy Map for India: Technology Vision 2030," TERI Press, The Energy and Resources Institute, New Delhi, India, Aug. 2011, 27 pp.

11. "India's GHG Emission Profile: Results of Five Climate Modelling Studies," Ministry of Environment and Forests, Government of India, New Delhi, India, Sep. 2009, 56 pp.

12. Joshi, M., "The Road from Paris: Progress on India's Climate Pledge," Natural Resources Defense Council, Dec. 10, 2019, www.nrdc.org/experts/anjali-jaiswal/road-paris-indias-advancement-its-climate-pled.

13. Kulkarni, V., "Use of Fly Ash in Concrete: Current Indian Scenario and a Case Study on HVFAC for Shear Wall Construction in India," EUROCOALASH International Conference, Dundee, UK, June 2019.

14. Kulkarni, V., and Joshi, R., "Evolution of Green Certification for Ready-Mixed Concrete in India," XVIII ERMCO Congress, Oslo, Norway, June 2018.

15. Mehta, P.K., "Global Concrete Industry Sustainability," *Concrete International*, V. 31, No. 2, Feb. 2009, pp. 45-48.

16. "Discussion Paper on Composite Cement," Confederation of Indian Industry, CII—Sohrabji Godrej Green Business Centre, Hyderabad, India, May 20, 2016.

Selected for reader interest by the editors.



ACI member **Vijay Kulkarni** was Vice President of the ACI India Chapter from 2005 to 2007. He was the Principal Consultant to RMCMA and contributed to the development and implementation of the quality scheme for ready mixed concrete in India. He was the President of the Indian Concrete Institute (ICI) from 2009 to 2011 and is currently the Chair of ICI's Durability Committee. He is the Chair of the Technical Committee for GreenPro certification. He is the past Editor of the *Indian Concrete Journal*.



Ramesh Joshi, a civil engineer with a postgraduate diploma in management, has three decades of experience in different facets of the cement industry. He has filled diverse roles across India, developing deep insights into businesses involving ready mixed concrete, gray cement, and white cement. He is currently the President of RMCMA of India and Senior Management Leader for the concrete and cement industry. He is an active committee member of GCCA on concrete guidelines.



Utsav Biharilal Tayade is an Associate Counsellor with CII—Sohrabji Godrej Green Business Centre, Hyderabad, India. He has over 7 years of work experience in ecolabeling and energy efficiency. He has contributed to the implementation of a low-carbon roadmap for the ready mixed concrete industry through the development and implementation of the GreenPro ecolabeling program in India.



S. Karthikeyan is a Principal Counsellor with CII—Sohrabji Godrej Green Business Centre. He has over 20 years of experience in industrial energy efficiency, green buildings, and ecolabeling. He has been instrumental in designing and developing GreenPro, an Indian ecolabel, which aims at facilitating green product market transformation in the country.

Stay Up-to-Date with the ACI Events Calendar!

Search your Events Calendar by...



Certifications and Training



Seminars and Webinars



Events

Search, Click, Connect!

Visit the Events Calendar Page at www.concrete.org/calendar

Whether you're interested in networking with industry leaders, learning a new technology, or wanting to let others know about your upcoming event, be sure to check out the ACI Events Calendar. With just a few clicks, you can connect with an event near you or post your own event to share with the world!



Esfuerzos a escala piloto para reducir la huella de carbono incorporada al concreto en la India

por Vijay Kulkarni, Ramesh Joshi, Utsav Biharilal Tayade y S. Karthikeyan

El fenómeno del cambio climático, que se manifiesta a través del calentamiento global de los gases de efecto invernadero (GEI), se ha convertido en un motivo de grave preocupación para todos. Las actividades humanas ya han provocado un aumento de temperatura de aproximadamente 1 ° C (1.8 ° F) por encima de los niveles preindustriales. Un informe reciente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas advierte que es probable que las temperaturas globales aumenten en 1.5 ° C (2.7 ° F) entre 2030 y 2052, con efectos devastadores.¹

Existe una creciente conciencia de que el sector de la construcción, principal consumidor de recursos —energía, materiales, agua y tierra— debe desempeñar un papel importante en la mitigación de los efectos adversos del cambio climático. Entre los materiales de construcción, el concreto utiliza la mayor parte de estos recursos. Por lo tanto, es imperativo que el concreto se produzca y se utilice de la manera más ecológica posible.

