



INNOVACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS PARA UNA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE

En el marco del Curso internacional titulado:

PROJECT MANAGEMENT Y LIDERAZGO

Celebrado en la ciudad de *Puebla, México* entre el 28 de *junio* del año 2021 y el 23 de julio del año 2021.

Presentado por:

Katherine Gonzalez Murcia

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería *Civil*
Cajicá, Colombia

Diciembre 2021

INNOVACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS PARA UNA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE

Katherine Gonzalez Murcia

Ensayo científico-académico para obtener el título de:
Ingeniero Civil

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería *Civil*
Cajicá, Colombia

Diciembre 2021

NOTA DE ADVERTENCIA

“La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus estudiantes en sus proyectos de trabajo de grado, sólo velará por la calidad académica de los mismos, en procura de garantizar su desarrollo de acuerdo con la actualidad del área disciplinar respectiva. En el caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, el estudiante – autor asumirá toda la responsabilidad y saldrá en defensa de los derechos. Para todos los derechos la universidad actúa como un tercero de buena fe”. (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995)

PARTE I: INTRODUCCIÓN

El presente escrito refleja los elementos de investigación relacionados con el acopio y análisis de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil en conjunto con elementos de juicio extraídos de la realización del curso internacional titulado Project Management y Liderazgo; Para la realización del documento se analizan considerables fuentes para el adecuado manejo del tema, que refiere a la innovación y gestión de proyectos sustentables, y en él se analizan y clasifican diferentes tipos de tendencias tecnológicas mostrando la importancia de cada una de las etapas de un proyecto, incorporando sistemas de clasificación sostenible y criterios como el de la certificación LEED.

Para el desarrollo correcto de un proyecto en el ámbito de la ingeniería civil, se sugieren adiciones en la planeación de la calidad, planeación del proyecto, etapas de evaluación de la calidad durante el proceso constructivo, fases de diseño y construcción y pruebas funcionales puestas en marcha para lograr alcanzar los objetivos estratégicos propuestos y oportunidades de innovación a lo largo del proyecto. En las últimas décadas se ha desarrollado un enfoque de conocimiento sobre gestión de proyectos donde las mejoras incrementales no son suficientes para responder a los desafíos actuales; Estos desafíos son una consecuencia del aumento de la competencia debido a la economía global, al crecimiento exponencial de la tecnología de la información y a que cada vez hay mayor demanda de mercado ya que la dinámica del mundo actual exige una mayor productividad generándose de esta manera un esfuerzo constante en los diferentes procesos de ejecución de un proyecto, logrando así que los bienes y

servicios aporten valor mediante las estrategias asignadas a la planeación y ejecución del mismo.

Implementar prácticas de desarrollo sustentable durante los proyectos industriales de construcción, es beneficioso para el medio ambiente especialmente en el área de selección de materiales, manteniendo adecuados sistemas de calidad que aseguren estándares óptimos, dependiendo del medio a ejecutar el proyecto, especificaciones técnicas, estándares y códigos estipulados, obteniendo productos que cumplan adecuadamente las funciones para las cuales fueron diseñados.

Algunas de estas prácticas sustentables podrían incorporarse a la fase de proyectos de construcción industrial incluyendo materiales y recursos que son reutilizables, reciclables o que requieren menos recursos para producirse y ser transportados; Conforme a esto, se implementan prácticas que ayuden a reducir el consumo de energía y atmosfera durante la construcción y operación, reducción de desechos y gases, mejoramiento de la calidad ambiental, uso de tecnologías renovables, energías alternativas, conservación de recursos naturales y eficiencia en el uso del agua, puesto que no solamente se deberían enfocar a la fase de construcción y ejecución sino también durante la deconstrucción de los proyectos en los que diversos tipos de materiales que se retiran de las estructuras generan impactos medioambientales de modo que deberían ser posteriormente reciclados o reutilizados en lugar de ser desechados.

PARTE II: PLANTEAMIENTO DE LA TESIS

Las tendencias actuales plantean interrogantes sobre el futuro de la profesión, y tradicionalmente se clasifica a la industria de la construcción como un sector de baja tecnología y niveles de innovación, consolidando que “El sector de la construcción ha sido objeto de un escrutinio particular en todo el mundo siendo un sector de baja innovación” (Loosemore y Richard, 2015); Con esto se pueden ilustrar las inconsistencias en las diferentes fases de la gestión de proyectos y el acceso a información sobre cómo insertar prácticas de desarrollo sostenible durante la construcción de proyectos industriales, esto podría ayudar a incrementar su uso, generando decisiones garantizadas y respaldadas sobre la implementación en los proyectos.

