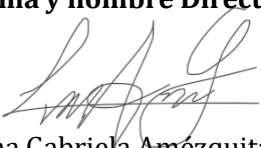


Opción de Grado Especialización

Información del programa	
Facultad	Ingeniería Civil
Programa	Especialización en Estructuras
Fecha Radicación	6/07/2026

1. Información de la opción de grado	
Opción de Grado	Sistematización de experiencias (Misión Internacional)
Título del proyecto: Evaluación de Tecnologías para Sistemas Estructurales de Concreto Impreso en 3D: Experiencia del CiTeC Holcim México y perspectivas para Colombia	
Palabras claves: Impresión 3D de concreto, sistemas estructurales, innovación en construcción, NSR-10, sostenibilidad.	

Director(s) del Proyecto				
Nombres y Apellidos	Número Documento	Nivel de Formación	e-mail	Número Teléfono
Ángel Francisco Daza Pinzón	6773003	Especialista	angel.daza@usantoto.edu.co	3103193060
Estudiantes Participantes				
Nombres y Apellidos	Número de Documento	Semestre	Correo Electrónico	Número Teléfono
Luna Gabriela Amézquita Guerra	1002330333	2	luna.amezquita@usantoto.edu.co	3142188135
Firmas				
Introduce el texto aquí				
 Angel Francisco Daza Pinzón				
Firma y nombre Director				
 Luna Gabriela Amézquita Guerra				
Firma y nombre Estudiante				
Firma y nombre Estudiante				

2. Resumen del Proyecto

Máximo 300 palabras: El resumen debe tener máximo dos párrafos que incluyan de manera abreviada, sencilla e interesante la información necesaria, para que el lector entienda el objetivo, la pertinencia y la calidad del proyecto. Debe incluir una breve introducción, el objetivo, la metodología general que será empleada, los resultados potenciales, la pertinencia y el alcance de la propuesta.

En el marco de la Misión Académica internacional a México, se realizó una visita técnica al Centro de Innovación Tecnológica para la construcción (CiTeC) de Holcim, en Toluca, donde se observaron desarrollos en impresión 3D de concreto aplicados a elementos estructurales, laboratorios móviles de control de calidad en obra, aplicaciones de inteligencia artificial para el análisis y evaluación de estructuras. El presente proyecto busca sistematizar esta experiencia académica y analizar su aplicabilidad en el contexto de la ingeniería estructural colombiana.

La metodología comparativa busca contrastar las técnicas y procesos observados en el CiTeC incluyendo el uso de laboratorios móviles e inteligencia artificial con los desarrollos ya existentes en Colombia, como las impresoras 3D de Cementos Argos y Concreto, identificando los vacíos normativos de la NSR-10 frente a esta tecnología. Se espera obtener recomendaciones técnicas que orienten la adopción gradual de sistemas estructurales impresos en 3D, laboratorios móviles y herramientas de inteligencia artificial en proyectos colombianos, aportando en el conocimiento profesional del estudiante de nuevas tecnologías en innovación estructural.

3. Problema de Investigación

3.1. Planteamiento del Problema de Investigación

El problema que quiere resolverse con el desarrollo del proyecto de investigación debe plantearse de manera concreta. Debe incluir la descripción breve de antecedentes de la temática que se va a desarrollar; así como explicar claramente como el desarrollo del proyecto aportará a la resolución del problema o generará el conocimiento necesario que permita una ventaja competitiva a futuro. Máximo 500 palabras.

En Colombia ya existen desarrollos de impresión 3D de concreto aplicados a vivienda, como la impresora de Cementos Argos junto con la universidad Nacional y las viviendas piloto entregadas en La Unión, Antioquia, así como la impresora de Concreto que se encuentra en operación desde 2016. Sin embargo, la norma Sismo Resistente NSR-10 no contempla lineamientos específicos de diseño, verificación estructural ni control de calidad para elementos en 3D, lo que genera incertidumbre técnica sobre su desempeño sismorresistente en un país de alta actividad sísmica como lo es Colombia. A esta problemática normativa se suma un reto operativo, donde el control de calidad de estos elementos suele depender de ensayos centralizados en laboratorio, con tiempos de espera que dificultan la toma de decisiones oportunas en obra, especialmente en proyectos de difícil acceso.

