

Colombia propone disminuir 51% sus emisiones para el 2030. Aporte de la construcción sostenible y el uso de concreto polimérico

Colombia proposes to reduce its emissions 51% by 2030.
Contribution from sustainable construction and the use of
polymeric concrete

Yeny Andrea Santamaría

yasantamaria4@misena.edu.co

Semillero SIPCER

Grupo de investigación CDA - GITAE

Centro de Desarrollo Agroempresarial, Cundinamarca

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Jheysson Fernando Montaña Santana

jfmontano@sena.edu.co

Instructor, Semillero SIPCER

Grupo de investigación CDA - GITAE

Centro de Desarrollo Agroempresarial, Cundinamarca

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

Nelson Humberto Zambrano Cortes

nzambranoc@sena.edu.co

Instructor, Semillero SIPCER

Grupo de investigación CDA - GITAE

Centro de Desarrollo Agroempresarial, Cundinamarca

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

RESUMEN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el acuerdo de París dirigen el mundo hacia la sostenibilidad inclusiva para todos los seres de la Tierra. Colombia al ser un país biodiverso por naturaleza, no puede negarse a participar activamente de los compromisos ambientales, sociales y económicos identificando prioridades y ejecutando acciones requeridas para la adaptación al cambio climático y la disminución de gases de efecto invernadero en sus procesos industriales

El sector construcción ha sido de los grandes afectados con la pandemia por COVID-19 y a su vez es una de las soluciones para la reactivación económica de un país. Sin embargo, deben reconsiderarse varios procesos y actividades que el sector ha desarrollado tradicionalmente por años y ahora las herramientas tecnológicas existen para mejorarlos. Hay que vivir la transición con la mente abierta a nuevos conocimientos que serán beneficiosos para todos.

Palabras clave: Colombia, construcción, concreto polimérico, cambio climático, sostenibilidad.

RESUMEN

The Sustainable Development Goals and the Paris Agreement are guiding the world towards inclusive sustainability for all beings on Earth. Colombia is a biodiverse country by nature and, for this reason cannot refuse to participate actively in environmental, social, and economic commitments, which required priorities identification and executing resilient actions due to climate change and also, the reduction of greenhouse gases in its industrial processes.

The construction sector has been one of the most affected by the COVID-19 pandemic. Therefore, its reactivation is one of the solutions for the economic development in whatever nation. However, several processes and activities that the sector has traditionally developed for years must be reconsidered and, in this moment technological tools exist to improve them. It is necessary to live the transition with an open mind to new knowledge that will be beneficial for everyone.

Key words: Colombia, construction, polymer concrete, climate change, sustainability.

INTRODUCCIÓN

• Influencia de la construcción en un país.

El sector de la construcción dentro de la economía de un país, tiene gran influencia por su conexión con variados procesos industriales y comerciales. Las actividades de este sector incluyen construcción, renovación, mantenimiento, demolición de edificaciones residenciales y no residenciales. Igualmente se incluyen proyectos de ingeniería como vías, puentes, túneles, redes de servicio público (energía, acueducto, alcantarillado, conectividad). Adicionalmente, para esas construcciones se requieren estudios y análisis en cuanto a diseños arquitectónicos, materiales industriales o de manufactura, equipos o maquinaria,

transporte, uso de energía y manejo de residuos.

Todo comprende en general la infraestructura de un país y a lo largo de toda la cadena, la generación de miles de oportunidades laborales junto con el crecimiento económico que en conjunto aportan a la reducción de la pobreza.

Por lo anterior, la construcción es y ha sido una de las actividades para que varios países puedan superar la recesión económica generada por la pandemia del Covid-19. De acuerdo con la ANDI, en Colombia durante el 2020 todas las actividades económicas se contrajeron y en cuanto a construcción, hubo una significativa reducción de -23,4%. (ANDI, 2020)

Tabla 1. Colombia: Crecimiento económico 2019 y 2020.