La investigación sobre innovación en la industria de la construcción se ha centrado principalmente en factores relacionados con la forma en que diferentes entidades cooperan en proyectos o sobre factores organizacionales relacionados con las entidades individuales involucradas en proyectos de construcción. Sin embargo, los proyectos y su dirección se llevan a cabo en un entorno más amplio implicando que “La innovación debe estudiarse a lo largo del ciclo de vida de un proyecto” (Winch, 1998), incluyendo las actividades y procesos necesarios para poder identificar y manejar con éxito las expectativas de los interesados y de cumplir con sus requisitos.

Surgen entonces algunos interrogantes, que bien pueden constituirse como las premisas o tesis planteadas, así:

1. ¿Cómo varía el comportamiento de la innovación a lo largo de las distintas fases de un proyecto de construcción?
2. ¿Los implicados y gestores del proyecto, usan y comprenden estos factores para desarrollar estrategias y mejorar su desempeño?

La gestión de proyectos implica integrar tres dimensiones del proyecto que deben ser satisfactorias para ejecutar un determinado ámbito del trabajo. Estas tres dimensiones son: costo, programa y calidad; Para gestionar un proyecto de manera exitosa en el que se plantean las consideraciones ambientales como parte de los análisis de ciclo de vida útil y de costo-beneficio, se requiere instruir a todas las partes interesadas con el fin de que adopten estas innovaciones, aumentando con ello su aceptación y reconocimiento; También deben considerarse enfoques innovadores como la ejecución integrada de proyectos o asociaciones público-privadas, internacionalización y globalización. El Cuerpo de Conocimiento de Gestión de Proyectos proporciona un conjunto general de procedimientos y buenas prácticas para ser implementados en la mayoría de los proyectos.

En cuanto a la industria de los materiales de construcción, ella es una de las principales usuarias de los recursos del mundo, si bien se ha logrado un enorme progreso hacia la sostenibilidad, el alcance y las oportunidades para las nuevas mejoras son importantes, destacando estudios e investigaciones que muestran formas nuevas e innovadoras de lograr la sostenibilidad de los materiales y tecnologías de construcción. Existe una comprensión cada vez mayor de que la durabilidad es un factor clave para la sostenibilidad debido al alto impacto ambiental del mantenimiento y el reemplazo.

PARTE III: DISCUSIÓN

El ciclo de vida de un proyecto define las fases que conectan el inicio de éste con su fin; Normalmente, “un proyecto pasa por cuatro fases genéricas: proceso de iniciación, proceso de planificación, proceso de ejecución, proceso de seguimiento, control y cierre” (PMBOK, 2013). La fase inicial de un proyecto de construcción se caracteriza por el tamaño más pequeño de su organización en términos de costos y personal, altos niveles de riesgo e incertidumbre y la mayor influencia de las partes interesadas del proyecto, “La evaluación de los objetivos, el estudio de viabilidad y el diseño del concepto se han identificado como actividades críticas en esta fase.” (Liu et al., 2015; PMBOK, 2013); La siguiente etapa se ocupa de organizar y preparar fragmentos de la obra de construcción, esto implica el diseño detallado, la planificación, procesos de licitación, selección de contratistas y la asignación de trabajos de construcción; Generalmente en la siguiente fase, la tercera, se da un aumento significativo en el tamaño de la organización del proyecto, aumento de costos y la reducción incremental del riesgo e incertidumbre, la mayor parte del trabajo de un proyecto se lleva a cabo en esta fase en donde la “Gestión de tiempo, costes, seguridad, personal, conflictos y comunicación son algunos de los factores de éxito del proyecto más críticos en esta fase” (Liu et al. 2015). La cuarta y última fase tendrá por objetivo constatar que el trabajo realizado se ha ajustado a lo que se planificó.

Lo que determina el éxito de un proyecto es ofrecer resultados a tiempo, conforme al presupuesto, logrando cumplir cada requisito estipulado por la empresa, el área involucrada y los usuarios, obteniendo así la satisfacción del

cliente al cumplir con los objetivos del proyecto. Las características de las distintas fases de un proyecto proporcionan situaciones y entornos en los que cierto tipo de innovación se vuelve más frecuente, permitiendo una mayor consideración de un enfoque estructurado de gestión de proyectos, brindando nuevas y diferentes alternativas para el desarrollo e implementación de tecnología sistémica e innovaciones de métodos con impactos potencialmente grandes en el área de costos, calidad, tiempo y seguridad, también fomentando la comunicación, colaboración, liderazgo y resolución de problemas. “Documentar las innovaciones creadas es importante para proyectos futuros, un legado de aprendizaje para un proyecto crea una oportunidad para aprender de las innovaciones creadas y transferirlas a proyectos futuros” (Noktehdan, 2015).