Durante la visita al CiTeC de Holcim se evidenció que un laboratorio móvil, dotado de equipos portátiles de ensayo, permite descentralizar el control de calidad y obtener resultados directamente en el sitio de construcción, reduciendo tiempos y riesgos asociados a la variabilidad del concreto y factores externos. Adicionalmente, el comportamiento reológico del concreto impreso es sensible a las condiciones climáticas,

factor crítico en la diversidad geográfica colombiana, lo que exige herramientas de análisis más ágiles. En este sentido, la inteligencia artificial se catalogaría como un recurso complementario. Actualmente ya se aplica en la predicción de propiedades del concreto, la optimización de diseños estructurales y el mantenimiento predictivo de equipos, y podría extenderse a la evaluación de la calidad de impresión y al análisis estructural de elementos impresos en 3D, apoyando el criterio del ingeniero sin reemplazarlo. La experiencia adquirida en el CiTeC de Holcim, referente latinoamericano en innovación constructiva, permite identificar buenas prácticas de laboratorios móviles y de aplicación de inteligencia artificial frente a este vacío normativo y operativo en Colombia. Surge entonces la siguiente pregunta de investigación:

¿cómo puede la implementación de laboratorios móviles de control de calidad y el uso de inteligencia artificial para el análisis y evaluación de estructuras contribuir a la incorporación segura y normativa de elementos estructurales de concreto impreso en 3D en el diseño estructural colombiano bajo la NSR-10?

3.2. Justificación

Explicar claramente la originalidad, relevancia y pertinencia del proyecto (teniendo en cuenta la información previamente plasmada); e identificar y describir en función de los resultados que generará teniendo en cuenta el estado del arte y el planteamiento del problema. Máximo 500 palabras.

Este proyecto conecta una experiencia académica internacional directamente con la formación en la Especialización en Estructuras, aportando una mirada actualizada sobre innovación en sistemas estructurales de concreto que aún no ha sido explorada a profundidad en el contexto colombiano desde la perspectiva normativa y operativa. Su componente principal es tomar como caso de estudio un referente latinoamericano como el CiTeC Holcim y compararlo con desarrollos nacionales recientes, integrando además dos temas transversales observados durante la Misión Internacional: los laboratorios móviles de control de calidad y el uso de inteligencia artificial en el análisis estructural. Respecto a los laboratorios móviles, su implementación representa una ventaja significativa para la ingeniería estructural colombiana: permiten realizar ensayos de resistencia y otras propiedades del concreto directamente en obra, reduciendo los tiempos de espera de los laboratorios centralizados, disminuyendo costos de transporte de muestras y facilitando la toma de decisiones oportunas durante procesos constructivos, como el curado y la verificación de elementos especiales. Esta descentralización del control de calidad resulta particularmente valiosa en un país como Colombia, con proyectos en zonas rurales o de difícil acceso donde los laboratorios tradicionales no siempre están disponibles. En cuanto a la inteligencia artificial, su incorporación gradual en el sector construcción ya documentada en la optimización de diseños estructurales, la predicción de propiedades del concreto y el mantenimiento predictivo de equipos abre la posibilidad de análisis y evaluación estructural más ágiles y precisos, tanto para estructuras convencionales como para elementos impresos en 3D, donde puede apoyar la detección temprana de defectos de impresión y la predicción del comportamiento estructural bajo cargas sísmicas. Estas herramientas no reemplazan el criterio profesional, pero sí constituyen un apoyo analítico que reduce la incertidumbre técnica y optimiza recursos. Los resultados esperados son una comparación técnica entre la experiencia mexicana y la colombiana, junto con recomendaciones sobre laboratorios móviles e inteligencia artificial aplicada que son relevantes para el gremio estructural colombiano en un momento en que el mercado de impresión 3D en construcción crece a nivel mundial. Es necesario anticipar los ajustes normativos, tecnológicos y de formación de nuevos profesionales que su

integración exigirá, de modo que la ingeniería estructural colombiana no solo adopte estas innovaciones, sino que participe activamente en la construcción del marco técnico y normativo que las regule, contribuyendo así al cierre de brechas tecnológicas frente a referentes internacionales como el CiTeC de Holcim.

4. Objetivos

Cada objetivo debe estar enlazado con una sección en la metodología, las cuales a su vez estarán vinculadas con una(s) actividades específicas, y un(os) producto(s) específico(s) esperado(s). Los objetivos específicos deberán estar enumerados.

4.1. Objetivo General

El objetivo general expresa el propósito central del anteproyecto y define con claridad qué se pretende lograr al finalizar la investigación. Debe sintetizar el alcance global del estudio y estar directamente articulado con el problema de investigación planteado.

Sintetizar la experiencia adquirida en el CiTeC de Holcim (México) sobre sistemas de concreto impreso en 3D, laboratorios móviles y uso de IA en el análisis estructural, para analizar su aplicabilidad y las adaptaciones normativas requeridas en Colombia.

4.2. Objetivos Específicos

Desagregan el objetivo general en propósitos concretos, delimitados y alcanzables, que orientan el desarrollo metodológico del proyecto. Representan los pasos estratégicos necesarios para cumplir el propósito central de la investigación.

1. Describir los sistemas estructurales de concreto impreso en 3D, los laboratorios móviles y las herramientas de inteligencia artificial observados durante la visita al CiTeC de Holcim México.
2. Comparar las tecnologías implementadas en el CiTeC con los desarrollos existentes en Colombia, considerando aspectos técnicos, constructivos y normativos.
3. Proponer recomendaciones para la adopción de la impresión 3D, los laboratorios móviles y la inteligencia artificial en proyectos estructurales colombianos, en marco de la NSR-10.