COLOMBIA: CRECIMIENTO ECONÓMICO								
	2019				2020			
	Trim I	Trim II	Trim III	Año	Trim I	Trim II	Trim III	Ene-Sept
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1,1	-0,4	2,3	1,9	7,0	-0,1	1,5	2,8
Explotación de minas y canteras	5,0	1,2	0,6	2,0	-2,7	-21,6	-19,1	-14,5
Industrias manufactureras	2,8	0,4	1,6	1,6	-0,6	-25,4	-7,2	-11,1
Electricidad, gas, agua, saneamiento ambiental	3,0	2,6	2,8	2,8	3,4	-8,6	-4,2	-3,2
Construcción	-5,5	0,8	-3,8	-2,0	-9,1	-33,2	-26,2	-23,4
Edificaciones	-10,1	-5,4	-12,3	-8,6	-16,6	-39,3	-27,2	-27,6
Obras civiles	8,8	14,1	13,0	10,7	10,0	-22,1	-24,7	-16,2

Fuente: Informe de balance 2020

Con la fuerte caída del sector, principalmente por las condiciones de bioseguridad para prevenir el aumento de contagios por COVID-19, el Ministerio de Hacienda de Colombia propuso en el Presupuesto General de la Nación 2021 gran inversión a proyec-

tos de infraestructura para reactivar la economía. Tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2. Presupuesto General de la Nación 2021

PGN 2021: Favorable a la reactivación

	Miles Millones	Sector
Transferencias monetarias a población vulnerable (devolución IVA; extras en Familias en Acción, Jóvenes en Acción y Colombia Mayor)	5.100	Inclusión social y reconciliación
Aportes estatales contratos de concesión vial y APP	4.010	Transporte
Construcción, mejoramiento y mantenimiento de la Infraestructura vial no concesionada	2.130	Transporte
Soluciones de vivienda	1.680	Vivienda, Ciudad y Territorio
Concluir para la Reactivación	1.120	Transporte
Construcción y mantenimiento Infraestructura aérea, férrea, fluvial y marítima	1.070	Transporte
Infraestructura social y hábitat para la inclusión social	565	Inclusión social y reconciliación
Proyectos de Sistemas de Transporte Masivo	470	Hacienda
Vías para la Legalidad Conexión Nacional y Territorial	400	Transporte
Infraestructura Educativa del Sector	389	Educación
Infraestructura Carcelaria y Mantenimiento	351	Justicia y derecho
Cobertura de tasas de interés para financiación de vivienda nueva	334	Hacienda
Promoción de la competencia y estímulo al desarrollo empresarial	285	Comercio, Industria y Turismo
Pacto Bicentenario ARAUCA, BOYACÁ, CASANARE, SANTANDER Y CUNDINAMARCA	200	Transporte
TOTAL	18.104	

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público

Fuente: Informe de balance 2020 y perspectivas 2021 de la ANDI

De acuerdo con la inversión, los resultados son reflejados en el boletín trimestral del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), presentado el 8 de septiembre de 2021 y en la siguiente gráfica se observa crecimiento de 27.4% respecto al mismo trimestre en el 2020. (DANE, 2021)

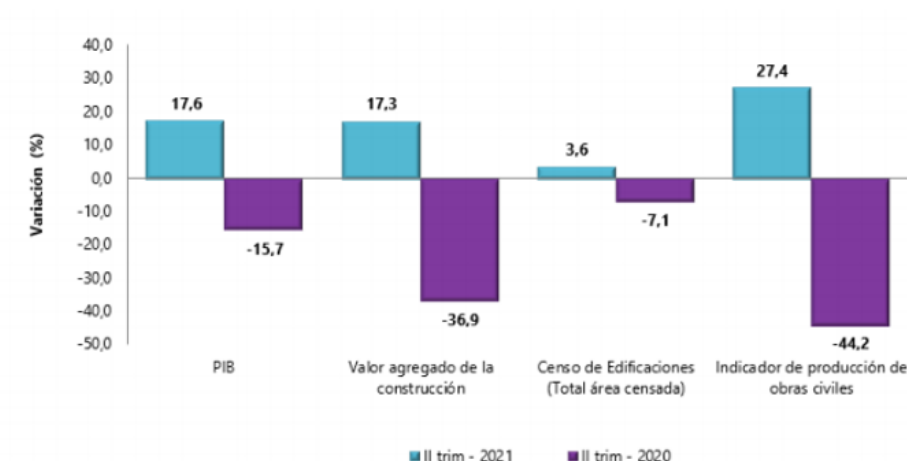
De acuerdo con lo anterior, la Organización Internacional del Trabajo (*International Labour Organization - ILO en inglés*) reconoce que a nivel mundial el sector construcción jugará un papel importante en la recuperación económica. Y debi-

do a la crisis por COVID-19 y los efectos de cambio climático la estrategia de “Reconstruir Mejor” (*Building back better - BBB en inglés*) permitirá al sector construcción, posicionarse nuevamente y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible liderando procesos eficientes en términos de energía y medio ambiente, inclusivos y resilientes que generen condiciones justas para todas las partes involucradas en construcción, principalmente el personal obrero. (International Labour Organization, 2021)

Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)

Abril – agosto 2021 con corte a septiembre 08 de 2021^{Pr}

Gráfico 1. Variación anual de los indicadores de coyuntura del sector de la construcción II Trimestre (2020 – 2021^{Pr})



MARCO TEÓRICO

- Los ods (objetivos de desarrollo sostenible) número 9 y 11.

Como estrategia para combatir el cambio climático, la pobreza y desigualdad, en septiembre de 2015 se reunieron en Nueva York 193 líderes mundiales con la finalidad de acordar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS o *SDG's Sustainable Development Goals* en inglés) bajo el documento que tomó por nombre: "Transformando nuestro mundo: La agenda 2030 por el desarrollo sostenible." Posterior a esta reunión en noviembre de 2015, se llevó a cabo en París - Francia un acuerdo histórico que permitió

reconocer la urgencia de implementar estrategias y esfuerzos que reduzcan las emisiones que han generado el cambio climático a nivel mundial y limitar el aumento de la temperatura global entre 1.5 a 2°C.

Dentro del acuerdo de París, se establece el principio de transparencia para que cada nación comunique por medio de un documento denominado Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (*National Determined Contributions - NDC* en inglés), sus estrategias para descarbonizar sus actividades económicas a partir del 2020 y los avances en el cumplimiento de los ODS. En el caso de Colombia el objetivo para 2030 en cuanto a reducción de emisiones es 51%.

El sector de la construcción como se menciona al inicio, es vital para la economía de un país y también ha sido analizado como uno de los más relevantes para la reducción de gases de efecto invernadero al generar 40% de las emisiones de gas carbónico a la atmósfera (United Nations Environment Programme, 2019). Por lo tanto, dentro de los objetivos de desarrollo sostenible el número 9 y 11 hacen referencia a:

- ✓ ODS 9: CONSTRUIR INFRAESTRUCTURA RESILIENTE, PROMOVER LA INDUSTRIALIZA-

CIÓN INCLUSIVA Y SOSTENIBLE Y FOMENTAR LA INNOVACIÓN.

- ✓ ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES.

De acuerdo con la página web del Departamento Nacional de Planeación de Colombia, ocho (8) son las metas para dar cumplimiento al ODS 9 y pueden ser consultadas con mayor detalle en el documento CONPES 3918 al cual la Contraloría General de la Nación realizó una revisión y análisis que se resume en el siguiente cuadro:

Metas del ODS 9 (1)	Indicadores ODS globales (2)	Indicadores nacionales (CONPES 3918 de 2018) (3)
9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	9.1.1 Proporción de la población rural que vive a menos de 2 km de una carretera transitada todo el año 9.1.2 Volumen de transporte de pasajeros y carga, desglosado por medio de transporte	C Viajes realizados diariamente en sistemas de transporte público organizados (9.1.2)
9.2 Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados	9.2.1 Valor añadido del sector manufacturero en proporción al PIB y per cápita 9.2.2 Empleo del sector manufacturero en proporción al empleo total	G Valor agregado de la industria manufacturera (9.2.1) P Ocupados en la industria manufacturera (9.2.2)
9.3 Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, particularmente en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados	9.3.1 Proporción del valor añadido total del sector industrial correspondiente a las pequeñas industrias 9.3.2 Proporción de las pequeñas industrias que han obtenido un préstamo o una línea de crédito	No incluido en el CONPES según el DANE por inexistencia de un indicador robusto que permita proyectar metas.
9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	9.4.1 Emisiones de CO ₂ por unidad de valor añadido	P Intensidad de emisiones de CO ₂ de las industrias manufactureras respecto a valor agregado de la industria manufacturera (9.4.1)
9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo	9.5.1 Gastos en investigación y desarrollo en proporción al PIB 9.5.2 Número de investigadores (en equivalente a tiempo completo) por cada millón de habitantes	G Inversión en investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) (9.5.1) C Tasa de solicitudes de patentes presentadas por vía nacional (9.5.1)
9.a Facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo mediante un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países africanos, los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo	9.a.1 Total de apoyo internacional oficial (asistencia oficial para el desarrollo más otras corrientes oficiales de recursos) destinado a la infraestructura	No incluido en el CONPES según el DANE porque su cumplimiento depende de compromisos internacionales y de las dinámicas globales.
9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas	9.b.1 Proporción del valor añadido por la industria de tecnología mediana y alta en el valor añadido total	C Porcentaje de cooperación internacional en investigación y desarrollo (I+D) (9.b.1 NA)
9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020	9.c.1 Proporción de la población con cobertura de red móvil, desglosada por tecnología	C Porcentaje de hogares con acceso a Internet (MT) (9.c.1) P Porcentaje de personas que usan Internet (9.c.1)

