

Gerencia de proyectos de infraestructura pública con Project Management Institute y Building Information Modeling.

Angie Katherine Vargas Moncada

Deira Constanza Ramírez Díaz

Juan Sebastián Osorio Vera

Nicolás Jesús Machuca López

& Rodrigo Alvear Ramírez

Universidad EAN

17 de Junio del 2020

Notas del autor:

Vargas M, Ramírez D, Osorio V, Machuca L & Alvear R; Facultad de Ingeniería,  
Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad EAN.

La correspondiente a esta investigación debe dirigirse a Angie Katherine Vargas Moncada,  
Deira Constanza Ramírez Díaz, Juan Sebastián Osorio Vera, Nicolás Jesús Machuca López,  
Rodrigo Alvear Ramírez; Universidad EAN, Dirección: Calle 79 # 11-45

E-mails: [avargas76358@universidadean.edu.co](mailto:avargas76358@universidadean.edu.co); [dramirez08100@universidadean.edu.co](mailto:dramirez08100@universidadean.edu.co);  
[josoriov8008@universidadean.edu.co](mailto:josoriov8008@universidadean.edu.co); [nmachuc09990@universidadean.edu.co](mailto:nmachuc09990@universidadean.edu.co);  
[ralvear57006@universidadean.edu.co](mailto:ralvear57006@universidadean.edu.co)

## TABLA DE CONTENIDO

Lista de ilustraciones .....	3
Lista de tablas .....	6
1. Problema de Investigación .....	8
2. Objetivos .....	9
2.1. Objetivo General.....	9
2.2. Objetivos Específicos .....	9
3. Justificación .....	9
4. Estado del arte .....	11
4.1. Marco Histórico .....	11
4.2. Marco Teórico .....	13
5. Marco Institucional .....	17
6. Metodología de investigación.....	19
7. Definición de variables .....	20
8. Definición conceptual.....	21
9. Definición operacional .....	29
10. Población y muestra .....	29
10.1. Población.....	29
10.2. Definición de la muestra.....	36
11. Hallazgos de la entrevista a expertos .....	37
12. Medición de variables.....	39
12.1. Resultado del Content Validity.....	39
12.2. Segunda validación con el experto técnico (PMP) .....	42
12.3. Resultado del Face Validity .....	42
13. Resultados y análisis de la encuesta.....	60
13.1. Aplicación de la encuesta .....	60
13.2. Análisis de los resultados de la encuesta.....	60
14. Análisis de Resultados .....	94
15. Conclusiones y discusiones .....	98
15.1. Discusión.....	98

15.2. Conclusiones.....	98
16. Bibliografía & Referencias .....	100

### Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Correlación de las metodologías .....	21
Ilustración 2 Dimensiones de la metodología BIM.....	23
Ilustración 3 Clasificación de las entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia .....	31
Ilustración 4 Entidades Municipales vs Entidades Nacionales .....	32
Ilustración 5 Entidades Metropolitanas Vs Entidades Nacionales .....	33
Ilustración 6 Entidades Departamentales vs Entidades Nacionales.....	34
Ilustración 7 Entidades Distritales vs Entidades Nacionales .....	35
Ilustración 8 Entidades Nacionales vs Entidades a nivel Nacional .....	36
Ilustración 9 Nivel de importancia de "Por favor indique su nombre completo" .....	43
Ilustración 10 Nivel de importancia de "Por favor indique en que entidad se encuentra vinculado" .....	43
Ilustración 11 Nivel de importancia de "Por favor indique la dependencia en la que se encuentra vinculado" .....	44
Ilustración 12 Nivel de importancia de "Por favor indique que cargo ocupa u ocupó en la entidad" .....	44
Ilustración 13 Nivel de importancia de "¿Conoce la guía metodológica del PMI?" .....	45
Ilustración 14 Nivel de importancia de "¿Usted cuenta con la certificación PMP?".....	45
Ilustración 15 Nivel de importancia de "Si su respuesta anterior fue positiva ¿Cuáles fueron los motivos por la cual decidió certificarse?" .....	45
Ilustración 16 Nivel de importancia de "Si su respuesta anterior fue negativa ¿Cuáles han sido los motivos o el motivo por el cual no se ha certificado?" .....	46
Ilustración 17 Nivel de importancia de "Califique de 1 a 5 su nivel de conocimiento en las metodologías establecidas por el PMI" .....	46
Ilustración 18 Nivel de importancia de "¿Sabe que es la metodología BIM?".....	47
Ilustración 19 Nivel de importancia de "¿En alguno de sus proyectos ha utilizado o implementado las metodologías BIM?" .....	48
Ilustración 20 Nivel de importancia de "¿Dentro de los pliegos de condiciones de licitación pública o concursos de méritos de la entidad a la cual usted está...de conocimiento del PMI en los diseños y construcción de infraestructura pública?" .....	48
Ilustración 21 Nivel de importancia de "Si su respuesta fue positiva, ¿Considera que la entidad realiza un control o verificación del cumplimiento de dicha solicitud? (no desde la perspectiva de la interventoría)" .....	49

Ilustración 22 Nivel de importancia de "¿Cree usted que los contratos de diseño y construcción de obra pública, presenta problemas de retrasos en tiempos de ejecución y de adiciones de recursos presupuestales?" .....	49
Ilustración 23 Nivel de importancia de "¿Cuál cree que es la razón por la cual se generan adiciones presupuestales a los contratos de obra pública?" .....	50
Ilustración 24 Nivel de importancia de "Para su vinculación a la entidad, dentro de su perfil profesional le solicitaron alguna de las siguientes competencias" .....	50
Ilustración 25 Nivel de importancia de "¿La entidad le ha brindado algún tipo de capacitación referente al control y supervisión de proyectos de infraestructura?" .....	51
Ilustración 26 Nivel de importancia de "Que herramientas le suministra la entidad para realizar la labor de supervisión y control en los contratos de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública" .....	51
Ilustración 27 Nivel de importancia de "¿Cuáles son los procesos que realizan para abordar los riesgos?" .....	52
Ilustración 28 Nivel de importancia de "¿Cuáles cree que son los motivos por los cuales las entidades no invierten en la adquisición de licencias para softwares?" .....	52
Ilustración 29 Nivel de importancia de "¿Considera usted que se aplica las restricciones de Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos en el seguimiento y control de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública?" .....	53
Ilustración 30 Nivel de importancia de "¿Qué mecanismo se utiliza para desarrollar las políticas públicas en los proyectos diseño y construcción de infraestructura pública, para vincular al contratante, el contratista y la comunidad en general?" .....	53
Ilustración 31 Nivel de importancia de "¿Piensa que es importante la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública en la entidad para la cual usted trabaja?" .....	54
Ilustración 32 Nivel de importancia de "¿Cree usted que un supervisor con perfil académico enfocado a la gerencia de proyectos ayudaría a minimizar los inconvenientes que se presentan en contratos públicos a nivel nacional en la gestión de los tiempos y gestión de lo" .....	55
Ilustración 33 Nivel de importancia de "Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública.....de modo que evite las adiciones de contrato de obra?" .....	55
Ilustración 34 Nivel de importancia de "Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se realizara supervisión y control más exhaustivo a los indic" .....	56
Ilustración 35 Nivel de importancia de "¿Si la entidad le brindara un plan completo de capacitaciones y adquisición e instalación de programas, le gustaría implementar las metodologías PMI Y BIM para la puesta en marcha de la supervisión de contratos con entidades pú" .....	56
Ilustración 36 Nivel de importancia de "Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, generan una interacción más práctica y oportuna para realizar las" .....	57

Ilustración 37 Nivel de importancia de "Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, facilitará el control y monitoreo de los riesgos en el ciclo de vi".....	58
Ilustración 38 Nivel de importancia de "¿Considera pertinente que se realice una vinculación a los interesados a través de la metodología BIM, desde la socialización del proyecto, con el fin de captar mayor interés, participación y de velar la adecuada inversión de lo" .....	58
Ilustración 39 Nivel de importancia de "¿Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se cumpliría con las restricciones de alcance, tiempo, costo, cal" ....	59
Ilustración 40 Distribución de la participación de los entrevistados.....	61
Ilustración 41 Distribución de la participación de los encuestados en dependencias administrativas y operacionales .....	62
Ilustración 42 Distribución de la participación de los encuestados en cargo ocupado en la entidad.....	63
Ilustración 43 Pregunta 5 .....	63
Ilustración 44 Pregunta 6 .....	64
Ilustración 45 Pregunta 7 .....	65
Ilustración 46 Pregunta 7.2.....	67
Ilustración 47 Pregunta 8 .....	68
Ilustración 48 Pregunta 9 .....	69
Ilustración 49 Pregunta 10.....	70
Ilustración 50 Pregunta 11.....	71
Ilustración 51 Pregunta 11.1 .....	72
Ilustración 52 Pregunta 12.....	73
Ilustración 53 Pregunta 13.....	74
Ilustración 54 Pregunta 14.....	76
Ilustración 55 Pregunta 15.....	77
Ilustración 56 Pregunta 16.....	79
Ilustración 57 Pregunta 17.....	80
Ilustración 58 Pregunta 18.....	81
Ilustración 59 Pregunta 19.....	82
Ilustración 60 Pregunta 20.....	84
Ilustración 61 Pregunta 21.....	85
Ilustración 62 Pregunta 22.....	86
Ilustración 63 Pregunta 23.....	87
Ilustración 64 Pregunta 24.....	88
Ilustración 65 Pregunta 25.....	89
Ilustración 66 Pregunta 26.....	90
Ilustración 67 Pregunta 27.....	92
Ilustración 68 Pregunta 28.....	93
Ilustración 69 Pregunta 29.....	94

Ilustración 70 Análisis de las preguntas 11 a 19.....	96
Ilustración 71 análisis de las preguntas 21 a 29.....	97

### Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia .....	31
Tabla 2 Clasificación de entidades Municipales.....	32
Tabla 3 Clasificación de entidades Metropolitanas.....	33
Tabla 4 Clasificación de las entidades Departamentales .....	33
Tabla 5 Clasificación de las entidades Distritales.....	34
Tabla 6 clasificación entidades Nacionales.....	335
Tabla 7 Desarrollo análisis pregunta 1 con los comentarios del PMP .....	39
Tabla 8 Desarrollo análisis pregunta 2 con los comentarios del PMP .....	40
Tabla 9 Desarrollo análisis pregunta 3 con los comentarios del PMP .....	40
Tabla 10 Desarrollo análisis pregunta 4 con los comentarios del PMP .....	40
Tabla 11 Desarrollo análisis pregunta 5 con los comentarios del PMP .....	40
Tabla 12 Desarrollo análisis pregunta 6 con los comentarios del PMP .....	41
Tabla 13 Desarrollo análisis pregunta 7 con los comentarios del PMP .....	41
Tabla 14 Desarrollo análisis pregunta 8 con los comentarios del PMP .....	41
Tabla 15 Desarrollo análisis pregunta 9 con los comentarios del PMP .....	41
Tabla 16 Tabulación y análisis pregunta N°2.....	60
Tabla 17 Tabulación y análisis de la pregunta N°3 .....	61
Tabla 18 Tabulación y análisis de la pregunta N°4.....	62
Tabla 19 Tabulación y análisis de la pregunta N°5 .....	63
Tabla 20 Tabulación y análisis de la pregunta N°6 .....	64
Tabla 21 Tabulación y análisis de la pregunta N°7 .....	65
Tabla 22 Tabulación y análisis de la pregunta N.º 7.1.....	66
Tabla 23 Tabulación y análisis de la pregunta N.º7.2.....	66
Tabla 24 Tabulación y análisis de la pregunta N.º8 .....	68
Tabla 25 Tabulación y análisis de la pregunta N.º9 .....	69
Tabla 26 Tabulación y análisis de la pregunta N.º10.....	70
Tabla 27 Tabulación y análisis de la pregunta N.º11 .....	71
Tabla 28 Tabulación y análisis de la pregunta N.º11.1 .....	72
Tabla 29 Tabulación y análisis de la pregunta N.º12.....	73
Tabla 30 Tabulación y análisis de la pregunta N.º13.....	74
Tabla 31 Tabulación y análisis de la pregunta N.º14.....	75
Tabla 32 Tabulación y análisis de la pregunta N.º15.....	77
Tabla 33 Tabulación y análisis de la pregunta N.º16.....	78
Tabla 34 Tabulación y análisis de la pregunta N.º17.....	79
Tabla 35 Tabulación y análisis de la pregunta N.º18.....	81
Tabla 36 Tabulación y análisis de la pregunta N.º19.....	82

Tabla 37 Tabulación y análisis de la pregunta N.º20 .....	83
Tabla 38 Tabulación y análisis de la pregunta N.º21 .....	85
Tabla 39 Tabulación y análisis de la pregunta N.º22 .....	86
Tabla 40 Tabulación y análisis de la pregunta N.º23 .....	87
Tabla 41 Tabulación y análisis de la pregunta N.º24 .....	88
Tabla 42 Tabulación y análisis de la pregunta N.º25 .....	89
Tabla 43 Tabulación y análisis de la pregunta N.º26 .....	90
Tabla 44 Tabulación y análisis de la pregunta N.º27 .....	91
Tabla 45 Tabulación y análisis de la pregunta N.º28 .....	92
Tabla 46 Tabulación y análisis de la pregunta N.º29 .....	93
Tabla 47 Análisis de las preguntas 11 a 19 frente a las dos metodologías .....	95
Tabla 48 análisis de las preguntas 21 a 29 con los dos metodologías .....	96

## 1. Problema de Investigación

En Colombia, a pesar de existir guías para llevar a cabo los diferentes procesos de contratación estatal, en las cuales se determinan unos tiempos para llevar a cabo el proceso precontractual, la realidad difiere de estos. Lo anterior, debido a que los funcionarios adscritos, ya sea como contratistas o pertenecientes a la planta de personal, a las entidades públicas en muchas ocasiones, se toman tiempo adicional al establecido para llevar a cabo las diferentes etapas del proceso precontractual. Al mismo tiempo, esto se debe a que no se realiza una correcta planificación, ajustada a escenarios reales, de la ejecución del proyecto, lo que genera ambigüedades en el desarrollo del mismo.

Cabe resaltar, que el sector público se ha visto relegado al uso de modelos anticuados poco eficientes, desacelerados respecto a las necesidades de ejecución de proyectos, debido a las restricciones que por ley existen, la rotación de personal en las entidades, los cambios en las políticas, mercado de contratistas, entre otros aspectos (Iguarán, 2011).

En consecuencia, lo anterior se ve reflejado en mayores tiempos en la ejecución, generando altos costos para lograr cumplir con el alcance. De igual manera, esto conlleva a que se presenten inconformidades de las entidades estatales, de los diferentes contratistas y de la comunidad beneficiada con la ejecución de los proyectos, toda vez que el retraso de los mismos puede en ocasiones llegar a generar pérdidas económicas, multas y/o sanciones a los involucrados.

Adicionalmente, en Colombia aún es limitada la implementación de estas herramientas para la gestión de riesgos en los proyectos de construcción, pero cada vez aumenta el número de empresas del sector que se interesan en innovar sus metodologías buscando minimizar los riesgos y maximizar las utilidades (Laguna, 2015).

Dentro de los contratos estatales, se requiere de la aplicación de una gerencia de proyectos que garantice una ejecución óptima, desempeñándose como una administración eficaz y

eficiente, **¿Cuál es la viabilidad de adaptación del cuerpo de conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, para la gerencia de proyectos de infraestructura para entidades estatales, de modo que se minimicen los impactos negativos que se presentan durante la ejecución de los mismos?**

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Diagnosticar la viabilidad de la implementación del cuerpo del conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, en contratos de infraestructura pública, para el ejercicio de la gerencia de proyectos, que se adapte a la formulación y ejecución de contratos, en busca de eficiencia y calidad.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Analizar las principales problemáticas que se presentan en la planificación y ejecución de contratos de infraestructura estatales, para el desarrollo de proyectos.
- Realizar la revisión bibliográfica, respecto a la aplicabilidad del cuerpo del conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, en proyectos de infraestructura.
- Enunciar los beneficios y el aporte del cuerpo del conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, a los contratos de infraestructura pública, a las diferentes problemáticas que se presentan para la ejecución de proyectos.

## **3. Justificación**

El rol de un Gerente de Proyecto debe ser de gestión y liderazgo, es un facilitador quien tiene comunicación directa con los Stakeholders, entiende la necesidad que se suple con el proyecto

y optimiza los recursos para cumplir con el objetivo. Es por esto, que debe tener conocimiento y criterio para establecer y proponer tanto la metodología como las herramientas tecnológicas más adecuadas, que le permita tener el control y optimizar los recursos del proyecto, dependiendo de todas las variables cómo la clase de proyecto, el sector y los recursos. Es muy importante en este rol contar con una herramienta tecnológica adecuada, que le permita abarcar todo el proyecto, analizar y tomar decisiones de forma oportuna desde el diseño hasta el cierre de cada proyecto.

BIM (Building Information Modeling) es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación de forma colaborativa en un espacio virtual. Por una parte, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos multidimensionales del proyecto. Por otra, las metodologías basadas en estándares permiten compartir esta información de manera estructurada entre todos los actores involucrados (arquitectos, ingenieros, constructores y otros actores técnicos), fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario, agregando así valor a los proyectos.

Según estudio de productividad y riesgos sectoriales realizado por Camacol y McKinsey & Co en 2017, evidenció que las empresas líderes del país adoptan en promedio 6 de cada 10 mejores prácticas aplicadas en la industria a nivel global. De este resultado, la mayor brecha existe en las prácticas relacionadas con la adopción de tecnología, donde el resultado dejó en evidencia que solo se adoptan 14% de las tecnologías disponibles en el mundo (Camara Colombiana de la construcción, 2018).