Afortunadamente, existe una creciente tendencia mundial de hacer que el concreto sea más "ecológico" o más respetuoso al medio ambiente. Este artículo enumera las iniciativas notables tomadas por algunas organizaciones profesionales y de fabricación líderes en relación con el desarrollo de criterios para caracterizar el concreto "ecológico". A esto le sigue una revisión del estado actual de la industria del concreto en la India y los recientes esfuerzos a escala piloto para desarrollar e implementar la certificación de productos ecológicos en el país.

Una muestra de Iniciativas Ecológicas NRMCA

La Asociación Nacional de Concreto Premezclado (NRMCA), junto con NSF Certificación LLC, realizó una encuesta de aproximadamente 7000 plantas de miembros de concreto premezclado (RMC- ready mixed concrete) para llegar a una declaración de producto ambiental (EPD) promedio de la industria. Se publicó un informe sobre esto en 2019.² De la inmensa variedad de productos RMC (o diseños de mezcla) utilizados por las plantas encuestadas, se adoptó un enfoque conservador para llegar a 72 mezclas de concreto trabajables (48 mezclas de concreto de peso normal y 24 mezclas de concreto liviano) que podrían capturar pragmáticamente una alta proporción del RMC producido por estas plantas. Se utilizaron las mismas mezclas para llegar a la EPD promedio de la industria. El alcance de la EPD es de principio a fin e incluye todos los procesos ascendentes

NRMCA también describe una metodología para cuantificar y reducir las huellas de carbono de mezclas de concreto con la ayuda de un ejemplo de un edificio de 18 pisos.³ Aquí, se pueden usar los diseños de mezcla.

Consejo de Sostenibilidad del Concreto

El Consejo de Sostenibilidad del Concreto (CSC) ha desarrollado un sistema de "Certificación de Abastecimiento Responsable" para empresas cementeras, agregados y de concreto.⁴ La certificación de CSC incluye la cadena completa de suministro de concreto: fabricantes de cemento, proveedores de agregados y productores de concreto. La certificación se lleva a cabo en cuatro categorías a saber, medio

ambiente, economía, aspecto social de la sostenibilidad y gestión. Para obtener la certificación, las empresas deben cumplir con ciertos requisitos previos en estas categorías. CSC es el operador del sistema global respaldado por los operadores del sistema regional y los organismos de certificación.

GCCA

Durante octubre de 2019, la Asociación Global de Cemento y Concreto (GCCA) lanzó la “Herramienta de EPD de la Industria de GCCA” (Versión 2.0) para apoyar la publicación de EPD por parte de los productores de cemento y concreto.⁵ Se informa que GCCA pondrá la herramienta a disposición todos los productores y organizaciones de las industrias del cemento y del hormigón.

Arquitectura 2030

Arquitectura 2030, una organización sin fines de lucro, lanzó “The 2030 Challenge” en 2006, apelando a la comunidad global de arquitectura y construcción para que adopte objetivos para reducir las emisiones de GEI.⁶ El desafío 2030 establece objetivos para diseñar nuevos edificios y renovar los edificios existentes para convertirlos a carbono neutral para 2030 en lo que respecta al uso de energía de combustibles fósiles en las operaciones de los edificios. El desafío de productos 2030, publicado en 2011, especificó que los productos manufacturados deben cumplir una huella de carbono 50% por debajo del promedio de la industria para 2030.

Ingenieros Estructurales 2050

Ingenieros Estructurales 2050 (Structural Engineers 2050 - SE 2050) es un grupo de profesionales que respalda la visión global de la construcción de carbono neto cero.⁷ En diciembre de 2019, el grupo decidió apoyar el desarrollo del Programa de Compromiso SE 2050. El objetivo de esta iniciativa es inspirar a los ingenieros estructurales para que contribuyan a la visión global de edificios con cero emisiones de carbono para 2050 y proporcionar una medición del progreso hacia esa visión.