Con lo anterior más un análisis más detallado de cada meta, la CGN (Contraloría General de la Nación) concluye: “En general, se encuentra para el ODS 9 que 23% de los indicadores nacionales incluidos en el CONPES 3918 de 2018 están alineados con los globales, 38,5% parcialmente alineados y 38,5% no están alineados, por lo que el CONPES está alineado

al 14% de las metas globales del ODS, parcialmente alineado al 57% de éstas y no alineadas al 29%.¹

Así mismo, el ODS 11 cuenta con diez (10) metas para dar cumplimiento al 2030, sin embargo la Contraloría las redujo a seis (6) debido a falta de mayor información para los indicadores. El análisis se resume en la siguiente tabla:

Metas del ODS 11 (1)	Indicadores ODS globales (2)	Indicadores nacionales (CONPES 3918 de 2018) (3)
11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales	11.1.1 Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas	P Hogares urbanos con déficit cuantitativo de vivienda (MT) (11.1.1) P Hogares urbanos con déficit cualitativo de vivienda (11.1.1)
11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad	11.2.1 Proporción de la población que tiene fácil acceso al transporte público, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad	No incluido en el CONPES según el DANE por inexistencia de un indicador robusto que permita proyectar metas.
11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países	11.3.1 Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población 11.3.2 Proporción de ciudades que cuentan con una estructura de participación directa de la sociedad civil en la planificación y la gestión urbanas y funcionan con regularidad y democráticamente	No incluido en el CONPES según el DANE por inexistencia de un indicador robusto que permita proyectar metas.
11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo	11.4.1 Total de gastos (públicos y privados) per cápita destinados a la preservación, protección y conservación de todo el patrimonio cultural y natural, desglosado por tipo de patrimonio (cultural, natural, mixto y reconocido por el Centro del Patrimonio Mundial), nivel de gobierno (nacional, regional y local o municipal), tipo de gastos (gastos de funcionamiento o inversiones) y tipo de financiación privada (donaciones en especie, financiación procedente del sector privado sin fines de lucro y patrocinio)	C Miles de hectáreas de áreas protegidas (11.4.1)
11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	11.5.1 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas 11.5.2 Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres	P Mortalidad nacional causada por eventos recurrentes (11.5.1) P Tasa de personas afectadas a causa de eventos recurrentes (11.5.1)
11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo	11.6.1 Proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos generados, desglosada por ciudad 11.6.2 Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión (por ejemplo, PM _{2.5} y PM ₁₀) en las ciudades (ponderados según la población)	P Porcentaje de estaciones que cumplen con el objetivo intermedio III de las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en material particulado inferior a 2,5 micras (PM _{2.5}) (11.6.2) P Porcentaje de estaciones que cumplen con el objetivo intermedio III de las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en material particulado inferior a 10 micras (PM ₁₀) (11.6.2) P Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuestos adecuadamente (11.6.1)
11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad	11.7.1 Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad 11.7.2 Proporción de personas que han sido víctimas de acoso físico o sexual en los últimos 12 meses, desglosada por sexo, edad, grado de discapacidad y lugar del hecho	P Porcentaje de hombres de 13 a 49 años que han sido tocados o menoseados sin su consentimiento (11.7.2) P Porcentaje de mujeres de 13 a 49 años que han sido tocadas o menoseadas sin su consentimiento (11.7.2)
11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional	11.a.1 Proporción de la población residente en ciudades que aplican planes de desarrollo urbano y regional que tienen en cuenta las proyecciones demográficas y las necesidades de recursos, desglosada por tamaño de ciudad	No incluido en el CONPES según el DANE por inexistencia de un indicador robusto que permita proyectar metas.
11.b De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles	11.b.1 Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 11.b.2 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres	C Porcentaje de municipios y Departamentos con Planes de Ordenamiento Territorial (POD y POT) que incorporan el componente de cambio climático (11.b.1) C Departamentos con planes integrales (adaptación y mitigación) frente al cambio climático (11.b.2) C Departamentos y ciudades capitales que incorporan criterios de cambio climático en la parte estratégica de sus planes de desarrollo (11.b.2)
11.c Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales	11.c.1 Proporción del apoyo financiero a los países menos adelantados que se asigna a la construcción y el reacondicionamiento con materiales locales de edificios sostenibles, resilientes y eficientes en el uso de recursos	No incluido en el CONPES según el DANE porque su cumplimiento depende de compromisos internacionales y de las dinámicas globales.