Al implementar prácticas de desarrollo sustentable durante los proyectos de construcción industrial se analizaron diferentes factores los cuales siendo evaluados comprueban la sustentabilidad del proyecto, en estos ítems encontramos el montaje y logística de la obra donde generalmente existen obras provisionarias como zonas de parqueo, oficinas totalmente equipadas con instalaciones, estructura, aprovechamiento de la luz solar, zonas computarizadas y áreas de abastecimiento; También se evalúan los planes de administración de desechos en la obra ya sean para usos de fertilizantes, vertimientos de desechos tóxicos y servicios de reciclaje; En la planificación y control es fundamental estimar las erosiones en las obras, cumplimiento con las normativas de la agencia de protección medioambiental, involucrando componentes locales en el plan de desarrollo y planes para la restauración posterior a la construcción de la obra y el

control del polvo exterior y de partículas; Se puede decir que los escombros en su mayoría están compuestos por un “20% de hormigón, un 50% de material de albañilería, un 10% de asfalto y un 20% de otros elementos como maderas y partes metálicas.” (Mejía, 2003)

Reciclar los desperdicios de la construcción es el camino prometedor hacia la construcción sustentable. El agregado grueso reciclado es la idea más común, pero no gana una amplia aceptación entre los profesionales debido a que el mortero adherido presenta efectos nocivos sobre el concreto, sin embargo, un diseño de mezcla de concreto adecuado permite que el árido de agregado reciclado alcance la resistencia según las especificaciones y sea adecuado para una amplia gama de aplicaciones en la construcción; El conocimiento insuficiente sobre las propiedades de durabilidad se ha convertido en una preocupación en lo que respecta a la aplicación de árido grueso reciclado en la construcción. Los diferentes ensayos ejecutados para un óptimo desarrollo de diseño de mezcla con áridos gruesos reciclados pueden ser útiles también para las plantas de reciclaje, ya que pueden ajustar los procesos de producción utilizando las relaciones para obtener un agregado con propiedades preseleccionadas que reducen el contenido de mortero, por ejemplo, mediante varios procesos de trituración.

Dentro de los materiales de construcción se encuentra el uso de áridos reciclados: Éste es un material que se obtiene de triturar, seleccionar y procesar los residuos de la construcción y demolición, su principal función es para la fabricación de hormigón donde cada vez es más común acceder a reutilizar materiales de demolición y crear un ciclo de construcción más sostenible,

paralelamente al uso de hormigón reciclado. Para la obtención de estos agregados es necesario tener en cuenta una serie de actividades como el transporte, su clasificación, limpieza, triturado, cribado y las características específicas de composición del material ya que dependiendo de eso varían sus propiedades geométricas, físicas y químicas.

Del mismo modo, el hormigón autocompactante el cual tiene importantes ventajas medioambientales en comparación con el hormigón vibrado, como la ausencia de ruido y vibraciones durante la instalación proporciona un entorno de trabajo más saludable destacando además su valor ambiental y ecológico; por otro lado, se analiza la influencia de áridos gruesos reciclados mediante una mezcla de agregado natural y agregado reciclado, el cual se utiliza para la fabricación de hormigón autocompactante. Sin embargo, este tipo de hormigón es muy sensible a los cambios de composición y origen del agregado reciclado, en comparación con el hormigón convencional, por lo que los estudios se han centrado en mezclar los componentes para obtener un hormigón con propiedades óptimas para su función, dentro de estos se han realizado numerosos estudios donde plantean que los áridos reciclados procedentes de hormigón tiene debilidades en la absorción del agua y la resistencia a la fragmentación, por el contrario los que proceden de capas de aglomerado asfáltico tienen una menor absorción de agua y una densidad máxima de compactación mayor; entre sus las principales características se destacan la retención de humedad y buenas condiciones de compactación; Por lo cual estos áridos reciclados pueden utilizarse en múltiples tipos de obras, desde

estructuras de edificios, bases y subbases para carreteras hasta cubiertas ecológicas.