ACI

El Instituto Americano del Concreto (ACI) está en proceso de crear una certificación de “Evaluador de sostenibilidad del concreto”. Sakai y Buffenbarger informan que el programa se está desarrollando para respaldar la competencia de las personas encargadas de evaluar y supervisar la sostenibilidad y la resiliencia de la construcción de concreto.⁸

Emisiones de la India

India es el tercer país emisor de dióxido de carbono (CO₂) más grande del mundo, solo después de China y Estados Unidos. Según datos recientes publicados por el Ministerio de Energía de la India, el carbón, uno de los principales contribuyentes a las emisiones de CO₂, representó el 54,2% de la generación total de energía (consulte la figura 1).⁹

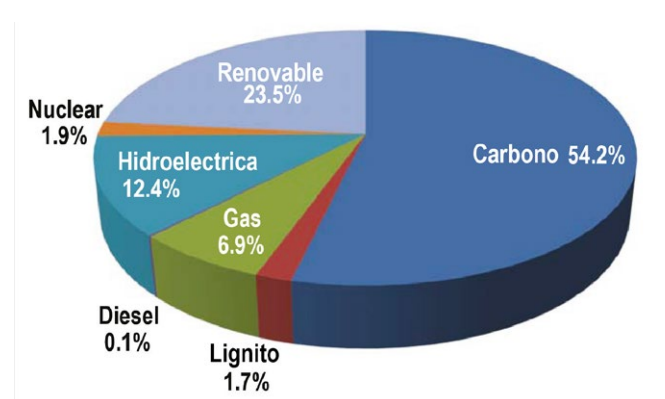


Fig.1: Panorama general del sector energético de la India¹⁰

Parece que a pesar de los esfuerzos que están realizando los gobiernos central y estatal para desarrollar fuentes alternativas de energía (por ejemplo, solar y eólica), no es probable que la dependencia de carbono de la India como fuente principal de energía disminuya apreciablemente en un futuro próximo. Según las proyecciones realizadas por el Instituto de Energía y Recursos de la India (TERI), el carbón representaría aproximadamente del 45 al 55% de la combinación de energía comercial de la India durante todo el período de modelado hasta 2030 en cada uno de los cuatro escenarios estudiados¹⁰. Las emisiones de CO₂ de la India son altas en términos cuantitativos, la contribución del país a las emisiones de GEI en términos per cápita no es alarmante (consulte la Figura 2).¹¹

Sin embargo, India se ha comprometido voluntariamente a reducir las emisiones de GEI entre un 33 y un 35%, en relación con los niveles de 2005, para 2030.¹² También se ha fijado el objetivo de alcanzar aproximadamente el 40% de la capacidad instalada de energía eléctrica acumulada a partir de recursos energéticos no fósiles para 2030 mediante la instalación de 100 GW energía solar y 60 GW de energía eólica para 2022.

Industria del Concreto de la India

En India, la construcción con concreto ha sido tradicionalmente una actividad intensiva en mano de obra. Sin embargo, la construcción de concreto en la India, especialmente en las áreas urbanas, ha experimentado transformaciones positivas desde la segunda mitad de la década de 1990. La demanda de construcción rápida, para viviendas, edificios comerciales y sistemas de transporte, ha requerido la adopción de técnicas de construcción mecanizadas, incluido el uso de RMC.

Aunque las técnicas tradicionales de fabricación de hormigón todavía se utilizan en zonas semiurbanas y rurales, ha sido alentador presenciar su desaparición gradual de los principales centros urbanos. Si bien muchas instalaciones de RMC se han desarrollado en áreas metropolitanas durante las últimas dos décadas, se desconoce el número exacto de plantas de RMC en funcionamiento en el país. Sin embargo, según una estimación aproximada, se producen anualmente de 90 a 120 millones de m³ (118 a 157 millones de yd³) de concreto utilizando modernas plantas de procesamiento por lotes en la India.¹³