Al final del análisis para el ODS 11 la Contraloría concluye: “El 42% de los indicadores nacionales están alineados, 26% parcialmente alineados y 32% no están alineados, por lo que el CONPES está alineado al 11% de las metas globales del ODS 11, parcialmente alineado al 56% de éstas y no alineado al 33%.” (Contraloría General de la Nación, 2019).

1 El informe puede ser consultado con mayor detalle en: <https://www.contraloria.gov.co/documents/2018/1/472298/Consolidado+integraci%C3%B3n+ODS+en+CONPES+15102019.pdf/bfb4c564-7564-4fc0-b3b5-0e821c9ad3d>

METODOLOGÍA

- **Construcción 4.0: Promover el uso de materiales amigables con el medio ambiente y realizar construcción sostenible.**

Los avances en ciencia, investigación y tecnología han generado cambios industriales y de calidad de vida alrededor del mundo. Hoy en día, se vive la cuarta revolución industrial por la implementación de máquinas automatizadas que hacen más eficien-

tes y de calidad los procesos de fabricación, respecto a métodos manuales o convencionales.

La automatización requiere de mayor conocimiento y habilidades por parte de los trabajadores que la manipulen, por tal razón el entrenamiento de habilidades es indispensable para mantener y aumentar la capacidad laboral de una empresa que se adapte a estos cambios.

El Acuerdo de París menciona la necesidad de adaptación a los cambios climáticos, porque ya se ha generado un nivel de contaminación y calentamiento global que modifica el balance natural del planeta. El sector de la construcción es una respuesta y gran ejemplo para contribuir a la resiliencia que una crisis requiere.

La pandemia de COVID-19 exigió la ejecución de espacios para el sector salud, vías de acceso o comunicación y toda la infraestructura necesaria para interconectar el mundo de forma física y virtual, siendo esta última la más importante al implementar programas BIM (*Building Information Modelling* - en inglés), que permite manejar grandes volúmenes de información de forma colaborativa para que todos los profesionales involucrados desarrollen sus análisis en un mismo documento, o realizar recorridos virtuales en los detalles serán más fácil de determinar y corregir a tiempo. En general, este tipo de tecnología permite aumentar la exactitud en la etapa de diseño de un proyecto y hacer más eficiente el proceso constructivo con la alimentación de bases de datos en cuanto a materiales, cantidades y costos para el control de presupuesto.

El Foro Económico Mundial, publicó en agosto de 2020 "Así es como la construcción inteligente podría transformar la construcción residencial después de COVID-19" (Foro del Banco Mundial, 2020). En el artículo se enfatiza en la fabricación de componentes o elementos listos para instalar en las edificaciones. Debido a las restricciones de movilidad y capacidad por riesgo al contagio de COVID-19, los prefabricados hacen más fáciles el cumplimiento de esos requisitos de autocuidado y salud, junto con el manejo de menor personal en sitio de construcción.