Enfocamos este proyecto de investigación sobre el impacto que genera usar herramientas tecnológicas como la metodología Building Information Modeling y el cuerpo del conocimiento del Project Management Institute, para la toma de decisiones en la Dirección de Proyectos de entidades estatales, analizar el alcance de esta tecnología, compararlo con las tecnologías de uso actual en el sector público, hacer mediciones y análisis beneficio- costo, con el fin de reflejar la necesidad o conveniencia de la aplicación de cambios tecnológicos en el

manejo de los recursos públicos, basados en campos de investigación como la ciencia, tecnología, gerencia e innovación y bajo las líneas de investigación de Gestión y Diseño de Proyectos, Optimización de Procesos, Gestión del Desempeño de Proyectos y modelos y metodologías de Gestión de Proyectos

## 4. Estado del arte

### 4.1. Marco Histórico

En las últimas décadas las ciencias aplicadas han demostrado avances innovadores e impactantes en materia de ciencia, ingeniería, salud y educación. Un ejemplo de esto fue la aparición de la industria del dibujo asistido por computadora -CAD-, esta herramienta está enfocada al diseño de infraestructura en 2D con criterios propios de cada campo en específico, teniendo en cuenta la necesidad e interés que le represente al digitalizador de diseño. Sin embargo, en los últimos 10 años se han desarrollado aplicaciones 3D que han generado una revolución en la forma de diseñar y construir, como es el caso BIM (Building Information Modeling), que traduce en sus siglas en español Modelado de Información de Construcción.

La primera aparición a nivel mundial en la ejecución de BIM fue en Estados Unidos, derivado del *Programa Facility Information Council -FIC*, desarrollado en 1992 por el *Institute of Building Sciences*, el cual integra las fases de una construcción y los componentes de un proyecto, esto se pudo hacer posible en 2005 después de realizar la publicación en su primera versión del *National BIM Standard* y su programa *Nacional 3D-4D BIM* (Cortes, 2018, P.4).

Una de las obras de mayor relevancia, que se ha construido utilizando la metodología BIM es el megaproyecto de Crossrail, una conexión del metro de Londres que conecta cerca de 40 estaciones y ayudará a descongestionar el sistema del metro. El cual se espera que esté en funcionamiento para el año 2021.

En América Latina la implementación de la metodología BIM es un proceso lento, debido a que los constructores actuales no tienen la mentalidad de salir de su zona de confort, por miedo a enfrentar los riesgos que esto conlleva. En el contexto colombiano, quienes han hecho uso de esta metodología son los arquitectos, gracias a las bondades de visualización en realidad aumentada y al énfasis de los planes de estudio.

En el contexto empresarial se resaltan empresas como la Constructora Concreto, en la construcción del Intercambiador Vial Gilberto Echeverri Mejía en la ciudad de Medellín en el año 2012. También se encuentra la Constructora Bolívar, quien realizó la modelación de la torre 2 del Hotel Zuana en Santa Marta y, debido al éxito que este tuvo, quisieron implementarla en todos los proyectos que estaban realizando, como fue el caso de la Torre Panorama en 2012, en donde se realizó una modelación en la cual existieron procesos de coordinación y se hallaron incompatibilidades arquitectónicas e incoherencias en los planos de diseño, por lo cual se logró disminuir grandes costos en la obra (Cortes, 2018).

Como es conocido muchos de los procesos de contratación estatal han sido investigados y criticados, debido a fenómenos como el carrusel de la contratación, los cuales afectan al sector regional, ya que los rubros nunca llegan y si llegan los gobernantes de cada una de las administraciones vigentes, realizan una mala ejecución de los mismos.

En resumen, si se aplicara de manera efectiva la metodología del BIM en el contexto colombiano, específicamente en el sector público, esta podría convertirse en un instrumento potencialmente efectivo para aumentar la competitividad con niveles de inversión manejable para este sector, debido a que esta herramienta integra los proyectos en la metodología de trabajo colaborativo, así mismo este se podría organizar y gerenciar de una mejor manera, minimizando los riesgos y de esta manera permitiendo existir un control por parte de todos los involucrados, desde la participación de la ejecución, hasta mejorar los aspectos presupuestales y contractuales.

## 4.2. Marco Teórico

Uno de los grandes retos que tiene la administración pública es integrar de manera efectiva las tecnologías y métodos existentes en la formulación de proyectos de infraestructura, debido a que se ha evidenciado una falencia continua en el desarrollo de estos. Adicionalmente, los proyectos de infraestructura demandan una gran cantidad de tiempo y recursos para su ejecución, planificación y terminación de manera efectiva.

Actualmente, las entidades públicas tienen como objetivo velar por los intereses de la comunidad y satisfacer las necesidades que estos demanden. En este sentido, las entidades gubernamentales han desarrollado proyectos en materia de salud y educación; de esta manera la administración pública puede gestionar políticas que le ayuden a satisfacer las necesidades y de esta manera fomentar el desarrollo del país (Vargas, 2014, p.2).

Bermúdez afirma que; *“Las razones de fracaso pueden ser diversas: falta de compromiso de la dirección, los usuarios no se involucran, falta de conocimiento técnico, carencias tecnológicas, plazos de ejecución no realistas, no se identificaron los riesgos adecuadamente, entre otros”* (Rodríguez, 2007).

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que el fracaso en el desarrollo de los proyectos es por falta de actualización y ejecución de herramientas tecnológicas existentes en los diferentes contextos de construcción. No obstante, existen otros factores que impiden que la realización de proyectos sea idónea, un ejemplo es la presión política, la cual genera que los proyectos formulados se realicen en un corto plazo, sin importar la calidad del resultado de su ejecución, con la finalidad de mostrar a la comunidad que se cumple con las metas propuestas en el Plan de Desarrollo y esto se debe a las malas prácticas en dirección de proyectos.

Teniendo en cuenta que la planificación y ejecución de los proyectos se ha convertido en una herramienta fundamental para la satisfacción de las necesidades de la comunidad, para así poder gestionar políticas públicas que fomente el desarrollo sostenible del país, se hace

imperativo la integración de tecnologías emergentes, de modo que haya una ejecución idónea y que a su vez sea responsable con el medio ambiente.

En este contexto emergen diferentes avances tecnológicos y metodológicos, los cuales crecen día a día y abarcan campos como la ciencia, industria, ingeniería, administración, diseño y construcción. Adicionalmente, en el desarrollo de proyectos existen herramientas de formulación, planificación y ejecución, no obstante, para poder realizar de manera efectiva lo anteriormente dicho, tiene que existir una herramienta que visualice, organice, ejecute y optimice los recursos, como lo es la metodología BIM.

El director de proyectos de ingeniería civil de la universidad Nacional explica que la metodología BIM consiste en crear sistemas de información que permitan hacer coordinación logística y gestionar de una manera inteligente la información, de esta manera esta herramienta integra un software de diseño con modelación en 3D y un software en administración de proyectos, además que este es capaz de integrar toda la información que interactúan en un proyecto (Sierra, 2016).

Así mismo, la novedad de la metodología BIM es que no maneja un único enfoque, se puede trabajar en búsqueda de diferentes objetivos y métodos de construcción.

De acuerdo con el ingeniero Moncada; *“con esta metodología se deja de pensar en dos dimensiones para pasar a siete dimensiones diferentes. La primera es la idea; la segunda, el boceto; la tercera, el modelo tridimensional; la cuarta, el tiempo; la quinta, el costo; la sexta, el análisis de sostenibilidad, y séptima, la gestión del ciclo de vida”* (Dinero-Tecnología, 2019).

De esta manera, los proyectos de ingeniería se vuelven dinámicos, debido a que es necesario analizarlos en diferentes aspectos como el tiempo, recursos, seguimiento y ejecución. Por lo anterior, se puede resaltar que BIM es una metodología potencial para trabajar en proyectos, debido a que con esta con el uso de cada una de sus herramientas o software se pueden optimizar

entre un 6% a 10% de los recursos que se ejecutan normalmente en un proyecto, lo que lleva una disminución de costos.

En la actualidad existen dos proyectos emblemáticos en la ciudad de Bogotá, uno de ellos es la Torre Atrio y el segundo será la construcción del Metro, este último es uno de lo más esperados por la ciudadanía capitalina. Para el desarrollo de este proyecto, el Banco Interamericano de Desarrollo -BID-, después de aprobar cerca de 70 millones de dólares para la ejecución, fue el encargado de anunciar que la puesta en marcha de este proyecto será bajo la metodología BIM, desde los procesos de diseño hasta la puesta en marcha (Dinero-Tecnología, 2019).

Una de las entidades públicas colombianas que ha sido pionera en la aplicación de la metodología BIM es ENTerritorio, anteriormente FONADE, la cual ha implementado diferentes estrategias de para utilizar diferentes herramientas para lograr efectividad en el desarrollo de proyectos y que suma valor a los servicios del Territorio. Inicialmente y teniendo en cuenta el alcance de la metodología, definió dentro de su organigrama las áreas encargadas de implementarla y como resultado fue la Subgerencia de Contratación, en el área de estudios previos y la Subgerencia Técnica, en el área de Ejecución y Liquidación de contratos (Iguarán, 2011).

Seguidamente, y teniendo en cuenta que la mayoría de los contratos que celebra ENTerritorio con sus contratistas son llave en mano, es decir Diseño y Construcción las ejecuta un mismo contratista, exigió que uno de sus entregables para la primera fase fuese la modelación 3D en softwares que hacen parte de la metodología BIM, de modo que para el Gerente de Proyectos de la entidad fuese más fácil utilizar las otras herramientas para llevar a cabo la supervisión contractual, así como exigir que dentro del equipo mínimo del contratista para fase I y II estuviera un profesional capacitado para aplicar la metodología (Iguarán, 2011).

Por lo anterior, se enfatiza en que ser una entidad pública no es una limitante para aplicar tecnologías que fortalecen la gerencia de proyectos, ya que se cuenta con actores de tipo privado como son los contratistas, a los cuales se le puede exigir como entregable la modelación 3D del proyecto a ejecutar, principalmente en el área de diseño, ya que muy pocas entidades tienen la modalidad de contratación de llave en mano y se contrata aparte el diseño y aparte la construcción.

Así las cosas, los beneficios que tiene esta metodología son múltiples para la optimización y planificación de los proyectos de principio a fin, permitiendo de manera efectiva un seguimiento y control detallado en todas las fases que este pueda tener, además esta herramienta ayudará a disminuir los riesgos que se puedan encontrar en su desarrollo y fortalecerá aspectos como las mejoras de diseño, modelación en 3D y 4D, asistencia virtual y una comunicación continua, fortaleciendo la toma de decisiones, la gerencia de proyectos y el direccionamiento de proyectos.

Por otra parte, en cuanto a la aplicación de la guía de buenas prácticas PMBOK del Project Management Institute (PMI) en la ejecución de proyectos para entidades es nula. Sólo a partir de 2019, con la expedición del Decreto 342 de 2019, por el cual se reglamenta la implementación de Pliego Tipo para Procesos de Infraestructura vial, se estableció dentro de los factores de calidad la implementación de un programa de gerencia de proyectos para la ejecución de proyecto de construcción de vías, en donde se exige contratar a un Gerente de Proyectos con certificación PMP.

Finalmente, es importante aclarar que las entidades estatales colombianas, en su mayoría, tienen una deficiencia respecto a herramientas o metodologías para la gerencia de proyectos, por lo que se intuye que los tiempos y costos no son los esperados y planteados durante la fase de Planeación, a diferencia de países como Estados Unidos, en donde entidades como General Services Administration (GSA), la cual se encarga de adquirir y administrar las edificaciones federales, y que a través del Public Building Services (PBS), estableció un programa nacional

3D y 4D promoviendo el uso obligatorio de la metodología BIM desde el año 2003 (Iguarán, 2011).

## 5. Marco Institucional

En Colombia, es amplia la probabilidad de generación de adiciones presupuestales y prórrogas de tiempos y/o plazos a contratos de obra pública que se encuentran en ejecución, generando desgastes y procesos administrativos.

En el enfoque a Gerencia de Proyectos de infraestructuras estas adiciones y prórrogas se pueden presentar por una deficiente administración de obra, por una mala planificación del proyecto o por arandelas de corrupción, lo cual conlleva a que los recursos públicos sean mal invertidos.

Los proyectos de infraestructura buscan dar solución a posibles problemáticas y/o mejorar la calidad de vida de la sociedad; es por esto por lo que el estado, aplica algunas metodologías o herramientas para la planificación de proyectos de infraestructura, a fin de ser invertido los recursos públicos generados ya sean por impuestos municipales o departamentales o por recursos de la nación los cuales son otorgados por ley a las diferentes ciudades o municipios del país.

Dentro de las herramientas que existen para poder determinar un proyecto de infraestructura tenemos los planes de desarrollo municipal, departamental y nacional, los cuales deben estar articulados entre sí para poder desarrollar proyectos transversales con recursos compartidos y de esta manera poder realizar inversiones importantes en pro de proyectos de infraestructura en el país.

Una vez se cuenta con los recursos suficientes para la posible inversión, es cuando en la planificación encontramos la mayoría de los problemas, es por esto por lo que con esta investigación queremos mostrar la necesidad del uso de verdaderas herramientas que nos

ayuden a mitigar el impacto negativo de mayores inversiones en proyectos y mayores plazos de ejecución de las obras.

Es fundamental aclarar que cada sector público es libre de trazar una metodología que genere el desarrollo de un proyecto para su inversión, pero siempre basados en la ley 80 que establece los parámetros para la contratación pública en el país. Dentro de las herramientas nacionales y departamentales encontramos la Metodología General Ajustada (MGA), la cual es una herramienta que ayuda a plasmar un proyecto de inversión bajo parámetros de evaluación y proyección.

Esta metodología se encuentra ajustada para proyectos y articulada por el DNP Departamento Nacional de Planeación, la cual es la metodología nacional que determina la aplicación y la formulación de proyectos a nivel territorial. A nivel Municipal, es el banco de proyectos el que determina cuando los proyectos requieren de cofinanciación a nivel departamental o nacional por el monto que se asigna para dicho proyecto, esto debido a que los municipios cuentan con un presupuesto limitado, y requieren muchas veces de la gestión de recursos, pero cumpliendo con la normatividad de la metodología de MGA Metodología General Ajustada, para la gestión de recursos de inversión.

Una vez establecido los parámetros nacionales en la gestión de proyectos de inversión en infraestructura, determinamos que una vez analizado los procesos de formulación y ejecución de proyectos públicos de infraestructura, encontramos que es en la planificación y parte de la ejecución del proyecto, donde encontramos las dificultades que generan una mala ejecución de proyectos de infraestructura pública, dando como resultado, proyectos con mayores costos en su inversión, mayores plazos en su ejecución, obras inconclusas entre otras (Valencia, 2019).

Estas malas gestiones determinan que los municipios, departamentos y entidades nacionales, se castiguen con la no apropiación de recursos, investigaciones, procesos jurídicos y sobre todo la mala gestión pública perjudicando a la comunidad en general del país.

La falta de planificación y ejecución se evidencia en diferentes municipios y departamentos del país, donde los mandatarios son a diario investigados por la mala gestión de recursos y por los sobre costos en los proyectos, sumando obras inconclusas.

Una de las evidencias a la mala planificación de proyectos, la podemos observar en el portal único de contratación estatal SECOP, en el cual se encuentra todos los documentos públicos que se derivan de los proyectos de inversión como actos administrativos de adicionales, suspensiones de obras, prórrogas entre otros que son la prueba de una mala gestión de proyectos en la planificación y ejecución del mismo.

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación evalúa las diferentes problemáticas actuales y los beneficios al implementar el cuerpo de conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, para la Gerencia de Proyectos de infraestructura pública.

## **6. Metodología de investigación**

La presente investigación se desarrolla bajo la metodología cuantitativa “cross sectional”; debido a que es un estudio de tipo observacional, en el cual se pretende describir un fenómeno dentro de una población de estudio en un momento determinado. Así mismo, se puede catalogar como no experimental bajo una filosofía positivista, que permite el análisis de la información con datos reales empíricos.

Para esta fase del proyecto se realizará una investigación de carácter descriptivo a través de fuentes secundarias, la cual se realizará en 3 etapas:

Primera etapa: consiste en un proceso de indagación, el cual brinda conocimiento y herramientas suficientes para la investigación.

Segunda etapa: formulación de una entrevista para consulta a juicio de expertos en el campo de investigación para determinar el panorama actual en las entidades públicas.

Tercera etapa: Consta de la implementación del instrumento, para el cual se elabora una encuesta con el fin de evaluar las diferentes variables en la población de interés, en este caso los funcionarios públicos que laboran en el área de infraestructura de diferentes entidades, específicamente realizando la supervisión a interventores y contratistas en Colombia.

Una vez obtenidos los resultados de la encuesta, se realizará la tabulación y análisis de la información recolectada, por medio de gráficos, estadísticos y comparaciones con la información obtenida en la encuesta a expertos técnicos; permitiéndonos desarrollar criterios de avance con respecto a los objetivos específicos trazados, diagnosticando la aplicación y ejecución real de la aplicación de las metodologías en el desarrollo de los proyectos de obras públicas.

Para lo anterior, se formula el cuestionario para obtener un acercamiento de los conocimientos de la comunidad frente al monitoreo y control de los proyectos, examinando distintos factores como: el alcance, el tiempo, los costos, la calidad, el recurso y el riesgo. Por último, se tiene en cuenta algunas características o competencias profesionales de los participantes.

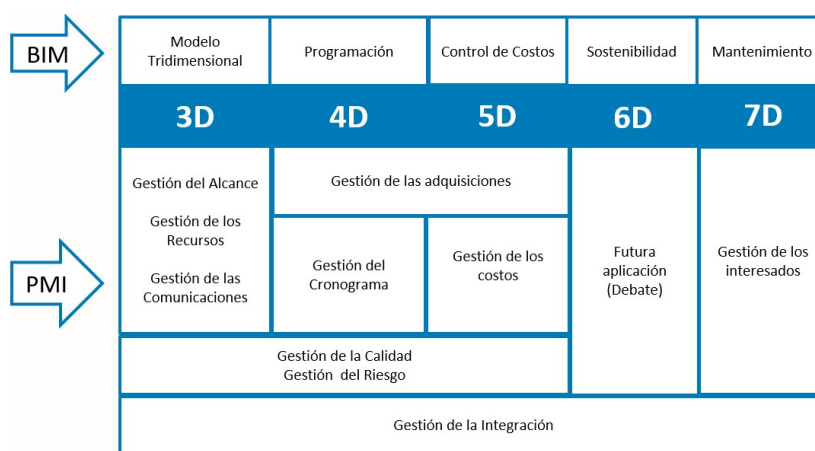
La finalidad de emplear esta metodología será ofrecer un panorama de los métodos de monitoreo y control que en la actualidad se emplean por parte de los funcionarios públicos, para; así mismo, poder determinar cuáles han sido las dificultades y las barreras existentes en el desarrollo de las metodologías objeto de estudio.