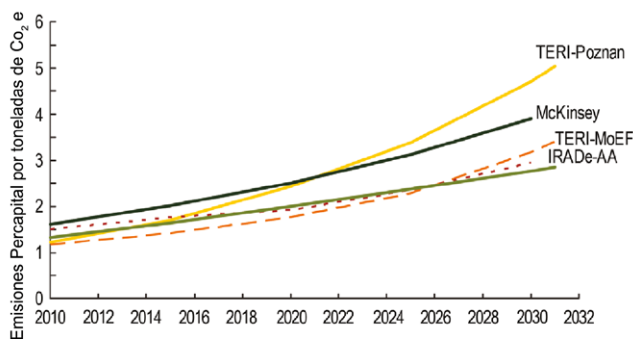


Fig.2: Emisiones de GEI per cápita de la India, proyectadas hasta 2031 en cinco estudios de modelo (después de la Referencia 11) (Nota: 1 tonelada métrica = 1.1 toneladas cortas)

Certificación de Producto Ecológico para RMC

Es probable que las actividades de construcción en curso y planificadas en la India aumenten aún más la construcción de RMC, por lo que las emisiones de GEI del concreto seguramente aumentarán.

Teniendo esto en cuenta, la Asociación de Fabricantes de Concreto Premezclado (RMCMA) se asoció con el Consejo de Productos y Servicios Verdes (GPSC) de la India bajo la Confederación de la Industria India (CII), y desarrollaron la Certificación de Producto Verde para RMC. Esta iniciativa fue apoyada por el Consejo de Calidad de India (QCI) y la Corporación Financiera Internacional (IFC).

Para ello, a finales de 2017 se conformó un equipo de expertos. El equipo revisó los esfuerzos internacionales en este ámbito. Se llegó a la conclusión de que, en vista de la existencia simultánea de concreto premezclado moderno por un lado y del concreto mezclado en obra, secular, intensivo en mano de obra, por el otro, sería prácticamente difícil desarrollar una EPD común para concreto en India. También se observó que, en vista de la variedad de factores sociales y económicos y la falta de mecanismos reguladores sólidos, la adopción de la Certificación de Abastecimiento Responsable de CSC no sería factible en la India. Por lo tanto, el equipo de expertos decidió diseñar criterios localizados para la certificación. Denominada certificación GreenPro para RMC, la descripción detallada del esquema se enumera en otra parte.¹⁴ Las características más destacadas del esquema incluyen:

- Se utilizan ocho parámetros para evaluar las características ecológicas de RMC: diseño del producto, rendimiento del producto, materias primas, proceso de fabricación, gestión de residuos, enfoque del ciclo de vida, administración del producto e innovaciones;
- El esquema evalúa la conservación de recursos mediante un mayor uso de contenido reciclado (por ejemplo, cenizas volantes y cemento de escoria);
- El esquema utiliza las conocidas técnicas 3R (reducir, reciclar y reutilizar) para evaluar la eficiencia energética, la eficiencia del agua y la minimización de desechos;
- Tres herramientas sencillas propuestas por P.K.

Mehta para mejorar la sustentabilidad del concreto formó uno de los pilares principales del esquema de certificación.¹⁵ Estas herramientas incluyen: (i) minimizar la cantidad de cemento portland ordinario (OPC) en el concreto, (ii) consumir menos concreto a través de una arquitectura y diseño innovadores y (iii) consumir menos clinker en cemento;

- Los créditos se otorgan en función de las propiedades del concreto que reducen el impacto ambiental. Se observó que bastantes empresas de RMC en la India promueven el uso de productos de valor agregado, algunos de los cuales tienen el potencial de ser calificados (con los cambios apropiados) como productos amigables con el medio ambiente. Ciertos ejemplos de los productos enumerados a continuación se incluyen en el esquema y se otorgó el crédito debido después de auditorías exhaustivas:

- Concreto con alto contenido de material cementoso suplementario (SCM) (más allá de los porcentajes máximos permisibles permitidos por las Normas de la India) utilizado en concreto simple, cimientos, concreto en masa e incluso elementos estructurales donde se especifica una resistencia de 56 o 90 días para el cumplimiento;

- Concreto de alta resistencia, que ayuda a reducir el tamaño de las secciones, reduciendo así la cantidad de concreto requerido;

- Concretos de baja densidad, cuyo uso mejora el aislamiento térmico de la envolvente del edificio y ayuda a la reducción de energía;

- Concreto autocompactante (SCC - Self-compacting concrete), que acelera la construcción y elimina la necesidad de vibración durante la colocación del concreto, lo que ayuda a reducir el ruido; y

- Concreto duradero, que minimiza el trabajo de reparación / restauración y retrasa la reconstrucción, lo que ahorra materiales y costos.