La construcción sostenible involucra la incorporación de tecnologías que hagan más eficiente la necesidad energética de las edificaciones y el uso de materiales que desde la extracción u obtención de materias primas hasta el fin de su vida útil generen la menor cantidad de contaminación e impacto negativo. Y es por lo tanto la oportunidad de modificar o cambiar las técnicas tradicionales que en la historia de la construcción se han ligado con concreto, la segunda sustancia más empleada en el mundo después del agua.

En 2019 el periódico El Guardián (*The Guardian*), publicó el artículo "Concreto: el material más destructivo sobre la Tierra"² escrito por Jonathan Watts, editor ambiental a nivel global. La afirmación "Después del agua, el concreto es la sustancia mayormente usada sobre la Tierra", se puede corroborar con sólo caminar alrededor de nuestras viviendas y ver el color gris en su mayoría. Watts afirma

² Artículo que puede ser consultado en: <https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-the-most-destructive-material-on-earth>.

que si el concreto fuera un país, sería el tercer emisor en dióxido de carbono a nivel mundial con 2.8 billones de toneladas y superado únicamente por China y Estados Unidos.

En 1974 se creó la Agencia de Energía Internacional (*International Energy Agency - IEA en inglés*) y en su reporte de junio en cuanto a cemento informa que desde 2014 a 2018 la producción de este material aumentó en emisiones de CO₂, 0.5% por año. Ahora, con la finalidad de alcanzar un desarrollo sostenible para 2030, las emisiones deberán reducirse en 0.8% cada año si se implementan tecnologías enfocadas al uso de energía proveniente de recursos renovables (transición energética) y la reducción en la explotación de minerales que conforman el clinker (*International Energy Agency, 2020*). El clinker se obtiene a partir de la calcinación de caliza y arcilla, entre otros componentes a temperaturas superiores a 1300°C y al ser mezclados con yeso permiten la producción de cemento, que al mezclarse con agua funciona como elemento cohesionador entre agregados finos o gruesos de canteras.

El concreto polimérico tiene una mayor resistencia a flexión, tracción, baja porosidad, poco deterioro a condiciones ambientales como congelamiento, cambios de temperatura, exposición salina y afectación por productos químicos corrosivos. Los proyectos con concreto polimérico (*Polymer Concrete - PC en inglés*) se han convertido en una opción viable para el sector de la construcción civil en los países desarrollados, particularmente en aplicaciones como la fabricación de losas reforzadas, reves-

timientos para pavimentos de carreteras, cubiertas de puentes, muros de contención, tanques de agua y tuberías. También se utilizan en la reparación de hormigones minerales deteriorados (hormigón de cemento Portland) en situaciones en las que se requiere alta resistencia, curado rápido y durabilidad (*Bozkurt & Islamoglu Mehmet, 2013*).

Las grandes concreteras de Colombia, tampoco mencionan dentro de sus productos el concreto polimérico. Aunque, algunas desarrollan productos que a base de polímeros permiten reparar el concreto Portland.

También cabe mencionar que, en cuanto a normatividad colombiana para la construcción, no hay parámetros o información referente al uso de elementos a base de concreto polimérico. La Norma Sismo resistente del 2010 (NSR -10), menciona a lo largo de sus capítulos las resistencias que debe cumplir el concreto Portland, pero no las variaciones que la ciencia y la aplicación de tecnología han desarrollado para sus proyectos constructivos. Siendo, por lo tanto una gran oportunidad para investigar y generar cambios que impulsen la construcción 4.0.

Sin embargo, Colombia cuenta con entidades privadas como el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible como representante del Consejo Mundial de Construcción Verde (*World Green Building Council en inglés*), para difundir mejores prácticas de urbanismo y lograr certificaciones LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design en inglés*); el cual, es el sistema más difundido en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento

y operación de construcciones sostenibles. Se enfoca en eficiencia energética, ahorro económico y reducción de las emisiones de carbono.³

CONCLUSIONES

Actualmente vivimos una época de cambios. Empezando por el cambio climático, a causa de las acciones realizadas sin medida o consideración de sus efectos negativos para el ambiente global. Grandes deben ser los esfuerzos que permitan llevar de nuevo al equilibrio natural del sistema terrestre y los Objetivos de Desarrollo Sostenible son la meta hacia la que gran mayoría de los gobiernos están inclinados cumplir para el 2030, con la finalidad de reivindicarnos y evitar una catástrofe.