## **7. Definición de variables**

Las variables están enfocadas en medir el estado real de ejecución de las dos metodologías objeto de estudio, en el cuerpo de conocimiento del PMI y la metodología BIM se evaluará el estado actual respecto a la aplicación de restricciones como el alcance, el tiempo, los costos, la calidad, el recurso y el riesgo, en los proyectos de obra pública. Lo anterior, a partir de gestiones

definidas por la guía PMBOK, como la gestión del alcance, integración, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados del proyecto.

*Ilustración 1 Correlación de las metodologías*



*Fuente: elaboración propia (2020)*

Lo anterior teniendo en cuenta la conexión implícita de las metodologías del PMI y BIM, de las gestiones y dimensiones. Además, se validará la noción que tienen los servidores públicos frente a los procesos de monitoreo y control de los proyectos, para así poder determinar qué herramientas les brinda la entidad para realizar dicha operación.

## 8. Definición conceptual

Con base en la definición de variables, se tiene en cuenta diferentes conceptos que respaldan las mismas y que son fundamentales para el desarrollo la investigación.

**Metodología:** es un grupo de procedimientos, lógicos, racionales los cuales se aplican para el cumplimiento de uno o varios objetivos.

**Project Management Institute (PMI):** es el cuerpo de conocimiento que brinda buenas prácticas para la ejecución de proyectos, con el fin de que su desarrollo sea de forma ordenada, y así cumplir los objetivos.

**Restricción de alcance:** hace referencia que las acciones que se realicen van enfocadas con la proyección a dónde quiere llegar o dónde debe llegar.

**Restricción de tiempo:** según el alcance se debe determinar, proyectar y/o ejecutar cualquier acción, pensando en el tiempo estimado inicial de lo que se desea controlar y/o estudiar con el fin de controlar las acciones a realizar en consecuencia.

**Aplicación y ejecución de restricciones como el costo:** lo proyectado, lo ejecutado y lo programado tendrá que ser medido bajo la aplicación de recursos, pues el análisis y control de la inversión es una de las metas establecidas en cualquier proyecto basados en equilibrio, ganancia y cero pérdidas.

**Restricción de calidad:** a pesar de que los objetivos son la meta, el cumplimiento se debe basar en realizar y llevar a cabo la ejecución de diferentes actividades dentro de los procesos, con un producto cumpliendo con la mayoría de las expectativas brindado siempre lo mejor de lo proyectado y ejecutado.

**Restricción de recursos:** es importante contar de cómo, para qué y por qué, de lo que se requiere para llevar a cabo el cumplimiento del alcance, pues las fuentes para poder ejecutar, o tener todo lo que se requiere para el cumplimiento del mismo.

**Restricción de riesgo:** en el desarrollo de cualquier actividad o proceso existen probabilidades de ganancia y/o pérdida, o que se presente algo inusual durante un tiempo determinado, bajo el intervalo de tiempo de alguna acción a realizar, pues siempre habrá incertidumbre de lo que pueda pasar, a esto le llamamos riesgo.

**Proyectos de obra pública:** son aquellos proyectos de infraestructura de construcción, de obra vertical como horizontal, con inversión de dinero y/o recursos del estado.

**Pliegos de condiciones:** es un documento emitido por entidades, la mayoría pública, expedido bajo un acto administrativo el en cual se establecen los parámetros a los que debe sujetarse todo aquel que desee participar en un determinado proceso de contratación con el estado.

**Metodología BIM:** se conoce como de la metodología modelado de información para la construcción, fundamentada en el trabajo colaborativo o en equipo cuyas siglas corresponden a la expresión “**Building Information Modeling**”(González, 2014).

**Servidor público:** es el talento humano que se encuentra vinculado a una entidad pública, mediante resolución o nombramiento u otras modalidades como el contrato de prestación de servicios.

**Supervisión:** es aquel funcionario público que verifica, revisa y realiza el análisis, seguimiento y control de los proyectos de obra pública, que son ejecutados con recursos públicos. Los supervisores son designados bajo los parámetros establecidos en las minutas y/o contratos derivados de un proceso licitatorio y/o otra modalidad de contratación.

*Ilustración 2 Dimensiones de la metodología BIM*



Fuente: <http://www.bimbarcelona.com/wp-content/uploads/2016/02/DIMENSIONES-BIM.png>

**Gestión del alcance:** referente al cuerpo de conocimiento del PMI, bajo el manual de buenas prácticas PMBOK, involucra los procesos y actividades necesarias para proveer y garantizar que, dentro de la puesta en marcha de un proyecto, se incluyan los procesos necesarios para llegar a cumplir con lo proyectado (PMBOK). Para la metodología BIM, se organizan en diferentes facetas los servicios y beneficios que brinda esta metodología, organizando las dimensiones, facetas y la conceptualización según el proyecto a realizar, determinando hasta dónde se quiere llegar y cómo hacerlo, bajo diferentes dimensiones. Respecto al alcance, este se evidencia en la dimensión 4D, llamado programación.

Por lo anterior, para la gestión del alcance para estas metodologías se desarrolla bajo los mismos principios de cómo cumplir bajo diferentes procesos teniendo en cuenta, de hasta dónde se quiere llegar y bajo qué parámetros se puede llegar a cumplir.

**Gestión de cronograma:** el cuerpo de conocimiento del PMI, constituye la programación del cumplimiento del producto a desarrollar mas no al cronograma de actividades del proyecto a desarrollar (PMBOK). Por otra parte, para BIM, hace referencia al cronograma del modelo y/o proyecto que se va construyendo en relación del tiempo.

En conclusión, la gestión del cronograma para estas dos metodologías hace referencia al desarrollo de actividades con relación al tiempo para la ejecución del producto y/o modelo a desarrollar mas no del proyecto en sí en todas sus facetas.

**Gestión costos:** el PMI, establece el valor total para la puesta en marcha y ejecución del producto que se desea en el proyecto, generando la planificación del mismo en cuanto a la estimación de costos, desarrollar el presupuesto y el control del mismo (PMBOK). Para BIM, se entiende que los costos son el valor que genera el desarrollo de la planificación en todas sus fases de implementación y ejecución del proyecto, teniendo como herramienta la estimación

comparativa en las diferentes propuestas de planificación del proyecto. Para esta gestión de costos, se desarrollan bajo la dimensión de 5D CONTROL DE COSTES.

Por tal razón, para estas metodologías, en cuanto a la gestión de costos, se vela por la planificación correcta de los valores presupuestados o inversiones y que se ejecuten de manera correcta sin sobrepasarlos, durante la ejecución y sus diferentes fases de diseño. (González, 2018)

**Gestión de calidad:** para al cuerpo de conocimiento del PMI, es uno de los estándares más altos en cuanto al seguimiento y control, ya que se determina la aplicación de procesos y procedimientos en cuanto a la planificación, lineamientos de control, para la ejecución y toma de decisiones durante la ejecución del proyecto, pues la evaluación de lo realizado y el balance final hace que esta metodología se lleve en su orden y en su desarrollo plasmada inicialmente (PMBOK).

Cabe resaltar, que dentro de los procedimientos y procesos a implementar, se busca siempre realizar las actividades con estándares de precisión y satisfacción que genere un excelente insumo a entregar.

Para BIM, se determina que, para la gestión de calidad, es una de las bases más importantes en la planificación y ejecución de proyectos, puesto que con la modelación y las diferentes dimensiones, podemos atraer un modelo modulado casi real, previendo todas las dificultades que se pueden presentar y obteniendo mejores estándares de calidad en sus diseños y posterior ejecución, determinando una construcción deseada y con los ámbitos de entrega a satisfacción para el cliente (Victore, 2017).

Por lo anterior, se puede inferir que cada una de las metodologías brinda ciertos parámetros de estándares de perfección y de mejora continua, pues al tener un proceso claro, herramientas tecnológicas bien aplicadas y la modernización de las mismas, permite desarrollar un producto y/o proyecto a satisfacción por el cliente.

**Gestión de recursos:** PMI, determina una serie de insumos para su planificación y proyección con implementación de dicha metodología, pues los suministros, materiales y equipos son necesarios. Sin embargo, es importante contar con las herramientas adecuadas, pues el personal humano con un conocimiento consolidado y que tenga en el mejor de los casos, una certificación en PMP, ya que de esta manera se cuenta con el insumo de conocimiento cuantitativo (PMBOK).

Para BIM, los recursos más importantes para su aplicación es el recurso humano, software y equipos tecnológicos. Es importante resaltar que, para la aplicación de esta metodología, se requiere del personal humano capacitado y especializado, pero no siempre este perfil se encuentra incorporado en una entidad pública. Por lo anterior, es importante y necesario su formación e incorporación al proyecto. (CASTAÑO, 2015)

Por otro lado, otro recurso importante y fundamental, es el software especializado, con equipos sofisticados que generen un buen desarrollo del programa y de esta manera poder realizar la implantación con los mejores estándares de calidad.

**Gestión de comunicaciones:** este criterio para PMI, se enfoca en las necesidades del componente del equipo y/o entidad en el sistema informático adecuado y acertado para las diferentes directrices y retroalimentación del proyecto el cual se encuentra en ejecución o planificación. Esta gestión garantiza el engranaje de todo el equipo y se deja establecidos los canales y procesos a proceso de inicio de los proyectos a desarrollar (PMBOK).

Por otro lado, para BIM, se establece una similitud a la metodología anterior, pues para canal de comunicaciones, se deberá establecer una metodología colaborativa y eficaz, por lo que se debe de generar una comunicación constante entre los participantes que desarrollan los diseños y la construcción bajo esta metodología, tanto en su planificación, como en la ejecución.

**Gestión de riesgos:** PMI, dentro de su cuerpo de conocimiento, establece una matriz e identificación de los posibles riesgos a los cuales se encuentran sujeto el proyecto a desarrollar.

Este se debe desarrollar desde la planificación para ejecutar la identificación, análisis y el control respectivo, pues en la cadena valor de cada uno de los procesos del proyecto, la identificación de estos hace que siempre se encuentre un plan organizacional para la prevención o puesta en marcha de su mitigación. Adicionalmente, las asignaciones de las entidades en cada uno de los riesgos identificados (PMBOK). Por otra parte, para metodología BIM, no se establece una matriz y/o la identificación de riesgos, debido a que el director debe establecer y/o asumir los diferentes riesgos e inconvenientes que se puedan surgir en la ejecución de un proyecto y generar las respectivas contingencias.

**Gestión de adquisiciones:** PMI, identifica las adquisiciones, como los más importante durante la planificación de un proyecto, ya que el director del proyecto tener un conocimiento y enfoque global de diferentes lineamientos como alcances, riesgos, cronograma y costos en relación con el enfoque del cumplimiento de los objetivos del proyecto (PMBOK).

BIM establece la importancia de todas sus herramientas para un buen desarrollo, pero este desarrollo depende del alcance, que como director y/o generador de un proyecto, quiera cumplir el alcance del proyecto.

Por lo anterior, es importante resaltar que dichas metodologías establecen que las herramientas de funcionamiento más el personal humano directivo son la base fundamental para el desarrollo del proyecto, pues al tener todos los insumos se garantiza un buen ejercicio las metodologías a seguir y/o aplicar. (Certificacionpm, 2020)

**Gestión de los interesados:** para el cuerpo del conocimiento del PMI, se identifican los clientes internos y externos que se involucran, ya se ha positiva o negativamente en la ejecución de un proyecto, se debe tener en cuenta la identificación de los interesados, la planificación de la gestión de los interesados, la participación de los interesados y el control de toda participación de los interesados. Lo anterior, conlleva a tener un control absoluto referente a todo aquel que se vea involucrado en la ejecución y puesta en marcha del proyecto (PMBOK).

Por otra parte, para la metodología BIM, se identifica el personal interesado que no intervienen directamente en el proceso, de modo que se pueda generar algún impacto en el resultado ya sea por beneficio o ser afectación del proyecto (Ocampo, 2015).

Es importante resaltar que estas metodologías involucran, independiente a su ejecución, a clientes externos más que internos, pues en la práctica y puesta en marcha de las mismas, se relacionan con algunas obligaciones de ley, debido a que cada proyecto deberá de ser socializado y tener documentación prevista para la revisión y control de cualquier personal externo del proyecto (González, 2018).

**Gestión de la integración:** para el sector público, en cuanto a recursos invertidos en proyectos de infraestructura, tiene por obligación el ordenador del gasto realizar y/o delegar la supervisión de esta clase de proyectos públicos, pues el objetivo general de un servidor público es velar por la buena gerencia e inversión de los recursos públicos, en cuanto a su ejecución en beneficio de la comunidad. Es por esto que las metodologías BIM Y PMI, se vuelven una herramienta o factor fundamental para poder dar cumplimiento al manual para la supervisión de proyectos públicos de infraestructura, pues ambas metodologías se enfocan en controlar el desarrollo de los proyectos en cuanto al alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos, pues con la aplicación de cada una de ellas se genera el éxito de un proyecto de infraestructura con base en estándares de calidad y la optimización de recursos y tiempos, cumpliendo de esta manera con los principios y valores de los servidores públicos (CertificaciónPMP, 2020).

**Variable demográfica:** Es importante conceptualizar que para poder desarrollar diferentes metodologías en este caso PMI y BIM se debe de tener un perfil mínimo o conjugado con una experiencia en proyectos de infraestructura, pues la importancia de las buenas prácticas ayuda a interactuar y desarrollar la importancia que tiene el ser humano en su aplicación, conocimiento y disciplina. Por lo anterior, desde un análisis demográfico, se hace referencia a comportamientos y sus conocimientos, basados en el ser y su esencia, por eso es importante identificar en los individuos de la población diferentes aspectos como nombre, ocupación, perfil

básico y/o profesional y conocimiento de algún tema en especial, debido a que es importante determinar el enfoque importante para el desarrollo específico de cualquier proyecto (Reist, 2011).

## 9. Definición operacional

El desarrollo de la metodología consistió en realizar un sondeo mediante entrevista, para conocer el panorama y la percepción que tienen los funcionarios públicos frente a los proyectos que se desarrollan o tienen a cargos en las diferentes entidades. Adicionalmente, se realizó la formulación de un cuestionario para validar la información obtenida con a juicio de expertos, para así poder desarrollar un cuestionario formal de respuesta de selección múltiple a funcionarios públicos que se encuentren en el rol de supervisores para el diseño y construcción de infraestructura pública.

Con la información recolectada, se determinará cuáles son las diferentes variables o aspectos que impiden que el monitoreo y control sea exitoso en las entidades públicas, de modo que se puedan optimizar los recursos y el tiempo.

## 10. Población y muestra

### 10.1. Población

La contratación estatal en Colombia se rige en la ley 80 de 1993, por la cual se expide el estatuto general de la contratación administrativa, con el fin definir las reglas y principios del desarrollo de los contratos de las diferentes entidades estatales, (entidades nacionales, regionales, departamentales, municipales, entidades descentralizadas, distritales, entidades especiales y demás que tengan que prever de recursos públicos). (Palacios, 2007)

Los proyectos en las entidades públicas se adjudican a través de distintas clases de contratación, ya sea por el manual de contratación, cabe resaltar lo anterior se hace en la

mayoría de las entidades descentralizadas, o por el portal único de contratación (SECOP I y SECOP II), el cual es una plataforma gubernamental para vigilar el buen desempeño y el correcto desarrollo de la contratación pública en el país.

Si bien es cierto que el proceso de contratación debe de estar bajo los parámetros establecidos por la ley, esto no garantiza que el proyecto a ejecutar se desarrolle bajo los estándares de calidad, responsabilidad y de buen manejo de tiempos y recursos, pues para esto se requiere de un seguimiento y control del desarrollo de la ejecución del mismo.

Para ello, dentro de las entidades estatales y/o públicas, se deberá contar con talento humano capacitado en diferentes ramas profesionales, los cuales actuarán como supervisores de los proyectos a ejecutar bajo los parámetros del contrato estatal.

Es por esto por lo que la mayoría de los contratos para proyectos de infraestructura, financiados con recursos públicos, requieren del cumplimiento a los lineamientos nacionales que rigen para la contratación estatal, tanto en su periodo de contratación como en la ejecución del mismo.

En Colombia, existen 4805 entidades públicas que contratan la ejecución de infraestructura a nivel nacional, las cuales son de orden municipal, metropolitano, departamental, distrital y nacional, aportando un sin número de proyectos que genera una infraestructura renovada en el país.

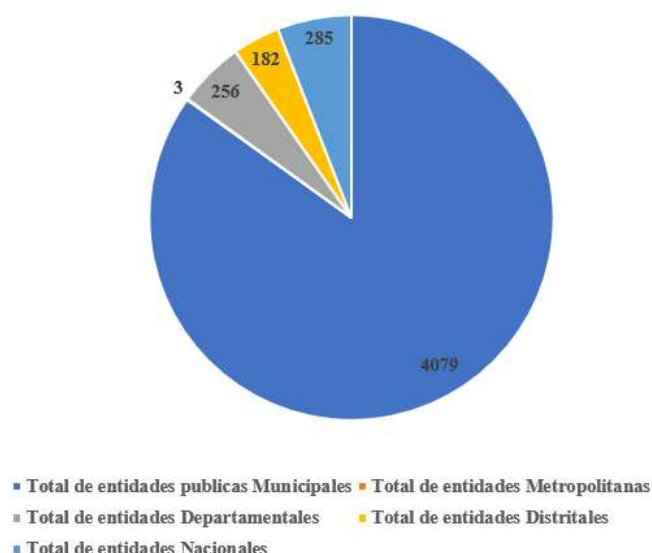
Ahora bien, numéricamente se cuenta 4079 entidades de carácter municipal, 3 de carácter metropolitana, 256 de carácter departamental, 182 de carácter distrital y 285 en entidades nacionales (PÚBLICA, 2020).