- Teniendo en cuenta el daño ambiental causado por el dragado irrestricto de los ríos indios, el esquema otorga créditos por el uso de piedra triturada / arena de grava en lugar de arena de río;

- Para lograr la certificación de concreto verde, las plantas de RMC deben cumplir con ciertos requisitos previos básicos con respecto a los requisitos mínimos de equipos y sistemas, las medidas de control de la

contaminación del aire y el agua certificadas por las autoridades estatales de control de la contaminación y las normas de seguridad y salud ocupacional;

- El esquema se basa en la certificación de plantas y productos. Si bien los puntos de crédito máximos alcanzables son 100, los productos y la planta que suministra los productos se certificarán en función de ciertos puntos mínimos obtenidos durante la evaluación basada en auditorías; y

- La auditoría de la planta y la evaluación de la conformidad son realizadas por una agencia externa que tiene la experiencia adecuada en dicha evaluación.

Auditoría GreenPro de Plantas RMC

La certificación GreenPro para concreto se lanzó en la segunda mitad de 2017, con seminarios de concientización realizados en algunas de las principales ciudades. La auditoría real a escala piloto de las plantas de RMC comenzó en 2018. Se ofrecieron para la certificación un total de 17 plantas de empresas de renombre. Debido a que estas plantas estaban en las regiones norte, sur, este y oeste de la India, los datos obtenidos pueden considerarse representativos. Antes del comienzo de cada auditoría, se llevó a cabo una reunión conjunta de los equipos de partes interesadas de las plantas de la empresa para explicar los detalles del esquema de auditoría y establecer los programas de auditoría para las plantas.

El personal de la planta proporcionó los datos requeridos, incluidos los requisitos previos obligatorios, al equipo de auditoría de antemano. La auditoría de la planta fue realizada por dos expertos: un técnico de concreto experimentado y un auditor certificado por GPSC. Los datos de la auditoría se analizaron minuciosamente y una vez que se cerraron las no conformidades, si las hubo, se otorgó la certificación GreenPro.

Observaciones Críticas GreenPro durante la evaluación

A continuación, vale la pena mencionar algunas observaciones críticas realizadas por el equipo de evaluación de GreenPro:

- Toda la evidencia documental de los prerrequisitos

obligatorios se puso debidamente a disposición del equipo de auditoría;

- La mayoría de las plantas de RMC usaban arena de piedra triturada (CSS), aceptando ciertas plantas en el estado de Gujarat, donde la arena de río estaba disponible a un precio más bajo que el CSS;
- Mientras que las plantas de las regiones sur, este y oeste utilizaron tanto cenizas volantes como cemento de escoria, las del norte utilizaron solo el primero, ya que el mayor costo de transporte del cemento de escoria resultó en mezclas antieconómicas. Para la producción de concreto de alta resistencia se utilizaron materiales microfinos como el humo de sílice o el cemento de escoria ultrafino;
- El porcentaje de reemplazo de OPC con SCM varió de una planta a otra (como se evidencia en la Fig. 3). El reemplazo promedio de OPC por SCM de 17 plantas fue aproximadamente del 25%; y
- Se descubrió que una abrumadora mayoría de las plantas de RMC con sede en la ciudad tenían sistemas estrictos de control de la contaminación, incluida la cubierta sobre contenedores de agregados, rociado de agua sobre los agregados para eliminar el polvo, silos equipados con filtros de control de polvo en la parte superior e inferior con liberación de válvulas de presión y sistemas recuperadores para el tratamiento del concreto recuperado. Algunas plantas incluso tenían un sistema de filtro prensa que funcionaba para reutilizar eficazmente el lodo y el agua reciclada.