En el caso de Colombia, como se evidenció con el análisis de la Contraloría General de la Nación al documento CONPES 3918 hace falta información para controlar las metas propuestas por la ONU para los ODS.

La emergencia de COVID-19 puso a prueba la respuesta de gobiernos y el análisis de prioridades para mantener segura su población. Varios fueron los sectores económicos afectados, como el de la construcción, pero este a su vez es una solución a este tipo de problemáticas de salud y ambiental.

De ahora en adelante, las tecnologías y procesos de menor impacto ambiental serán los más apropiados para propender por una calidad de vida

digna y disponible para todos. En el sector de la construcción: los materiales empleados tradicionalmente deben ser modificados o cambiados, la eficiencia energética de las construcciones debe ser una prioridad desde las etapas de diseño con la ayuda de programas que permitan visualizar virtualmente los proyectos y la naturaleza sea considerada parte de los mismos y no un inconveniente que se deba dejar a un lado o derrumbar.

REFERENCIAS

- ANDI. (2020). *Balance 2020 y perspectivas 2021*. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Balance%202020%20y%20perspectivas%202021_637471684751039075.pdf
- Bozkurt , O., & Islamoglu Mehmet. (27 de mayo de 2013). Comparison of cement-based and polymer-based concrete pipes for analysis of cost assessment. *International Journal of Polymer Science*, pág. 1.
- Contraloría General de la Nación. (2019). *Revisión de la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el documento CONPES 3918 "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia"*. Obtenido de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/472298/Consolidado+integraci%C3%B3n+ODS+en+-CONPES+15102019.pdf/bfb4c564-7564-4fc0-b3b5-0e821c19ad3d>
- Córdoba, S., García José, Molina, H., Mora, M., Santamaría, L., Fuentes, K., . . . Ojeda, F. A. (2019). La innovación en Colombia 4.0: un reto de ocho estrategias, para los empresarios (as) del siglo XXI. *Revista Universidad Nacional*.

³ Para mayor información consultar página web del CCCS (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible): <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

- DANE. (2021). *Indicadores Económicos alrededor de la Construcción*. DANE. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_11trim21.pdf
- Foro del Banco Mundial. (07 de Agosto de 2020). Así es como la construcción inteligente podría transformar la construcción residencial después de COVID-19. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2020/08/here-s-how-smart-construction-could-transform-home-building-after-covid-19/>
- Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*.
- Hernandez, B., & Guitian, D. (2011). Reflexiones para una concepción dialógica de la relación entre tecnología, cultura y sostenibilidad en el postgrado de desarrollo tecnológico de la construcción. Conocimiento de ida y venida para una transdisciplinaredad posible. *Tecnología y construcción*, 27(2), 10. Recuperado el septiembre de 2021, de https://issuu.com/tycidec/docs/tyc_27_ii_issuu
- International Energy Agency. (2020). *Cement More efforts needed*. U.S.A. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/cement>
- International Labour Organization. (2021). *Impacto por Covid-19 en el sector construcción*. Obtenido de https://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_767303/lang--en/index.htm
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/5013-la-cuarta-revolucion-industrial-ayudara-combatir-cambio-climatico>
- Naciones Unidas. (s.f.). *United Nations.org*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Organización de las Naciones Unidas. (24 de Septiembre de 2015). *Sustainable Development Blog*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/09/summit-charts-new-era-of-sustainable-development-world-leaders-to-gavel-universal-agenda-to-transform-our-world-for-people-and-planet/>
- Rathi, A. (2017). *Anthtopocene Magazine.org*. Obtenido de <https://www.anthropocenemagazine.org/cement/>
- República, B. d. (2017). *Eciclopedia BanRepCultural*. Obtenido de https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Las_revoluciones_industriales
- United Nations. (26 de septiembre de 2015). Obtenido de <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2015-09-26/secretary-generals-remarks-united-nations-private-sector-forum>
- United Nations. (2021). *United Nations Climate Change*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc>
- United Nations Environment Programme. (11 de Diciembre de 2019). *UN Environment Programme*. Obtenido de <https://www.unep.org/resources/publication/2019-global-status-report-buildings-and-construction-sector>
- World Bank Group. (2021). *World Bank Group*. Obtenido de <https://www.worldbank.org/en/topic/pollution>