Correspondiente a esto se encuentra que a medida que aumenta el porcentaje de árido grueso reciclado se reduce la fluidez, de modo que el porcentaje de aditivos superplastificante se debe incrementar simultáneamente con el porcentaje del agregado, para compensar esa pérdida de fluidez; esto se debe a su mayor absorción. Entre las propiedades del material podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto autocompactante preparado con agregado grueso reciclado aumenta a medida que aumenta el contenido de agregado reciclado en la dosificación, debido a que el agregado reciclado tiene una tasa de absorción más alta que reduce la relación agua/cemento efectiva y por lo tanto aumenta la compresión; el mortero de cemento adherido en agregados gruesos y finos del concreto demolido tiene el potencial de inducir una propiedad cementante residual al reciclarse. Actualmente existen grandes empresas dedicadas al reciclaje de agregados, según informa la Secretaria Distrital de Ambiente, en la ciudad de Bogotá; Desde el punto de vista económico y de optimización de materiales, estudios previos no han considerado un mayor costo al aumentar el porcentaje de aditivos a la mezcla, por el contrario, establecen que se generan ahorros económicos para la entidad interesada en su ejecución, esto no solo por evitarse un impacto ambiental grave, sino que además porque se están perdiendo recursos aprovechables, los cuales pueden ser base fundamental para las diferentes obras de construcción, que finalmente desperdician aproximadamente el 20% de todos los materiales empleados en obra.

PARTE VI: CONCLUSIÓN

Se identifican las estrategias para eventuales mejoramientos del desempeño de proyectos, aplicando diferentes tipos de estrategias para el éxito de su gestión. El mejoramiento en innovación va de la mano con los implicados en la planeación y ejecución del proyecto, de modo que el desempeño logrado permite comprender las interrelaciones entre los factores y las etapas del proyecto, y también el desarrollo de estrategias nuevas aplicables en la innovación y la gestión de los proyectos; A medida que el desarrollo avanza, estas estrategias serán más frecuentemente implementadas no solo en grandes empresas sino también en el ámbito local, creando conocimiento social responsable y conciencia por el entorno que le rodea, brindando información de innovación al personal de construcción sobre métodos de separación, almacenamiento y disposición final.

Se logró determinar mediante las fuentes analizadas que, en los proyectos para una construcción sustentable, existen factores los cuales son implementados en las diferentes etapas para poder disminuir el impacto ambiental, mediante la utilización de materiales sustentables que cumplan con todas las especificaciones para ser puestos en uso; también se ha incrementado el uso de residuos de construcción y demolición; sin embargo ellos no se pueden entregar a los operadores de aseo convencionales, sino que deben ser transportados a uno de los centros autorizados para la disposición final; Se trabajó con mezclas que incorporan áridos gruesos de hormigón reciclado, el cual enseña un mejor comportamiento de resistencia y durabilidad teniendo en cuenta, una ejecución

adecuada en el diseño de la mezcla de acuerdo a la calidad de los materiales reciclados usados en la producción de hormigón autocompactante ecológico y sostenible. Posteriormente se ha logrado identificar que los costos estimados de las aplicaciones, la calidad y el tiempo, son requeridos para medir el rendimiento del proyecto, hacer justificables sus costos y para deducir los beneficios financieros. En otros términos, es necesario conocer una serie de factores económicos del país, lo cual nos llevará a una valoración exhaustiva y precisa con los valores vigentes en el mercado nacional, teniendo conciencia de que los recursos no son ilimitados y se deben buscar formas alternas para reemplazarlos.

BIBLIOGRAFÍA

Yates, J. K. (2014). *Design and Construction for a Sustainable Industrial Construction*. *J. Constr. Eng. Manage.*, 140(4), C4014005, 6-7. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000683.

Mohammadali Noktehdan, Mehdi Shahbazpour, Mohammad Reza Zare, and Suzanne Wilkinson. (2019). *Innovation Management and Construction Phases in Infrastructure Projects*. *J. Constr. Eng. Manage.*, 145(2): 04018135, 3-4. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001608.

Project Management Institute. (2013). *The Standard for Program Management – Third Edition*. Newtown Square, PA: PMI.

Anantatmula, Vittal S. (2015). *Strategies for Enhancing Project Performance*. *J. Manage. Eng.*, 31(6): 04015013. 4-6. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000369

American Society of Civil Engineers (2010). The Vision for Civil Engineering in 2025. DOI:10.1061/9780784478868.004

Bocanumenth, J., Osorio, C., Calderón, L., y Laverde, J. (2009). Anteproyecto para la gestión integral de los RCD en el distrito capital – Bogotá. Coambiente S.A. 33-37.

Eugenio, M., Yepes, V., Ortega, A., Carrion. Market Demands on Construction Management: View from Graduate Students. American Society of Civil Engineers (2017). DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000334