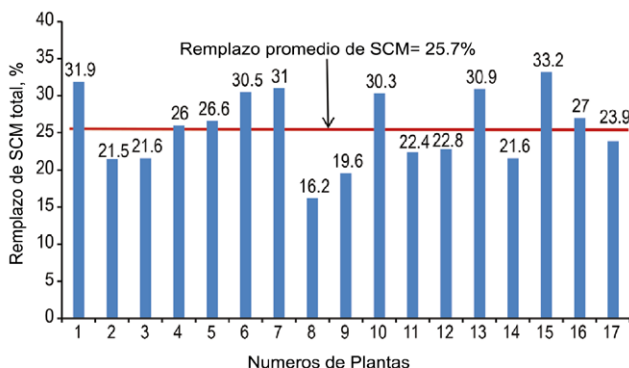


Fig.3: Porcentaje por planta del reemplazo total de OPC por SCM

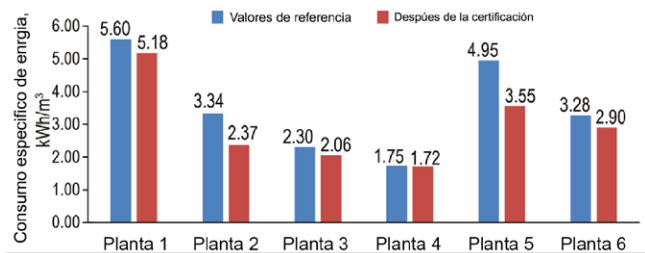


Fig.4: Comparación del consumo de energía específico posterior a la certificación con los valores de referencia (Nota: 1 kWh/m³ = 0,765 kWh/yd³)

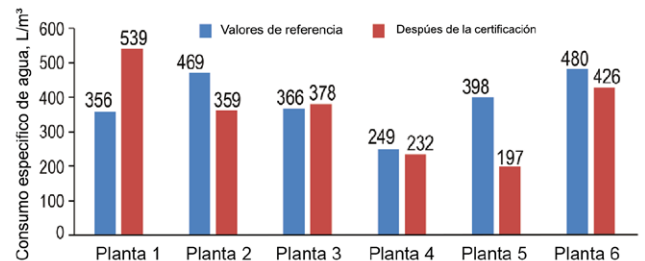


Fig.5: Comparación del consumo específico de agua posterior a la certificación con los valores de referencia (Nota: 1L/m³ = 0.2 gal/yd³)

Reducción Pos-Certificación del CO₂ incorporado

Con un plan para evaluar el resultado de la certificación GreenPro, se solicitó a las plantas de RMC que compartieran sus datos posteriores a la certificación. De las 17 plantas certificadas, seis respondieron positivamente. El equipo de GreenPro analizó los datos posteriores a la certificación de las seis plantas y se compararon cuatro parámetros clave con los parámetros de referencia obtenidos de la certificación. Las seis plantas mostraron reducciones en el consumo específico de energía eléctrica (consulte la Fig. 4). El consumo promedio bajó de 3,40 a 2,80 kWh/m³ (2,6 a 2,2 kWh/yd³).

El requerimiento promedio de agua específica para las seis plantas disminuyó, de 373 a 335 L/m³ (75 a 68 gal./yd³), aunque las Plantas No. 1 y 3 mostraron un aumento (consulte la Fig. 5). La sustitución promedio de OPC con SCM de las seis plantas aumentó, de 28,6 a 31,14%, aunque la Planta No. 2 mostró una reducción del 3% en la sustitución (ver Fig. 6).

El equivalente de dióxido de carbono incorporado (CO₂e) se calculó para el hormigón vegetal (CO₂e significa la cantidad de CO₂ que tendría el impacto equivalente en el calentamiento global). El CO₂e

posterior a la certificación se compara con los valores de referencia de la figura 7. Para tales cálculos, el CO₂e incorporado se consideró como 0,82 kg CO₂e por kg de cemento (0,82 kg CO₂e/kg [1,8 lb CO₂e/lb]) y se basó en el informe de CII.¹⁶