Tabla 1 Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Entidades públicas Municipales	4079
Entidades Metropolitanas	3
Entidades Departamentales	256
Entidades Distritales	182
Entidades Nacionales	285
<b>Total de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia</b>	<b>4805</b>

Ilustración 3 Clasificación de las entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia



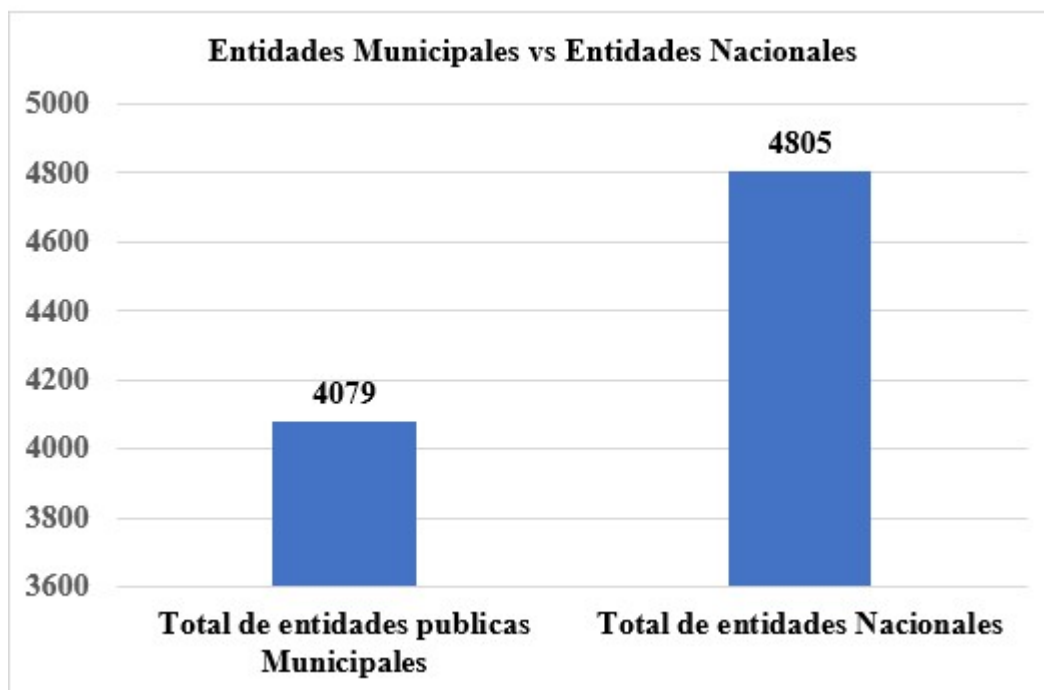
Fuente: elaboración propia (2020)

En la ilustración anterior se puede evidenciar la distribución nacional de las entidades públicas en el territorio nacional, realizando la sumatoria de cada entidad, da un total de 4805 entidades Nacionales en Colombia.

Tabla 2 Clasificación de entidades Municipales

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Total de entidades públicas Municipales	4079
<b>Total de entidades a nivel Nacional</b>	<b>4805</b>

Ilustración 4 Entidades Municipales vs Entidades Nacionales



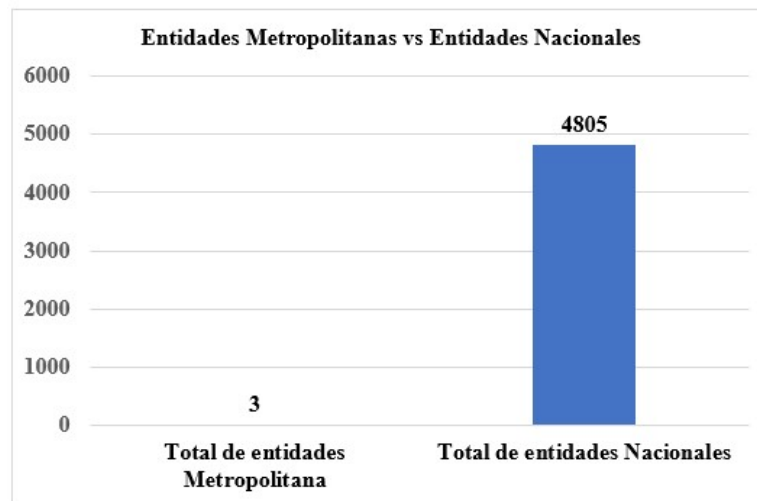
Fuente: elaboración propia (2020)

En la ilustración anterior, se realiza un paralelo de la cantidad de entidades Municipales vs la cantidad total de entidades Nacionales existentes en Colombia, en términos generales las entidades municipales representan un aproximado de 85% del total de entidades Nacionales existentes en el territorio.

Tabla 3 Clasificación de entidades Metropolitanas

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Total de entidades Metropolitanas	3
<b>Total de entidades a nivel Nacional</b>	<b>4805</b>

Ilustración 5 Entidades Metropolitanas Vs Entidades Nacionales



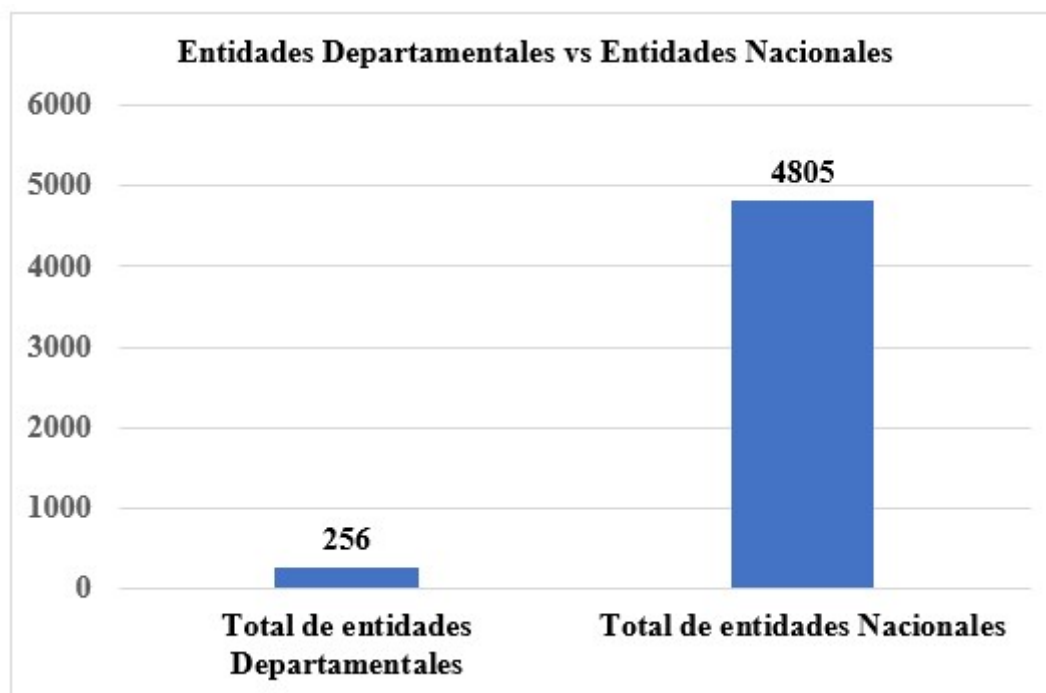
Fuente: elaboración propia (2020)

En la ilustración anterior, se evidencia que las entidades Metropolitanas a nivel Nacional son muy pocas frente al nivel total de entidades Nacionales existentes en el territorio

Tabla 4 Clasificación de las entidades Departamentales

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Total de entidades Departamentales	256
<b>Total de entidades a nivel Nacional</b>	<b>4805</b>

*Ilustración 6 Entidades Departamentales vs Entidades Nacionales*



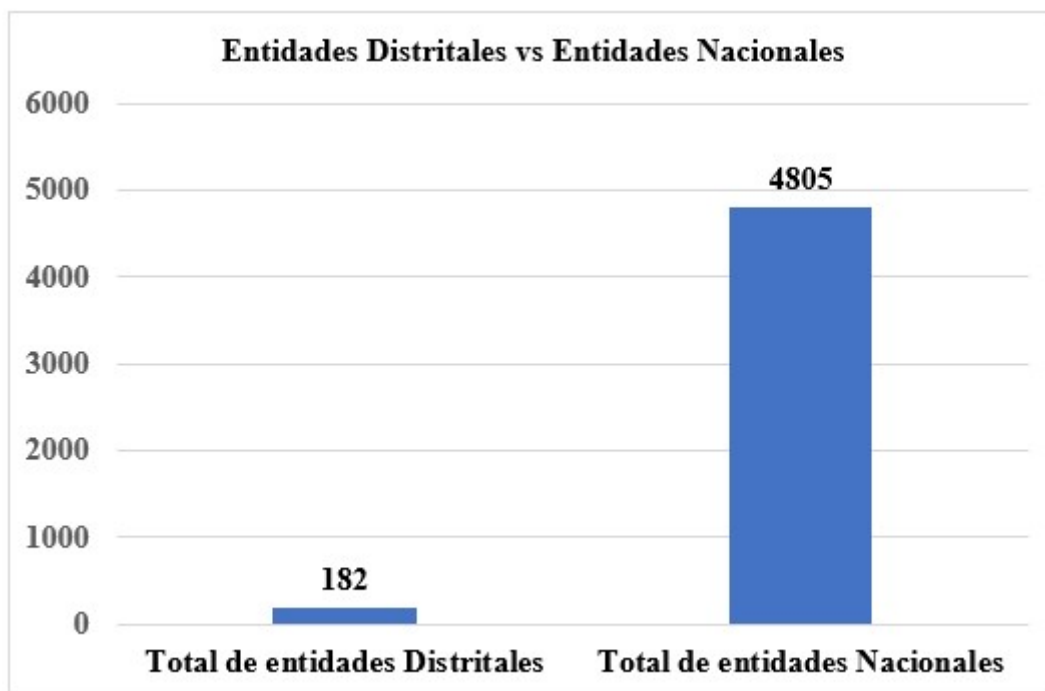
*Fuente: elaboración propia (2020)*

Se puede evidenciar que en el territorio nacional existen 256 entidades Departamentales distribuida en los 32 Departamentos, en términos generales las entidades Departamentales representan un 5% del total de entidades Nacionales existentes en el territorio

*Tabla 5 Clasificación de las entidades Distritales*

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Total de entidades Distritales	182
<b>Total de entidades a nivel Nacional</b>	<b>4805</b>

*Ilustración 7 Entidades Distritales vs Entidades Nacionales*



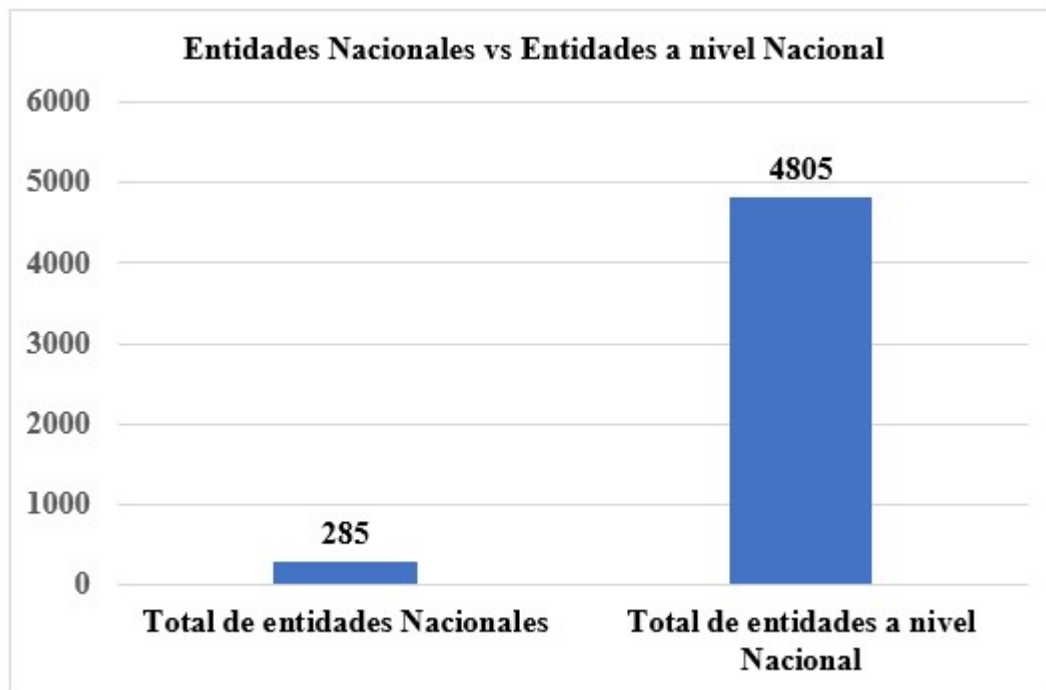
*Fuente: elaboración propia (2020)*

Se puede evidenciar que en el territorio nacional existen 182 entidades Distritales, en términos generales las entidades Distritales representan aproximadamente un 4% del total de entidades Nacionales existentes en el territorio.

*Tabla 6 clasificación entidades Nacionales*

Clasificación de entidades públicas y/o descentralizadas en Colombia	Cantidad
Total de entidades Nacionales	285
<b>Total de entidades a nivel Nacional</b>	<b>4805</b>

Ilustración 8 Entidades Nacionales vs Entidades a nivel Nacional



Fuente: elaboración propia (2020)

Se puede evidenciar que en el territorio nacional existen 285 entidades Nacionales, en términos generales estas representan aproximadamente un 6% del total de entidades Nacionales existentes en el territorio.

## 10.2. Definición de la muestra

Teniendo en cuenta que la Población objetivo es de 4085 entidades públicas, las cuales cuentan con el potencial de Implementación de BIM y PMI, se procede a hallar la muestra a la cual se realizará la encuesta con base en la metodología de Murray y Larry (2005), los cuales definen la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

En donde:

$n$  = Tamaño de la muestra poblacional

$N$  = El tamaño de la población

$\sigma$  = Desviación estándar de la población. Ya que se desconoce el dato se utilizará un valor constante que equivale a 0.5

$Z$  = Constante asignado de acuerdo con el nivel de confianza, que para el ejercicio será del 85% y se asignará la constante equivalente a 1.42

$E$  = Error (15%)

Entonces:

$$n = \frac{1.42^2 * 0.5^2 * 4805}{0.15^2 * (4805 - 1) + 1.42^2 * 0.5^2}$$

Operando determinamos que el tamaño de la muestra es igual a:

$$n = 23$$

Teniendo en cuenta que la encuesta se encuentra validada, es necesario realizarla a una muestra igual a 23 personas que pertenezcan al área de Infraestructura, para que el estudio tenga un nivel de confianza del 85% y error del 15%.

## 11. Hallazgos de la entrevista a expertos

Inicialmente se usó la entrevista como técnica de recolección de datos cualitativos, la cual se basó en un guion analizado previamente, que permitió extraer las posibles variables cualitativas, cuantitativas o mixtas, para formular el instrumento o encuesta y que al aplicarlas en una muestra no probabilística permita recolectar la información necesaria para cumplir con los objetivos de la investigación.

Con el fin de lograr los objetivos del uso de esta técnica, el grupo de investigación logró entrevistar a tres funcionarios públicos con experiencia en el manejo de proyectos de infraestructura: Ingeniera Civil y Administradora de Obras Civiles Patricia Elizabeth Prieto

Rivera, actualmente Secretaria de Infraestructura del Municipio de Sopó; Ingeniero Civil Oscar Alfonso Gómez Rodríguez, especialista en Gestión de Proyectos de Construcción, actualmente se desempeña en el cargo de Supervisor de Apoyo en la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Funza; Ingeniero Civil Mauricio Suárez Bohórquez especialista en Gerencia Integral de Proyectos Ingeniero, cargo actual: Jefe de Despacho de la Secretaría de Infraestructura de Funza.

Los entrevistados coinciden en la necesidad de que los funcionarios públicos que tengan a cargo proyectos de infraestructura deben tener conocimientos de la metodología PMBOK para adaptarlos al proyecto y engranar de forma eficiente los recursos y los involucrados en las diferentes etapas del proyecto de infraestructura.

Los tres funcionarios entrevistados conocen la metodología BIM, y dos de ellos han hecho uso de ella y concluyen que, con la exigencia e implementación de esta metodología desde el momento de la planeación del proyecto hasta el cierre, se puede lograr la optimización de recursos y disminuir márgenes de error al momento de calcular los recursos necesarios (presupuestales, tiempo, humanos) para la ejecución el proyecto.

Se evidencia que al interior de las entidades públicas no son claros los procesos para la solicitud de nuevas herramientas tecnológicas y que, en muchas ocasiones, cada funcionario público debe conseguir por su propia cuenta estas herramientas.

En la etapa de supervisión de los proyectos de infraestructura, en la cual se evalúa la ejecución del proyecto bajo los parámetros establecidos inicialmente, no existen metodologías que permitan hacer una revisión profunda a la ejecución del proyecto y a los informes de las interventorías, y que con la implementación de BIM, permitiría hacer una supervisión y control eficiente en esta etapa.

Enlace evidencia de los entrevistados:

[https://drive.google.com/drive/folders/1yHrdGojo\\_vniOVuHOBX\\_v7ChAIEmZJX6](https://drive.google.com/drive/folders/1yHrdGojo_vniOVuHOBX_v7ChAIEmZJX6)

## 12. Medición de variables

En la medición de variables se desarrollaron dos procesos de validación mediante las metodologías Face Validity y Content Validity, la metodología Face Validity consiste en determinar la importancia de las preguntas contenidas en la herramienta establecida, lo cual se determinó con las variables “muy importante, “Importante” y “no es importante”, esta encuesta se desarrolló con un grupo de 5 personas, seleccionado aleatoriamente de la muestra las cuales poseen conocimiento en la temática de estudio.

Adicionalmente, se desarrollaron dos cuestionarios, con el objetivo de desarrollar la metodología “Content validity”, para validar que tan pertinente es la información propuesta en el cuestionario a través de un juicio de expertos. Esta encuesta se desarrolló a un grupo de 3 expertos PMP y BIM.

### 12.1. Resultado del Content Validity

Se realizó la validación del cuestionario mediante la metodología “Content Validity”, con el fin de determinar la pertinencia frente a los objetivos de investigación y el valor que puede brindar a la investigación, este primer cuestionario fue contestado por un grupo de expertos técnicos PMP y BIM. El cuestionario constó de 9 preguntas, para lo anterior, se solicitó diligenciar el formulario y se obtuvo el siguiente resultado.

**Enlace Content Validity:** <https://forms.gle/sU92h5KnznYenuTJA>

*Tabla 7 Desarrollo análisis pregunta 1 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 1</b>	¿Conoce la metodología del PMI?
<b>Comentario</b>	La pregunta es pertinente pero está mal enfocada. El PMI no tiene una metodología, tiene un cuerpo de conocimiento adaptable al tamaño y tipo de proyecto que se maneje. Si fuese una metodología sería obligatorio el uso de los 49 procesos y de todas las herramientas.