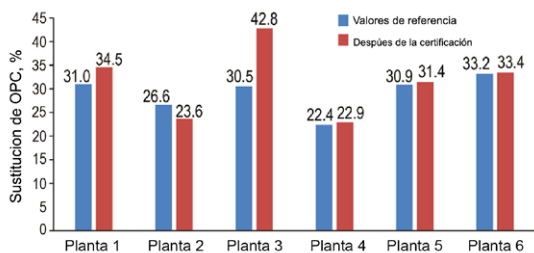


Fig.6: Mejora posterior a la certificación en sustitución de OPC de seis plantas

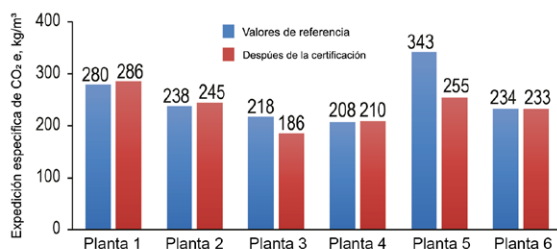


Fig.7: Comparación de las emisiones de CO₂ específicas posteriores a la certificación con los valores de referencia medidos como kilogramos de CO₂e por m³ de concreto (Nota: 1 kg/m³ = 1,7 lb/yd³)

De la base de datos mantenida por CII, los valores de intensidad de CO₂ para cenizas volantes y cemento de escoria se asumieron como 0.004 y 0.071 kg CO₂e/kg (0.0088 y 0.156 lb CO₂e/lb), respectivamente. Los valores de CO₂e de los agregados de origen local, al ser marginales, se despreciaron.

El promedio posterior a la certificación de las seis plantas disminuyó de un valor base de 0.251 a 0.233 CO₂e/m³ (0.192 a 0.178 CO₂e/yd³), mostrando una reducción de 7.2%. Considerando que las seis plantas informaron al equipo de evaluación que produjeron 350,215 m³ (458,100 yd³) de concreto, la reducción en el CO₂e incorporado asciende a 6304 toneladas métricas (6949 toneladas cortas). Este pequeño logro inicial sin duda alentaría a nuestro equipo a continuar los esfuerzos futuros en esta área.

Conclusión

La implementación a escala piloto de un esquema de certificación verde desarrollado localmente en la India no solo ayudó a mejorar la conciencia general sobre

la necesidad de hacer cumplir tales medidas, sino que también provocó la bienvenida a mejoras.

Esto fue evidente a partir del análisis de los datos posteriores a la certificación de seis plantas, que mostraron una reducción en el uso específico de electricidad y en el consumo específico de agua, así como una mejora en la sustitución de OPC por SCM. La reducción posterior a la certificación del 7,2% en el CO₂e incorporado del concreto de las seis plantas puede considerarse un logro valioso.

Referencias

1. “Calentamiento global de 1,5 ° C: Resumen por Responsable Politicos ”, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Ginebra, Suiza, oct. 2018, 32 págs.
2. “Declaración de producto ambiental: EPD promedio de la industria miembro de NRMCA para concreto pág. premezclado”, Asociación Nacional de Concreto Premezclado, Alexandria, VA, noviembre de 2019, 34 págs.
3. “Metodología propuesta para cuantificar y reducir la huella de carbono de un edificio de concreto”, Asociación Nacional de Concreto Premezclado, Alexandria, VA, 2019, 21 págs.
4. “Manual Técnico CSC Versión 1.0 2017”, Consejo de Sostenibilidad del Concreto, Ginebra, Suiza, 17 de febrero de 2017, 126 págs.
5. “GCCA lanza la herramienta de EPD de la industria como parte de los esfuerzos continuos de la industria para reducir el impacto ambiental y apoyar los objetivos de sostenibilidad global”, Global Cement and Concrete Association, Londres, Reino Unido, 7 de octubre de 2019, www.gccassociatin.org/news/gccalaunches-industry-epd-tool-as-part-of-ongoingindustry-efforts-to-reduce-environmentalimpact-and-support-global-sustainability-goals.
6. “The 2030 Challenge,” Architecture 2030, www.architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge. Consultado el 1 de diciembre de 2020.
7. “Committing to Net Zero,” SE 2050, www.se2050.org Consultado el 1 de diciembre de 2020.
8. Sakai, K. y Buffenbarger, J., “ACI Concrete Sustainability Forum XI”, Concrete International, V. 41,

No. 3, marzo de 2019, págs. 47-51.

9. "Power Sector at a Glance", Ministerio de Energía, Gobierno de India, Nueva Delhi, India, 17 de marzo de 2020.

10. "Mapa energético nacional para la India: Visión tecnológica 2030", TERI Press, The Energy and Resources Institute, Nueva Delhi, India, agosto de 2011, 27 págs.

11. "Perfil de emisiones de GEI de la India: resultados de cinco estudios de modelización climática", Ministerio de Medio Ambiente y Bosques, Gobierno de la India, Nueva Delhi, India, septiembre de 2009, 56 págs.

12. Joshi, M., "The Road from Paris: Progress on India's Climate Pledge", Consejo de Defensa de los Recursos Naturales, 10 de diciembre de 2019, www.nrdc.org/expert/anjali-jaiswal/road-paris-indias-advancement-its-climate-pled

13. Kulkarni, V., "Uso de Cenizas Volantes en Concreto: Escenario actual de la India y un Estudio de caso sobre HVAC para la Construcción de Muros de Corte en India", Conferencia Internacional EUROCOALASH, Dundee, Reino Unido, junio 2019.

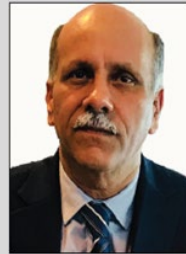
14. Kulkarni, V. y Joshi, R., "Evolucion de la Certificación Ecológica para el Concreto Premezclado en la India", XVIII Congreso ERMCO, Oslo, Noruega, junio de 2018.

15. Mehta, P.K., "Global Concrete Industry Sustainability," Concrete International, V. 31, No. 2, febrero de 2009, págs. 45-48.

16. "Documento de debate sobre cemento compuesto", Confederación de la Industria de la India, CII — Centro de Negocios Ecológicos Sohrabji Godrej, Hyderabad, India, 20 de mayo de 2016.



El miembro de ACI, **Vijay Kulkarni**, fue vicepresidente del Capítulo de ACI India de 2005 a 2007. Fue el consultor principal de RMCMA y contribuyó al desarrollo e implementación del esquema de calidad para el concreto premezclado en India. Fue presidente del Indian Concrete Institute (ICI) de 2009 a 2011 y actualmente es el presidente del Indian Concrete Institute (ICI) de 2009 a 2011 y actualmente es el presidente del Comité de Durabilidad de ICI. Es el presidente del Comité Técnico para la certificación GreenPro. Es ex-editor del Indian Concrete Journal.



Ramesh Joshi, ingeniero civil con un posgrado en administración, tiene tres décadas de experiencia en diferentes facetas de la industria del cemento. Ha desempeñado diversos roles en toda la India, desarrollando conocimientos profundos en negocios que involucran concreto premezclado, cemento gris y cemento blanco. Actualmente es el presidente de RMCMA de la India y el líder de la alta dirección para la industria del concreto y el cemento. Es un miembro activo del comité de GCCA sobre pautas concretas.



Utsav Biharilal Tayade es Consejero Asociado de CII — Sohrabji Godrej Green Business Center, Hyderabad, India. Tiene más de 7 años de experiencia laboral en ecoetiquetado y eficiencia energética. Ha contribuido a la implementación de una hoja de ruta de bajas emisiones de carbono para la industria del concreto premezclado a través del desarrollo e implementación del programa de ecoetiquetado GreenPro en India.



S. Karthikeyan es consejero principal de CII — Sohrabji Godrej Green Business Center. Tiene más de 20 años de experiencia en eficiencia energética industrial, edificios ecológicos y ecoetiquetado. Ha sido fundamental en el diseño y desarrollo de GreenPro, una etiqueta ecológica india, que tiene como objetivo facilitar la transformación del mercado de productos ecológicos en el país.

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

Título: Una nueva forma de protección contra los daños por hielo-deshielo.



Traductor: Cristian Silva



Revisor Técnico: Ing. Genaro Salinas