*Tabla 8 Desarrollo análisis pregunta 2 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 2</b>	Califique de 0 a 100 su nivel de conocimiento en las metodologías propuesta por el PMI
<b>Comentario</b>	Estas autoevaluaciones no generan un resultado útil ya que son enteramente subjetivas. Insisto en el tema de que el PMI tiene un cuerpo de conocimiento, no una metodología.

*Tabla 9 Desarrollo análisis pregunta 3 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 3</b>	<b>En los procesos actuales de la entidad, considera usted que se aplican efectivamente las metodologías existentes del PMI en los proyectos públicos</b>
<b>Comentario</b>	El cuerpo de conocimiento del PMI se debe aplicar a proyectos, por lo que la pregunta se debe enfocar en los proyectos que ejecuta, o ejecutará la entidad pública.

*Tabla 10 Desarrollo análisis pregunta 4 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 4</b>	¿Dentro de los pliegos de condiciones de licitación pública o concursos de méritos de la entidad en la cual usted está vinculado, solicita que se haga la gerencia bajo las metodologías del PMI?
<b>Comentario</b>	Pregunta pertinente salvo el comentario de todas las preguntas respecto a que no es una metodología.

*Tabla 11 Desarrollo análisis pregunta 5 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 5</b>	Si su respuesta fue positiva, ¿Considera que la entidad realiza un control o verificación del cumplimiento de dicha solicitud? (no desde la perspectiva de la interventoría)"
<b>Comentario</b>	Pregunta muy pertinente.

*Tabla 12 Desarrollo análisis pregunta 6 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 6</b>	¿Usted cuenta con la certificación PMP?
<b>Comentario</b>	Pregunta pertinente al estudio siempre y cuando el análisis se enfoque bien y se relacione con las demás variables. Mi recomendación sobre esta pregunta es cruzar la cantidad de funcionarios certificados y si estos usan el cuerpo de conocimiento en sus entidades.

*Tabla 13 Desarrollo análisis pregunta 7 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 7</b>	Si su respuesta anterior fue positiva ¿Cuáles fueron los motivos por la cual decidió certificarse?
<b>Comentario</b>	Pregunta no pertinente en el estudio. La idea final del estudio es evaluar la "viabilidad de la aplicación de metodologías eficientes en materia de proyectos enfocado hacia el sector público" y si la persona se certificó por cualquiera que sea la razón no generará valor agregado al análisis.

*Tabla 14 Desarrollo análisis pregunta 8 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 8</b>	Si su respuesta anterior fue negativa ¿Cuáles han sido los motivos o el motivo por el cual no se ha certificado?
<b>Comentario</b>	Pregunta no pertinente en el estudio. La idea final del estudio es evaluar la "viabilidad de la aplicación de metodologías eficientes en materia de proyectos enfocado hacia el sector público" y si la persona se certificó por cualquiera que sea la razón no generará valor agregado al análisis.

*Tabla 15 Desarrollo análisis pregunta 9 con los comentarios del PMP*

<b>Pregunta 9</b>	Si la entidad le exigiera que usted debe estar certificado en PMP ¿usted estaría dispuesto a realizar esta inversión?
-------------------	---

<b>Comentario</b>	No veo la razón a esta pregunta. Si la entidad le exige que debe estar certificado, la respuesta es sí, ya que si no pierde el trabajo. Está mal direccionada. Ninguna de las preguntas indaga sobre las desviaciones en las restricciones de los proyectos (alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo).
-------------------	---

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas por los PMP, se evidenció que efectivamente muchas de las preguntas no obtuvieron validez. Por lo anterior, se hizo imperativo la reformulación de la herramienta, con el fin de poder darle más consistencia a los objetivos del ejercicio académico. Cabe resaltar, que se realizó un análisis para determinar qué tan valiosa era la pregunta para la investigación y el cumplimiento de los objetivos, cuyo proceso se realizó mediante una matriz de interés vs influencia, todo esto bajo los procesos de cada una de las metodologías objeto de estudio.

## 12.2. Segunda validación con el experto técnico (PMP)

De conformidad con los comentarios del PMP en la primera validación, se hicieron algunos ajustes a la herramienta objeto de estudio, además se reformularon y modificaron algunas de las preguntas, con la finalidad de darle más sustento al ejercicio académico. De acuerdo con lo anterior se hizo la segunda valoración mediante la metodología Content Validity y los resultados y/o comentarios del experto técnico fueron positivos, por lo cual se comenzó a realizar la aplicabilidad de la herramienta con nuestra población objeto de estudio.

**Enlace Content Validity 2:** <https://forms.gle/jjAdZYhuo2TAKsUMA>

## 12.3. Resultado del Face Validity

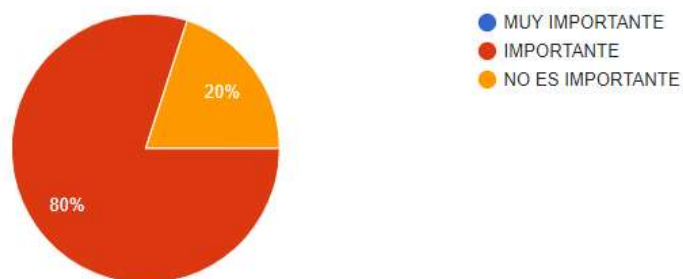
La validación de la encuesta “Face Validity”, se realiza con el fin de determinar la pertinencia y nivel de entendimiento por parte de un grupo aleatorio de cinco personas, perteneciente a la muestra escogida. para lo anterior, se solicitó diligenciar el formulario y se

obtuvieron los siguientes resultados a las 31 preguntas formuladas con base a las variables de estudio:

**Enlace Face Validity:** <https://forms.gle/UYZvwD7rKTdN5g6cA>

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Por favor indique su nombre completo.

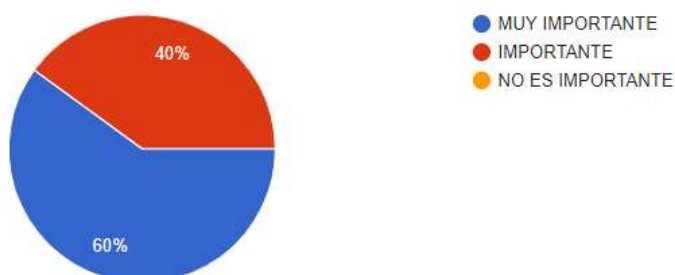
*Ilustración 9 Nivel de importancia de "Por favor indique su nombre completo"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Por favor indique en que entidad se encuentra vinculado

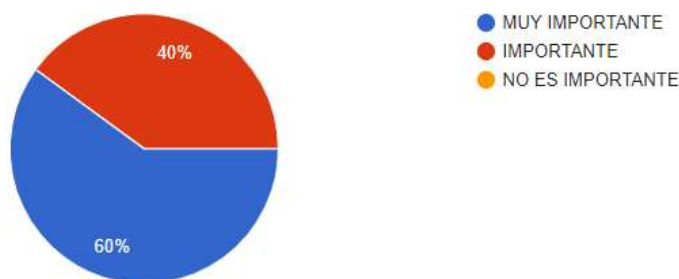
*Ilustración 10 Nivel de importancia de "Por favor indique en que entidad se encuentra vinculado"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Por favor indique la dependencia en la que se encuentra vinculado.

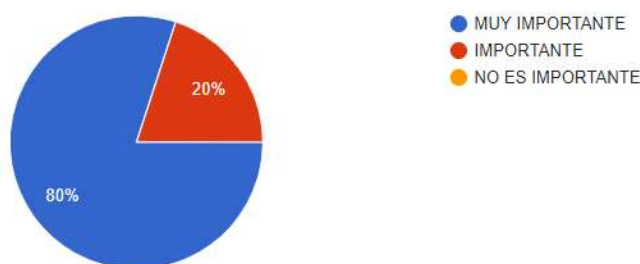
*Ilustración 11 Nivel de importancia de "Por favor indique la dependencia en la que se encuentra vinculado"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Por favor indique que cargo ocupa u ocupó en la entidad.

*Ilustración 12 Nivel de importancia de "Por favor indique que cargo ocupa u ocupó en la entidad"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Conoce la guía metodológica del PMI?

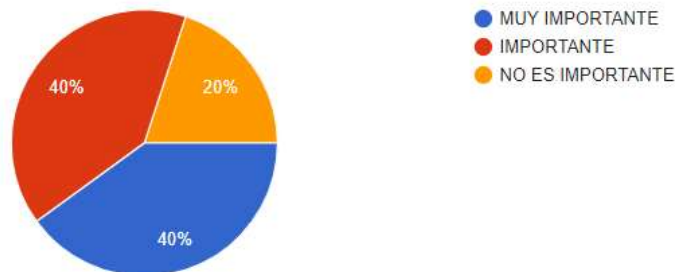
Ilustración 13 Nivel de importancia de "¿Conoce la guía metodológica del PMI?"



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Usted cuenta con la certificación PMP?

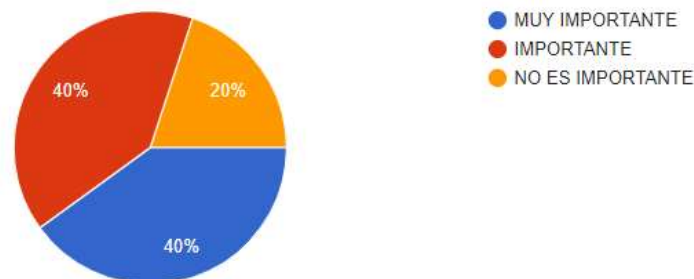
Ilustración 14 Nivel de importancia de "¿Usted cuenta con la certificación PMP?"



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Si su respuesta anterior fue positiva ¿Cuáles fueron los motivos por la cual decidió certificarse?

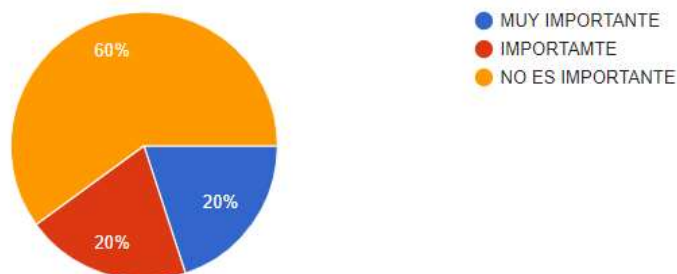
Ilustración 15 Nivel de importancia de "Si su respuesta anterior fue positiva ¿Cuáles fueron los motivos por la cual decidió certificarse?"



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Si su respuesta anterior fue negativa ¿Cuáles han sido los motivos o el motivo por el cual no se ha certificado?

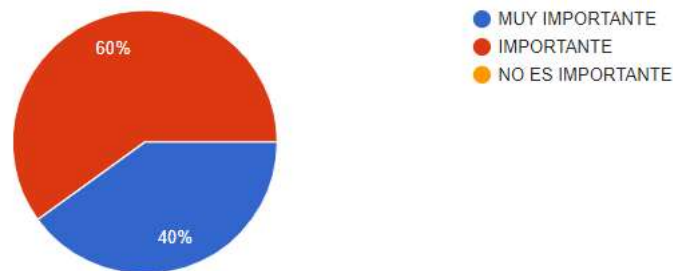
*Ilustración 16 Nivel de importancia de "Si su respuesta anterior fue negativa ¿Cuáles han sido los motivos o el motivo por el cual no se ha certificado?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Califique de 1 a 5 su nivel de conocimiento en las metodologías establecidas por el PMI

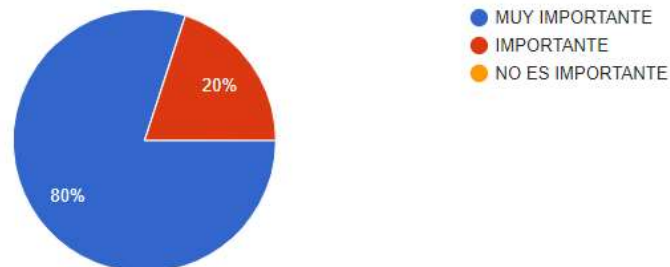
*Ilustración 17 Nivel de importancia de "Califique de 1 a 5 su nivel de conocimiento en las metodologías establecidas por el PMI"*



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Sabe que es la metodología BIM?

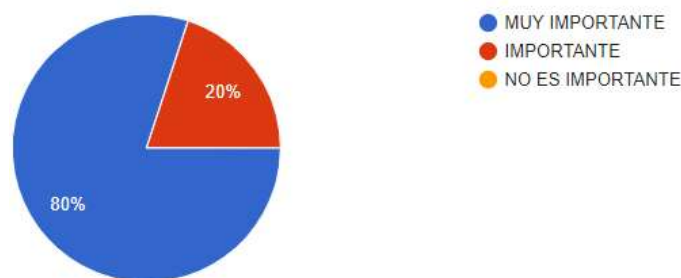
Ilustración 18 Nivel de importancia de "¿Sabe que es la metodología BIM?"



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿En alguno de sus proyectos ha utilizado o implementado las metodologías BIM?

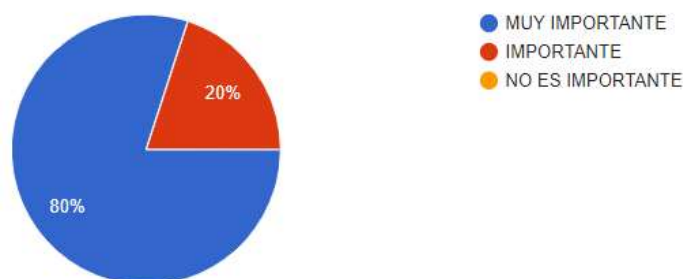
*Ilustración 19 Nivel de importancia de "¿En alguno de sus proyectos ha utilizado o implementado las metodologías BIM?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Dentro de los pliegos de condiciones de licitación pública o concursos de méritos de la entidad a la cual usted está vinculado, se solicita el contratista que en la dirección de proyectos implemente el cuerpo de conocimiento del PMI en los diseños y construcción de infraestructura pública?

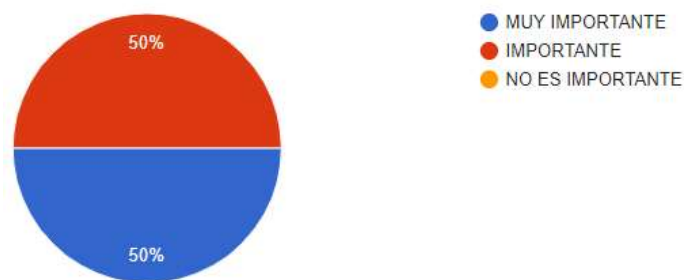
*Ilustración 20 Nivel de importancia de "¿Dentro de los pliegos de condiciones de licitación pública o concursos de méritos de la entidad a la cual usted está...de conocimiento del PMI en los diseños y construcción de infraestructura pública?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Si su respuesta fue positiva, ¿Considera que la entidad realiza un control o verificación del cumplimiento de dicha solicitud? (no desde la perspectiva de la interventoría)

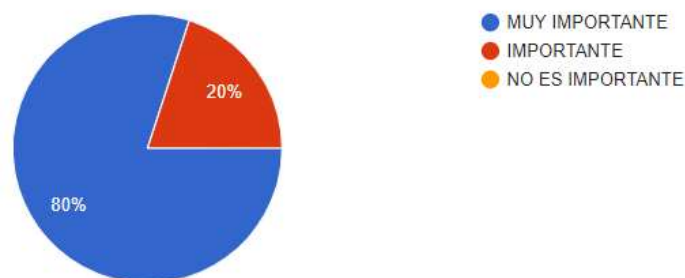
*Ilustración 21 Nivel de importancia de "Si su respuesta fue positiva, ¿Considera que la entidad realiza un control o verificación del cumplimiento de dicha solicitud? (no desde la perspectiva de la interventoría)"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Cree usted que los contratos de diseño y construcción de obra pública, presenta problemas de retrasos en tiempos de ejecución y de adiciones de recursos presupuestales?

*Ilustración 22 Nivel de importancia de "¿Cree usted que los contratos de diseño y construcción de obra pública, presenta problemas de retrasos en tiempos de ejecución y de adiciones de recursos presupuestales?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Cuál cree que es la razón por la cual se generan adiciones presupuestales a los contratos de obra pública?

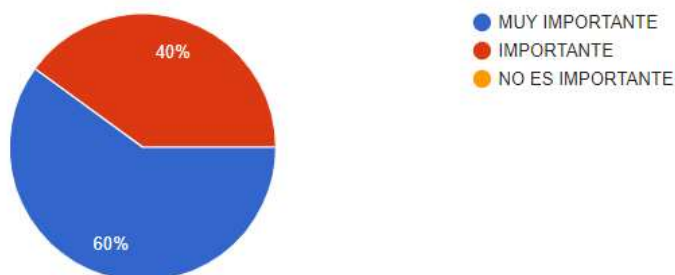
*Ilustración 23 Nivel de importancia de "¿Cuál cree que es la razón por la cual se generan adiciones presupuestales a los contratos de obra pública?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Para su vinculación a la entidad, dentro de su perfil profesional le solicitaron alguna de las siguientes competencias

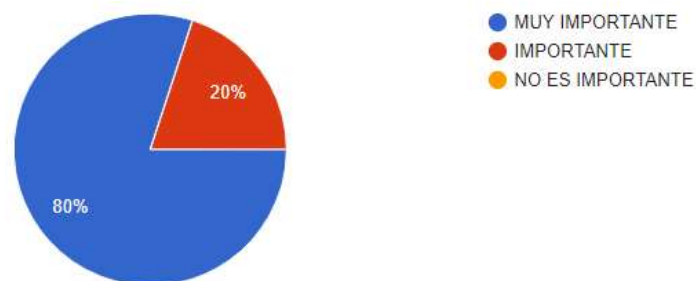
*Ilustración 24 Nivel de importancia de "Para su vinculación a la entidad, dentro de su perfil profesional le solicitaron alguna de las siguientes competencias"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿La entidad le ha brindado algún tipo de capacitación referente al control y supervisión de proyectos de infraestructura?

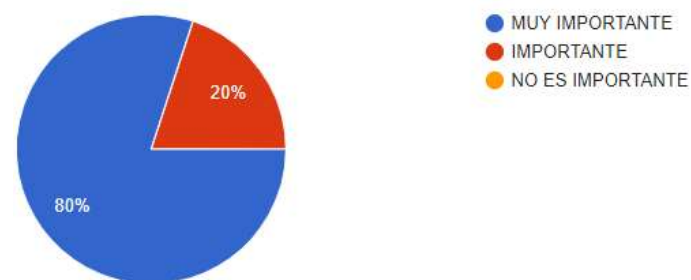
*Ilustración 25 Nivel de importancia de "¿La entidad le ha brindado algún tipo de capacitación referente al control y supervisión de proyectos de infraestructura?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Que herramientas le suministra la entidad para realizar la labor de supervisión y control en los contratos de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública

*Ilustración 26 Nivel de importancia de "Que herramientas le suministra la entidad para realizar la labor de supervisión y control en los contratos de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los procesos que realizan para abordar los riesgos?

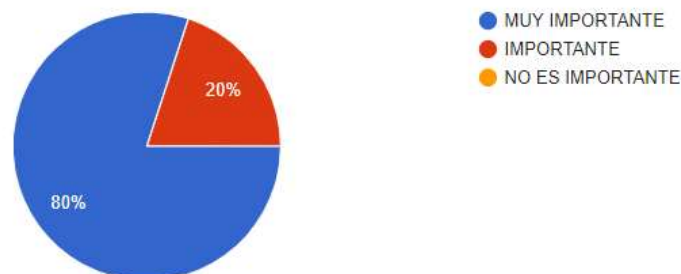
*Ilustración 27 Nivel de importancia de "¿Cuáles son los procesos que realizan para abordar los riesgos?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Cuáles cree que son los motivos por los cuales las entidades no invierten en la adquisición de licencias para softwares?

*Ilustración 28 Nivel de importancia de "¿Cuáles cree que son los motivos por los cuales las entidades no invierten en la adquisición de licencias para softwares?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Considera usted que se aplica las restricciones de Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos en el seguimiento y control de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública?

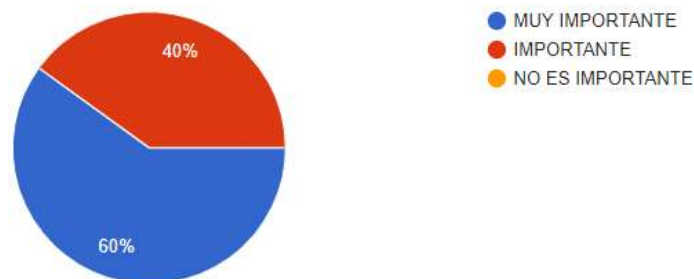
*Ilustración 29 Nivel de importancia de "¿Considera usted que se aplica las restricciones de Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos en el seguimiento y control de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Qué mecanismo se utiliza para desarrollar las políticas públicas en los proyectos diseño y construcción de infraestructura pública, para vincular al contratante, el contratista y la comunidad en general?

*Ilustración 30 Nivel de importancia de "¿Qué mecanismo se utiliza para desarrollar las políticas públicas en los proyectos diseño y construcción de infraestructura pública, para vincular al contratante, el contratista y la comunidad en general?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Piensa que es importante la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública en la entidad para la cual usted trabaja?

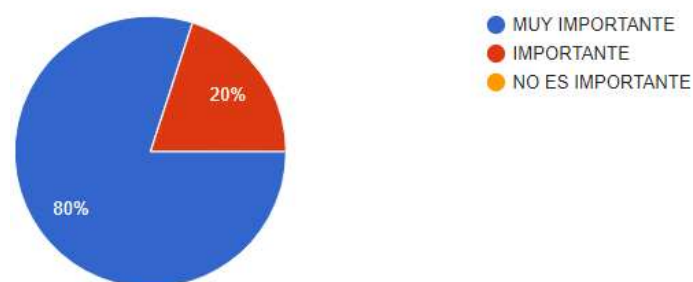
*Ilustración 31 Nivel de importancia de "¿Piensa que es importante la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública en la entidad para la cual usted trabaja?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Cree usted que un supervisor con perfil académico enfocado a la gerencia de proyectos ayudaría a minimizar los inconvenientes que se presentan en contratos públicos a nivel nacional en la gestión de los tiempos y gestión de los recursos?

*Ilustración 32 Nivel de importancia de "¿Cree usted que un supervisor con perfil académico enfocado a la gerencia de proyectos ayudaría a minimizar los inconvenientes que se presentan en contratos públicos a nivel nacional en la gestión de los tiempos y gestión de lo"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se podrá generar una optimización frente a los procesos de validación, revisión y aprobación de cantidades de obra, de modo que se evite las adiciones de contrato de obra ?

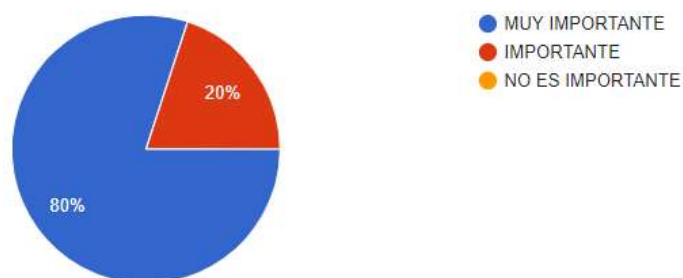
*Ilustración 33 Nivel de importancia de "Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública.....de modo que evite las adiciones de contrato de obra?"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se realizara supervisión y control más exhaustivo a los indicadores de calidad en el transcurso de la vida útil del proyecto?

*Ilustración 34 Nivel de importancia de "Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se realizara supervisión y control más exhaustivo a los indic"*

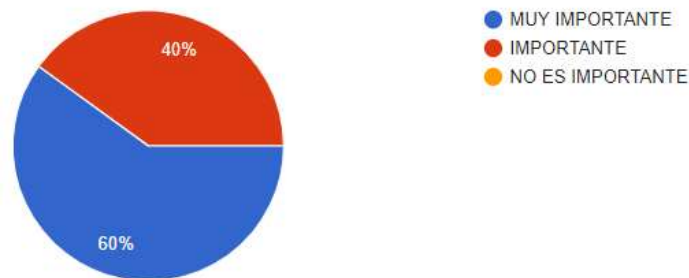


*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Si la entidad le brindara un plan completo de capacitaciones y adquisición e instalación de programas, le gustaría implementar el cuerpo del conocimiento del PMI Y BIM para la puesta en marcha de la supervisión de contratos con entidades públicas?

*Ilustración 35 Nivel de importancia de "¿Si la entidad le brindara un plan completo de capacitaciones y adquisición e instalación de programas, le gustaría implementar las"*

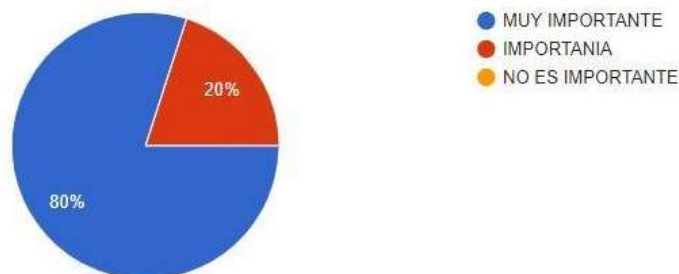
*metodologías PMI Y BIM para la puesta en marcha de la supervisión de contratos con entidades pú"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, generan una interacción más práctica y oportuna para realizar las entregas parciales y definitivas, además de los cortes y procesos de facturación?

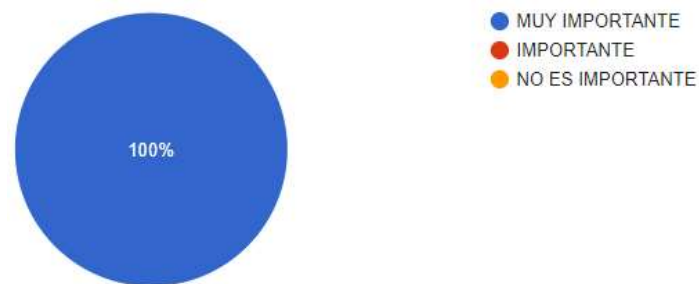
*Ilustración 36 Nivel de importancia de "Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, generan una interacción más práctica y oportuna para realizar las"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, facilitará el control y monitoreo de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto ?

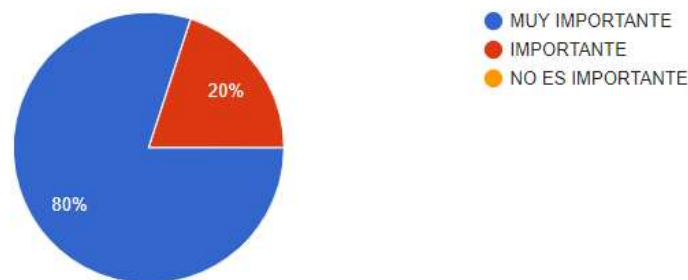
*Ilustración 37 Nivel de importancia de "Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, facilitará el control y monitoreo de los riesgos en el ciclo de vi"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Considera pertinente que se realice una vinculación a los interesados a través de la metodología BIM, desde la socialización del proyecto, con el fin de captar mayor interés, participación y de velar la adecuada inversión de los recursos públicos para los proyectos de infraestructura pública?

*Ilustración 38 Nivel de importancia de "¿Considera pertinente que se realice una vinculación a los interesados a través de la metodología BIM, desde la socialización del proyecto, con el fin de captar mayor interés, participación y de velar la adecuada inversión de lo"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

- Califique el nivel de importancia de la siguiente pregunta: ¿Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se cumpliría con las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos?

*Ilustración 39 Nivel de importancia de "¿Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se cumpliría con las restricciones de alcance, tiempo, costo, cal"*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede inferir que la gran mayoría de preguntas tienen un nivel de importancia alto para el ejercicio académico. Siendo así, se puede concluir que el formulario base de esta investigación se encuentra con una óptima dispersión y listo para ser aplicado a la muestra de la población objeto de estudio.

### 13. Resultados y análisis de la encuesta

#### 13.1. Aplicación de la encuesta

**Propósito:** La encuesta fue realizada con fines académicos, buscando estudiar y diagnosticar cual es la percepción que tienen los funcionarios públicos, frente a la implementación y utilización de las guías metodológicas del PMI y BIM en los contratos de diseño y construcción de infraestructura pública en Colombia.

**Fecha de aplicación:** 11 de mayo de 2020 al 20 de mayo de 2020

**Técnica de recolección:** Formulario de 28 preguntas cerradas de selección múltiple, respondidas por modalidad virtual.

**Muestra:** 20 personas que se encuentre vinculados al sector público

#### 13.2. Análisis de los resultados de la encuesta

**Pregunta 1:** Por favor indique su nombre completo

##### Interpretación

Esta pregunta lo que nos brinda es un conocimiento demográfica y una primera relación con los encuestados, además de que brinda una protocolización y seriedad a la investigación.

**Pregunta 2:** Por favor indique en qué entidad se encuentra vinculado

##### Tabulación

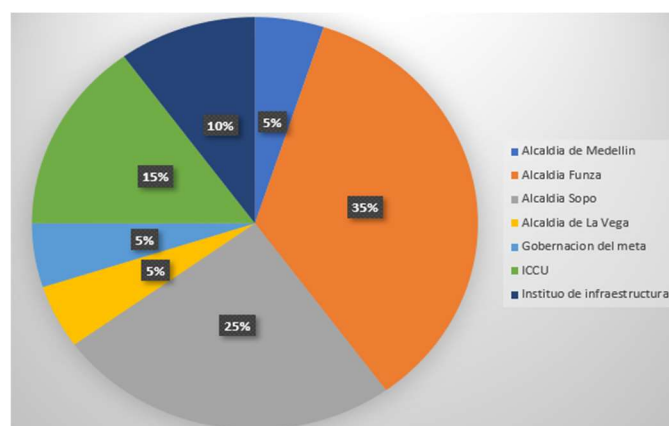
Tabla 16 Tabulación y análisis pregunta N°2

Opciones	Cantidad	%
Alcaldía de Medellín	1	5
Alcaldía de Funza	7	35
Alcaldía de Sopó	5	25
Alcaldía de la vega	1	5

Gobernación del meta	1	5
ICCU	3	15
Instituto de infraestructura	2	10
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Gráfica**

*Ilustración 40 Distribución de la participación de los entrevistados*



*Fuente: elaboración propia (2020)*

**Pregunta 3:** Por favor indique la dependencia en la que se encuentra vinculado.

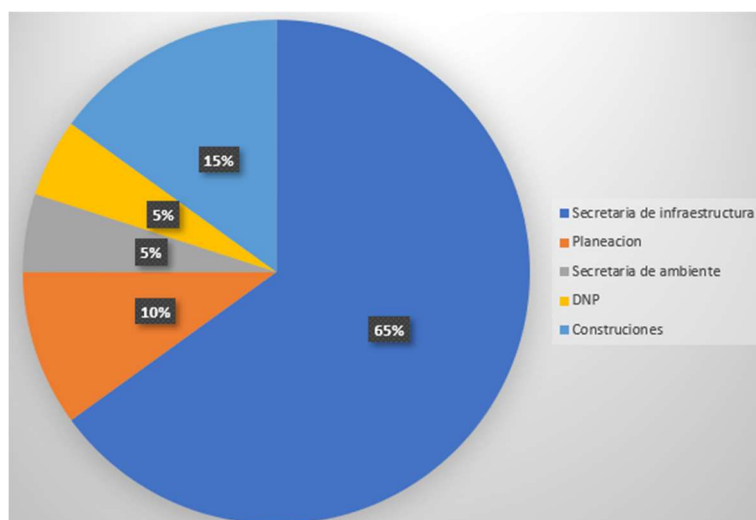
**Tabulación**

*Tabla 17 Tabulación y análisis de la pregunta N°3*

Opciones	Cantidad	%
Secretaría de Infraestructura	13	65
Planeación	2	10
Secretaría del Ambiente	1	5
DNP	1	5
Construcciones	3	15
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Gráfica**

Ilustración 41 Distribución de la participación de los encuestados en dependencias administrativas y operacionales



Fuente: elaboración propia (2020)

**Pregunta 4:** Por favor indique qué cargo ocupa u ocupó en la entidad.

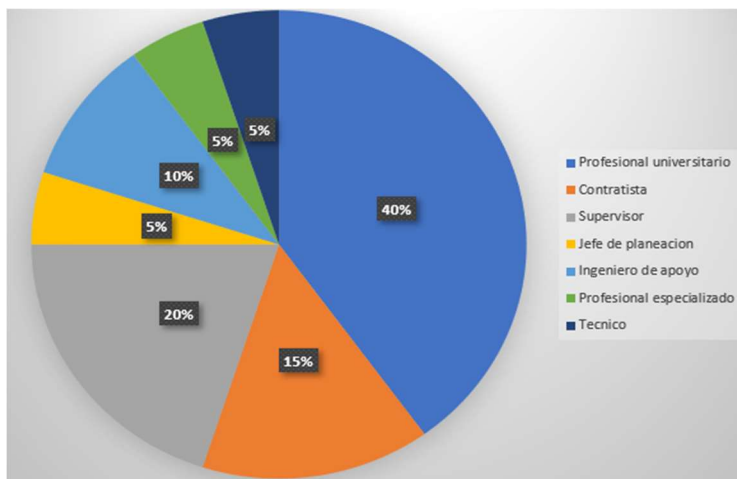
### Tabulación

Tabla 18 Tabulación y análisis de la pregunta N°4

Opciones	Cantidad	%
Profesional Universitario	8	40
Contratista	3	15
Supervisor	4	20
Jefe de planeación	1	5
Ingeniero de apoyo	2	10
Profesional especializado	1	5
Técnico	1	5
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

### Gráfica

Ilustración 42 Distribución de la participación de los encuestados en cargo ocupado en la entidad



Fuente: elaboración propia (2020)

**Segunda Sección: Análisis de conocimiento técnico de las metodologías y distinciones**

**Pregunta 5:** ¿Conoce la guía metodológica del PMI?

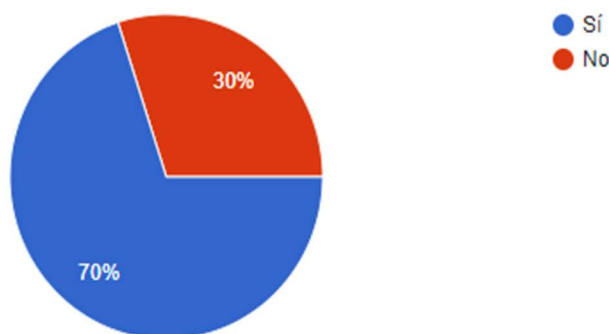
**Tabulación**

Tabla 19 Tabulación y análisis de la pregunta N°5

Opciones	Cantidad	%
Si	14	70
No	6	30
<b>TOTALES</b>	20	100%

**Gráfica**

Ilustración 43 Pregunta 5



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

## Interpretación

De acuerdo con la respuesta dada por la muestra encuestada, se infiere que el 70% de los funcionarios públicos del área de infraestructura conoce el cuerpo del conocimiento del PMI. Es decir que, para el objeto de la investigación significa que en su mayoría podría involucrarse en la gerencia de los proyectos de la entidad.

**Pregunta 6:** ¿En alguno de sus proyectos ha utilizado o implementado el cuerpo de conocimiento PMI?

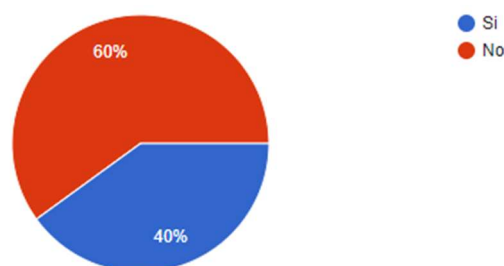
## Tabulación

*Tabla 20 Tabulación y análisis de la pregunta N°6*

Opciones	Cantidad	%
Si	12	60
No	8	40
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

*Ilustración 44 Pregunta 6*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, y con un nivel de confianza del 85%, sólo el 60% de los funcionarios públicos han involucrado directamente el cuerpo del conocimiento del PMI en algún proyecto. Lo anterior infiere en que es necesario realizar pruebas piloto con la implementación del cuerpo del conocimiento del PMI en proyectos de infraestructura, además de capacitar a su personal, de modo que los funcionarios fortalezcan su conocimiento y por ende se optimice la labor de supervisión y control de los proyectos, respecto a la triple restricción extendida.

**Pregunta 7:** ¿Usted cuenta con la certificación PMP?

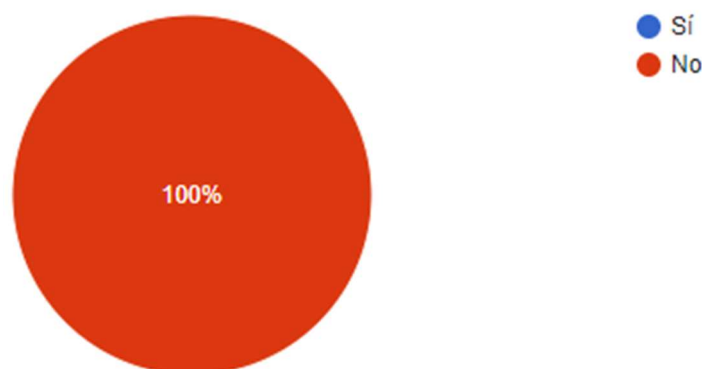
## Tabulación

Tabla 21 Tabulación y análisis de la pregunta N°7

Opciones	Cantidad	%
Sí	0	0
No	20	100
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 45 Pregunta 7



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, con un error del 15 %, se infiere que el 0% de los funcionarios públicos en el área de planeación e infraestructura se encuentra certificado ante el PMI. Por lo anterior, se encuentra una barrera para realizar una óptima y completa implementación del cuerpo del conocimiento del PMI, por lo que surge la necesidad de que en cada una de las entidades haya un gerente de proyectos con certificación PMI, de modo que se implemente de manera adecuada y genere los resultados esperados.

**Pregunta 7.1:** Si su respuesta anterior fue positiva ¿Cuáles fueron los motivos por la cual decidió certificarse? (Puedes seleccionar más de una respuesta )

### Tabulación

*Tabla 22 Tabulación y análisis de la pregunta N.º 7.1*

Opciones	Cantidad	%
Mayores ingresos	0	0
Proyección profesional	0	0
Requisitos para participar en proyectos	0	0
Otras	0	0
<b>TOTALES</b>	0	0

### Interpretación

Teniendo que la pregunta anterior no tuvo respuestas positivas, no se obtienen respuestas para la presente pregunta.

**Pregunta 7.2:** Si su respuesta anterior fue negativa ¿Cuáles han sido los motivos o el motivo por el cual no se ha certificado?

### Tabulación

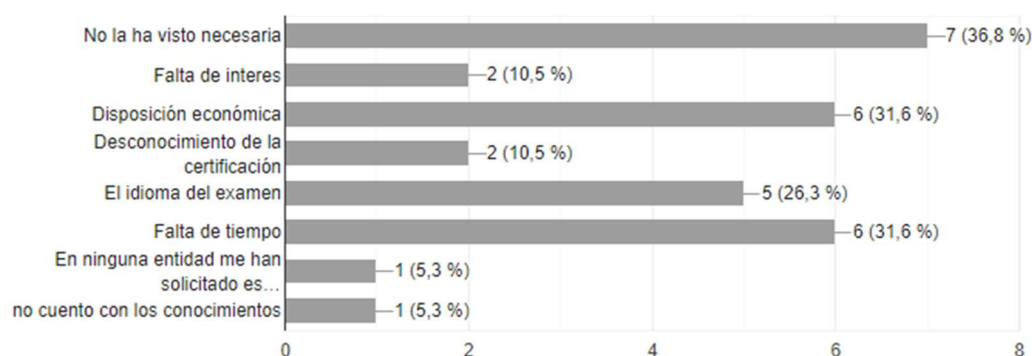
*Tabla 23 Tabulación y análisis de la pregunta N.º 7.2*

Opciones	Cantidad	% del total entrevistados	% del total de respuestas
No la ha visto necesario	7	36.8	23
Falta de interés	2	10.5	7
Disposición económica	6	31.6	20
Desconocimiento de la certificación	2	10.5	7
El idioma del examen	5	26.3	17

Falta de tiempo	6	31.6	20
Otra	2	10.6	7
<b>TOTALES</b>	<b>30</b>		<b>100%</b>

## Gráfica

Ilustración 46 Pregunta 7.2



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la muestra, se infiere con un nivel de confianza del 85%, que un 36,8% no se ha certificado como PMP, a pesar de que su labor sea participar en proyectos en el día a día, porque no lo ha visto necesario. Cabe resaltar, que la mayoría las entidades públicas no reconocen salarialmente dicha formación, razón probable por la cual los funcionarios no han visto necesario hacerlo.

Por otra parte, con una igualdad del 31,6% está la disposición económica y la falta de tiempo para certificarse, seguidas con un 26,3% la restricción respecto al idioma del examen, teniendo en cuenta que es en idioma inglés.

**Pregunta 8:** Califique de 1 a 5 su nivel de conocimiento en las metodologías establecidas por el PMI

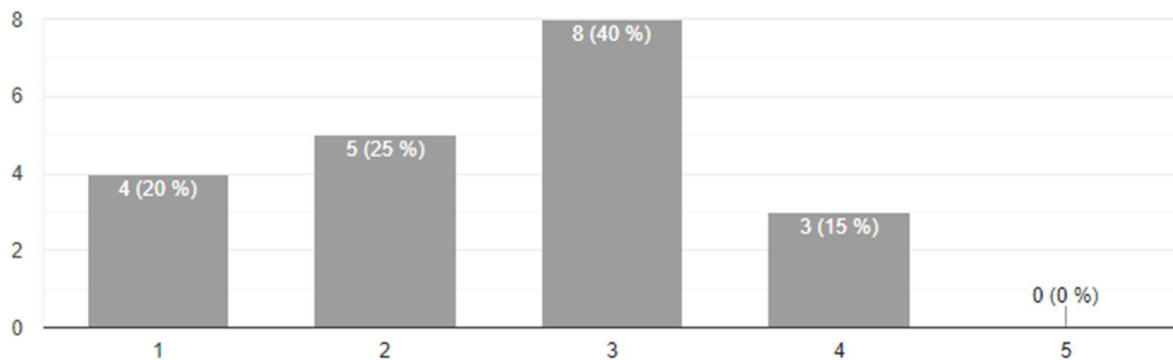
## Tabulación

Tabla 24 Tabulación y análisis de la pregunta N.º 8

Opciones	Cantidad	%
1	4	20
2	5	25
3	8	40
4	3	15
5	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 47 Pregunta 8



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con las respuestas de la muestra encuestada, se infiere que con un error del 15%, sólo el 15% de los encuestados se autoevalúa en un nivel máximo de 4 sobre 5, y un 40% en un nivel intermedio de 3. Por lo anterior se puede concluir que el nivel de conocimiento del cuerpo del PMI de los servidores públicos del área de infraestructura es intermedio y es probable que algunos de lo que se auto califican en nivel dos estén subvalorando su conocimiento.

**Pregunta 9:** ¿Sabe que es la metodología BIM?

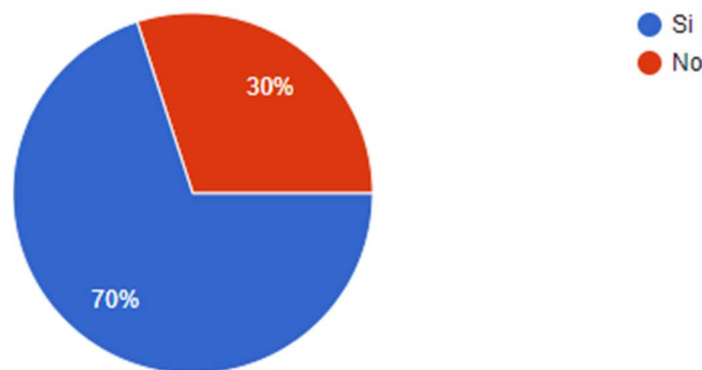
## Tabulación

Tabla 25 Tabulación y análisis de la pregunta N.º9

Opciones	Cantidad	%
Si	14	70
No	6	30
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 48 Pregunta 9



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con las respuestas dadas por los encuestados, con un nivel de significancia del 15%, el 70% conoce la metodología BIM sea práctica o teóricamente, por lo que en caso de implementación en los proyectos de infraestructura de la entidad, estos tendrían una noción más amplia y así mismo se podrían plantear los objetivos a corto plazo.

**Pregunta 10:** ¿En alguno de sus proyectos ha utilizado o implementado las metodologías BIM?

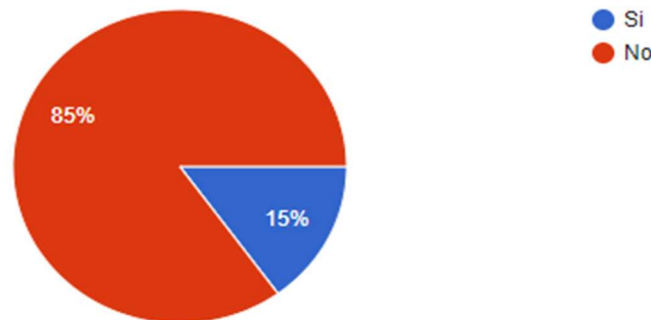
## Tabulación

Tabla 26 Tabulación y análisis de la pregunta N.º10

Opciones	Cantidad	%
Si	3	15
No	17	85
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 49 Pregunta 10



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la información suministrada por la muestra encuestada, el 85% del personal profesional del área de infraestructura de las entidades públicas del país, no han implementado las metodologías BIM en sus proyectos. Lo anterior, concuerda con el estado del arte de la presente investigación y con la información audiovisual obtenida y por ende es importante que dentro de los planes de calidad de cada una de las dependencias, la implementación de las metodologías BIM sea uno de los objetivos.

## Tercera Sección: Indagación del contexto actual de la ejecución de monitoreo y control

**Pregunta 11:** ¿Dentro de los pliegos de condiciones de licitación pública o concursos de méritos de la entidad a la cual usted está vinculado, se solicita al contratista que en la dirección

de proyectos implemente el cuerpo de conocimiento del PMI en los diseños y construcción de infraestructura pública?

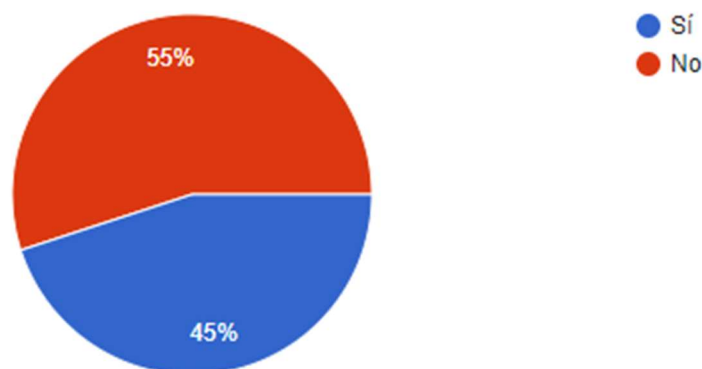
## Tabulación

Tabla 27 Tabulación y análisis de la pregunta N.º11

Opciones	Cantidad	%
Si	9	45
No	11	55
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 50 Pregunta 11



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la información obtenida a partir de la encuesta, se infiere con un nivel de confianza del 85% que aproximadamente la mitad de las entidades públicas solicitan dentro de los pliegos licitatorios la participación de un profesional PMP en los proyectos de infraestructura, ya sea de diseño o construcción. Por lo anterior, es importante destacar que este tipo de variables dentro de un proyecto contribuye a que se lleve a cabo la triple restricción extendida y por ende se infiere que esta puede ser una de las causas por las cuales no se realiza

un adecuado manejo de los recursos públicos en los proyectos de infraestructura, no hay un adecuado control.

**Pregunta 11.1:** Si su respuesta fue positiva, ¿Considera que la entidad realiza un control o verificación del cumplimiento de dicha solicitud? (no desde la perspectiva de la interventoría)

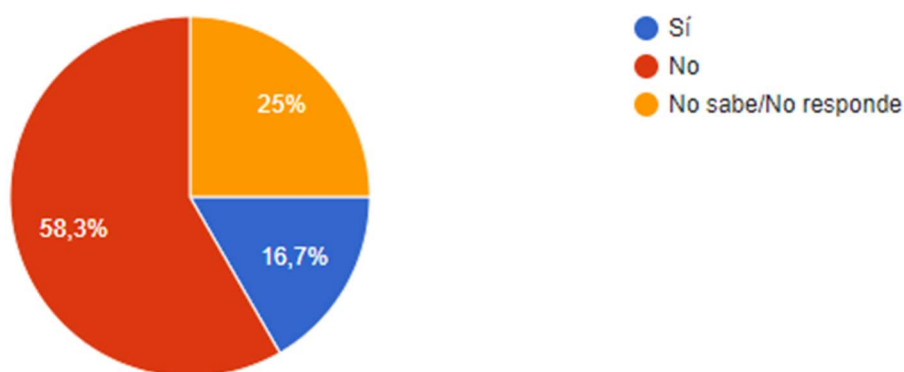
## Tabulación

Tabla 28 Tabulación y análisis de la pregunta N.º11.1

Opciones	Cantidad	%
Si	2	16.7
No	7	58.3
No sabe/No responde	3	25
<b>TOTALES</b>	12	100

## Gráfica

Ilustración 51 Pregunta 11.1



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un nivel de significancia del 15%, se infiere que solo un 16.7% de las entidades públicas realizan un adecuado control de los entregables, respecto a la gerencia de proyectos, lo que evidencia que se ponen en riesgo los recursos públicos, ya que debido a esto a pesar de que se

realicen los requerimientos a los contratistas, en la mayoría de los casos la interventoría no revisa que se cumplan adecuadamente los entregables, porque de acuerdo con los pagos del contratista se realizan los pagos a la interventoría y por esta razón se pasan por alto.

**Pregunta 12:** ¿Cree usted que los contratos de diseño y construcción de obra pública presentan problemas de retrasos en tiempos de ejecución y de adiciones de recursos presupuestales?

### Tabulación

Tabla 29 Tabulación y análisis de la pregunta N.º12

Opciones	Cantidad	%
Si	20	100
No	0	0
<b>TOTALES</b>	20	100

### Gráfica

Ilustración 52 Pregunta 12



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

### Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, un 100% de los contratos de diseño o construcción de infraestructura suscritos con entidades públicas presentan retrasos en tiempo y adiciones

presupuestales, lo que evidencia que implícitamente no se realiza un control gerencial desde la planificación o diseño del proyecto, por lo cual no se cumple con la triple restricción extendida de Tiempo, Costo, alcance, etc.

**Pregunta 13:** ¿Cuál cree que es la razón por la cual se generan adiciones presupuestales a los contratos de obra pública? (Puedes seleccionar más de una respuesta )

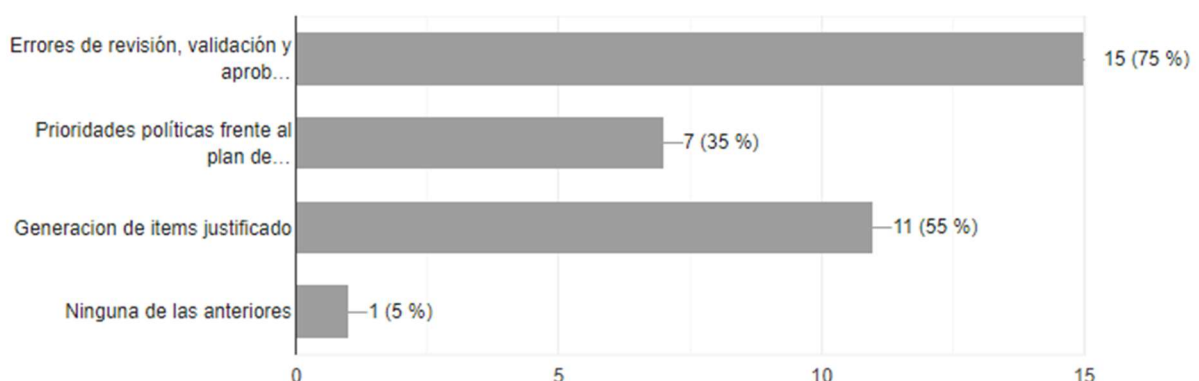
## Tabulación

Tabla 30 Tabulación y análisis de la pregunta N.º13

Opciones	Cantidad	% del total de entrevistados	% del total de las respuestas
Errores de revisión, validación y aprobación de la cuantificación de cantidades a los diseños de obra	15	75	44
Prioridades políticas frente al plan de desarrollo de la administración de turno	7	35	21
Generación de ítems justificados	11	55	32
Ninguna de las anteriores	1	5	3
<b>TOTALES</b>	<b>34</b>		<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 53 Pregunta 13



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un nivel de confianza del 85%, se infiere que el 75% de los contratos de infraestructura pública son propensos de adiciones por errores de revisión, validación y aprobación de la cuantificación de cantidades a los diseños de obra. Lo anterior, es una variable importante para establecer el uso de metodologías BIM dentro de los proyectos de Construcción de infraestructura pública, lo cual mitigaría la mala planeación de los mismos y por ende las adiciones presupuestales y el mal uso de los recursos.

**Pregunta 14:** Para su vinculación a la entidad, dentro de su perfil profesional le solicitaron algunas de las siguientes competencias (Puedes seleccionar más de una respuesta )

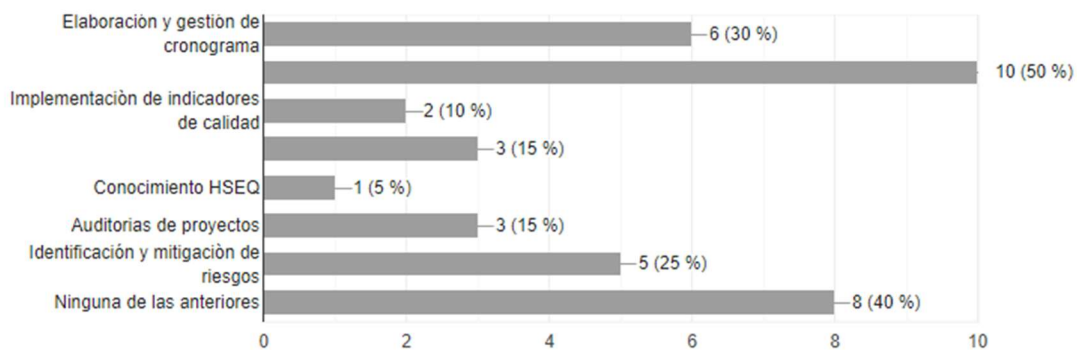
## Tabulación

*Tabla 31 Tabulación y análisis de la pregunta N.º14*

Opciones	Cantidad	% del total de entrevistados	% del total de respuestas
Elaboración y gestión de cronograma	6	30	16
Formulación y evaluación de proyectos	10	50	26
Implementación de indicadores de calidad	2	10	5
Control de caja menor y selección de proveedores	3	15	8
Conocimiento de HSEQ	1	5	3
Auditoría de proyectos	3	15	8
Identificación y mitigación de riesgos	5	25	13
Ninguna de las anteriores	8	40	21
<b>TOTALES</b>	<b>38</b>		<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 54 Pregunta 14



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo a la muestra encuestada, se infiere con una significancia del 15%, que sólo al 21% de los funcionarios del área de infraestructura pública se les solicitó experiencia en la formulación y evaluación de proyectos y a una segunda mayoría no se les requirió experiencia en los aspectos preguntados. Lo anterior infiere que la mayoría de los funcionarios no cuentan con la capacidad plena de ejecutar la supervisión de los proyectos, en busca del cumplimiento de la triple restricción extendida.

En consecuencia, es pertinente que la entidad genere estándares de medición y aceptación del personal, de modo que se eleven las competencias y por ende se lleva a cabo una adecuada formulación y control de ejecución de los proyectos de infraestructura pública.

**Pregunta 15:** ¿La entidad le ha brindado algún tipo de capacitación referente al control y supervisión de proyectos de infraestructura?

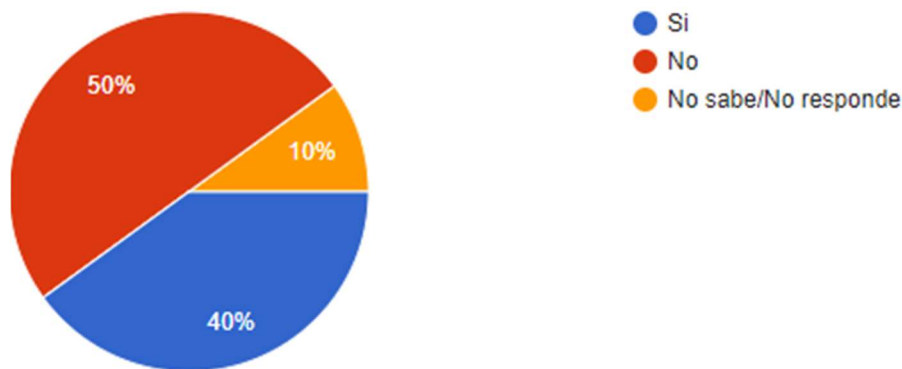
## Tabulación

Tabla 32 Tabulación y análisis de la pregunta N.º15

Opciones	Cantidad	%
Si	8	40
No	10	50
No sabe/No responde	2	10
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 55 Pregunta 15



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un nivel de confianza del 85%, se infiere sólo un 40% de los funcionarios públicos del área de infraestructura se han capacitado para realizar la supervisión del proyectos de infraestructura pública, lo que significa que la mayoría no se encuentran capacitados para dicha tarea y consecuencia se atribuye la responsabilidad de que no haya un cumplimiento certero sobre lo planeado en tiempo, alcance y costos.

En consecuencia, se enaltece la importancia de que se realicen y se dispongan recursos para capacitación del personal de supervisión, de modo que se pueda garantizar la adecuada inversión de los recursos públicos desde la fase de planeación de los proyectos.

**Pregunta 16:** Qué herramientas le suministra la entidad para realizar la labor de supervisión y control en los contratos de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública (Puedes seleccionar más de una respuesta )

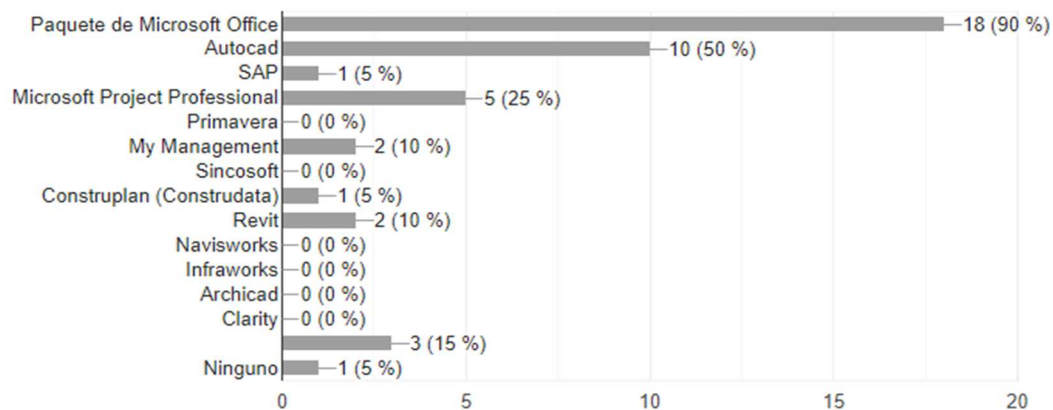
### Tabulación

Tabla 33 Tabulación y análisis de la pregunta N.º16

Opciones	Cantidad	% del total de entrevistados	% total de las respuestas
Paquete de Microsoft Office	18	90	42
AutoCAD	10	50	23
SAP	1	5	2
Microsoft Project Professional	5	25	12
Primavera	0	0	0
My management	2	10	5
Sincosoft	0	0	0
Construplan (Construdata)	1	5	2
Revit	2	10	5
Navisworks	0	0	0
Infracworks	0	0	0
ArchiCAD	0	0	0
Clarity	0	0	0
Herramientas complementarias para metodologías ágiles	3	15	7
Otras	1	5	1
<b>TOTALES</b>	<b>43</b>		<b>100</b>

### Gráfica

Ilustración 56 Pregunta 16



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

### Interpretación

De acuerdo con las muestra encuestada y concordancia con la evaluación realizada, a través de las herramientas de la metodología de primer nivel de la presente investigación, un 65% de las entidades públicas en el área de infraestructura, solo brindan softwares como Microsoft Office y AutoCAD. Lo anterior infiere que se realiza la supervisión de manera tradicional y por ende no se genera un eficacia al control de la triple restricción extendida, lo que lleva a una ineficiencia de la adecuada inversión de los recursos.

**Pregunta 17:** ¿Cuáles son los procesos que realizan para abordar los riesgos? (Puedes seleccionar más de una respuesta )

### Tabulación

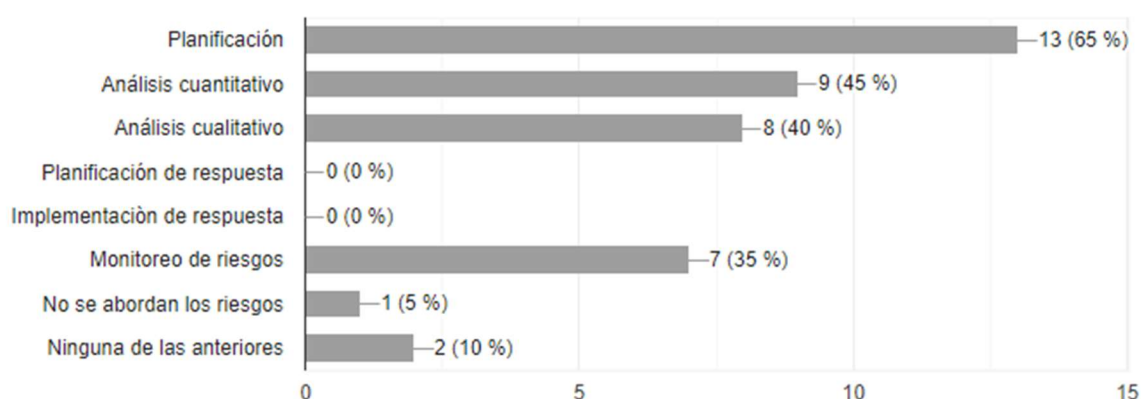
Tabla 34 Tabulación y análisis de la pregunta N.º17

Opciones	Cantidad	% del total de entrevistados	% del total de respuestas
Planificación	13	65	33
Análisis cuantitativo	9	45	23

Análisis cualitativo	8	40	20
Planificación de respuesta	0	0	0
Implementación de respuesta	0	0	0
Monitoreo de riesgos	7	35	18
No se abordan los riesgos	1	5	3
Ninguna de las anteriores	2	10	5
<b>TOTALES</b>	40		100

## Gráfica

*Ilustración 57 Pregunta 17*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, las entidades públicas no abordan de manera adecuada los riesgos, ya que un 65% sólo los abordan en la etapa de planificación, lo que evidencia la urgencia o falta de un gerente de proyectos que aplique las metodologías adecuadas en un proyectos de diseño o construcción de infraestructura.

**Pregunta 18:** ¿Cuáles cree que son los motivos por los cuales las entidades no invierten en la adquisición de licencias para softwares? (Puedes seleccionar más de una respuesta )

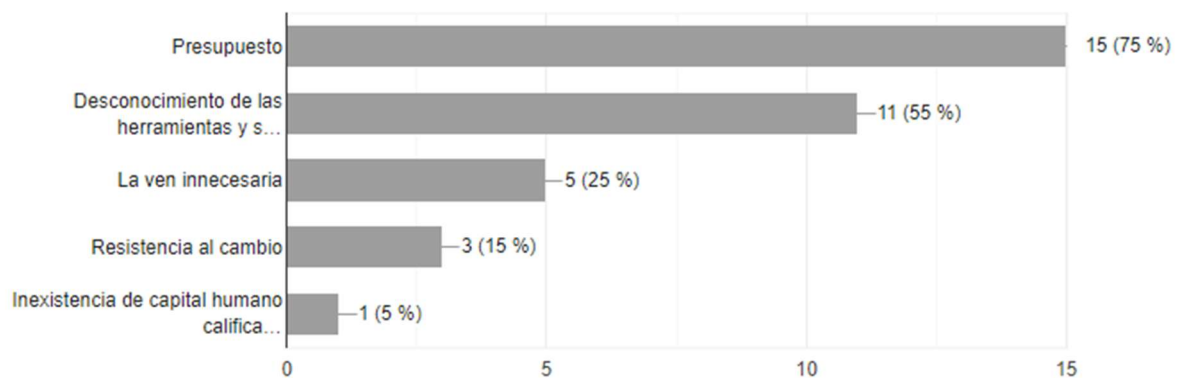
## Tabulación

Tabla 35 Tabulación y análisis de la pregunta N.º18

Opciones	Cantidad	% del total de entrevistados	% del total de respuestas
Presupuesto	15	75	43
Desconocimiento de las herramientas y sus bondades	11	55	32
La ven innecesaria	5	25	15
Resistencia al cambio	3	15	8
Inexistencia de capital humano calificado	1	5	2
Otra	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>35</b>		<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 58 Pregunta 18



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con una significancia del 15%, se infiere que un 43% de la entidades no cuenta con el presupuesto para la compra de software a través de licencias, para que se lleve a cabo una adecuada supervisión de los proyectos de infraestructura. Lo anterior infiere que no se ha realizado una adecuada evaluación costo/beneficio, en ocasiones por que dicha variable no es

de mayor importancia o, por otra parte, el desconocimiento o falta de capacidades académicas para utilizarlas de manera adecuada.

**Pregunta 19:** ¿Considera usted que se aplica las restricciones de Alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos en el seguimiento y control de diseño y construcción de proyectos de infraestructura pública?

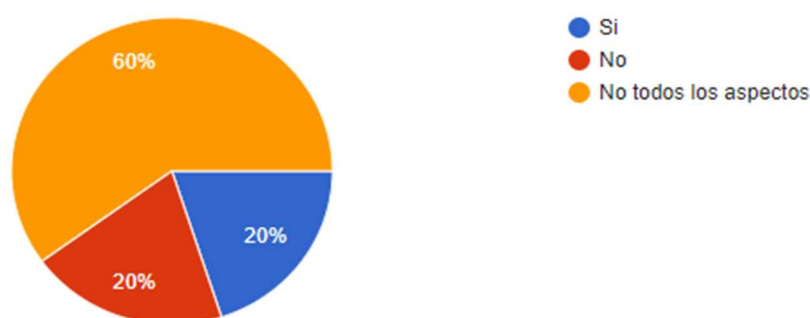
### Tabulación

Tabla 36 Tabulación y análisis de la pregunta N.º19

Opciones	Cantidad	%
Si	4	20
No	4	20
No todos los aspectos	12	60
<b>TOTALES</b>	20	100

### Gráfica

Ilustración 59 Pregunta 19



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

### Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, se infiere con un nivel de confianza del 85% que el 60% de las entidades públicas, específicamente del área de infraestructura no llevan el control de todas las restricciones que un proyecto debería tener, es decir, no se lleva un balance

y por ende puede que se culminen los proyectos, pero en la mayoría de las ocasiones con un mayor uso de recursos como el tiempo y los costos asociados a ello.

Por lo anterior para las entidades es fundamental el involucrar metodologías en las cuales se haga uso de herramientas para llevar un adecuado control y balance dentro del proyectos, de modo que se cumpla con el alcance dentro de los tiempos y recursos monetarios estimados desde la fase de planeación de los proyectos.

**Pregunta 20:** ¿Qué mecanismo se utiliza para desarrollar las políticas públicas en los proyectos diseño y construcción de infraestructura pública, para vincular al contratante, el contratista y la comunidad en general ? (Puedes seleccionar más de una respuesta )

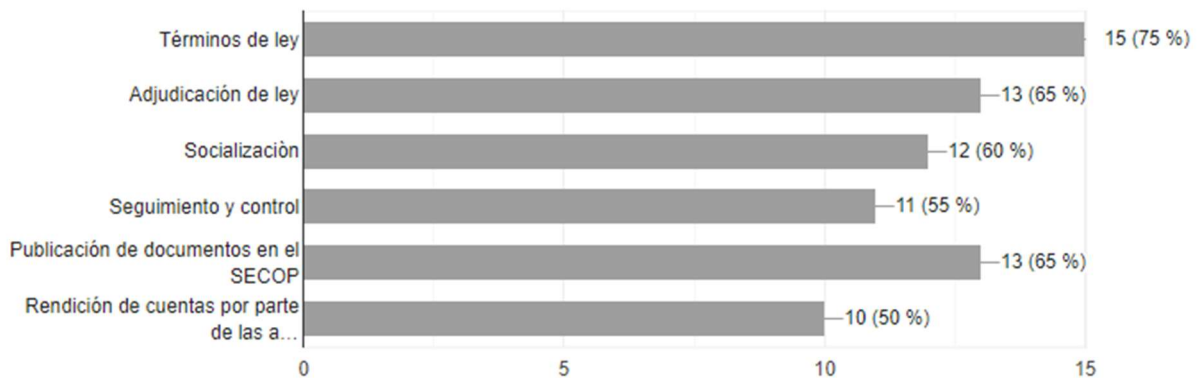
## Tabulación

Tabla 37 Tabulación y análisis de la pregunta N.º20

Opciones	Cantidad	% total de encuestados	% total de respuestas
Términos de ley	15	75	20
Adjudicación de ley	13	65	18
Socialización	12	60	16
Seguimiento y control	11	55	15
Publicación de documentos en el SECOP	13	65	18
Rendición de cuentas por parte de las administraciones públicas	10	50	14
Otra	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>74</b>		<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 60 Pregunta 20



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con una significancia del 15%, se infiere que la gran mayoría de las entidades públicas vinculan a la comunidad, dentro del desarrollo de proyectos a través de los términos de ley como lo son las plataformas de la agencia Colombia Compra Eficiente, como lo es SECOP I y II, en las cuales se publican documentos que no generan claridad al usuario respecto al alcance real de los proyectos y por ende no se puede generar un control externo por parte de los futuros usuarios.

## Cuarta Sección: Indagación de la posible implementación de las metodologías

**Pregunta 21:** ¿Piensa que es importante la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública en la entidad para la cual usted trabaja?

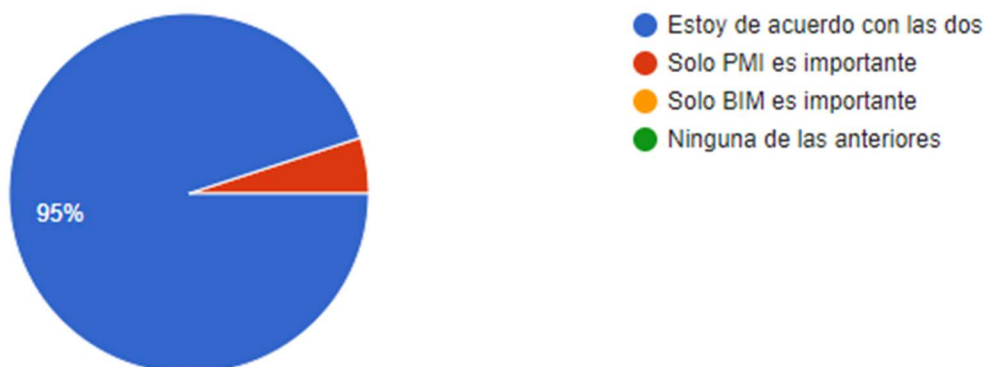
## Tabulación

Tabla 38 Tabulación y análisis de la pregunta N.º21

Opciones	Cantidad	%
Estoy de acuerdo con las dos	19	95
Solo PMI es importante	1	5
Solo BIM es importante	0	0
Ninguna de las anteriores	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

### Gráfica

Ilustración 61 Pregunta 21



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

### Interpretación

Con un nivel de confianza del 85%, un 95% de los funcionarios públicos del área de infraestructura a nivel nacional, considera importante la implementación del cuerpo del conocimiento del PMI con la metodología BIM en los proyectos sobre los cuales realizan actividades de supervisión. Lo anterior infiere que en la actualidad no se cuenta con herramientas que faciliten y generen de manera veraz el adecuado cumplimiento del alcance de los proyectos, cumpliendo con restricciones de tiempo, costo, riesgo, recursos, etc.

**Pregunta 22:** ¿Cree usted que un supervisor con perfil académico enfocado a la gerencia de proyectos ayudaría a minimizar los inconvenientes que se presentan en contratos públicos a nivel nacional en la gestión de los tiempos y gestión de los recursos?

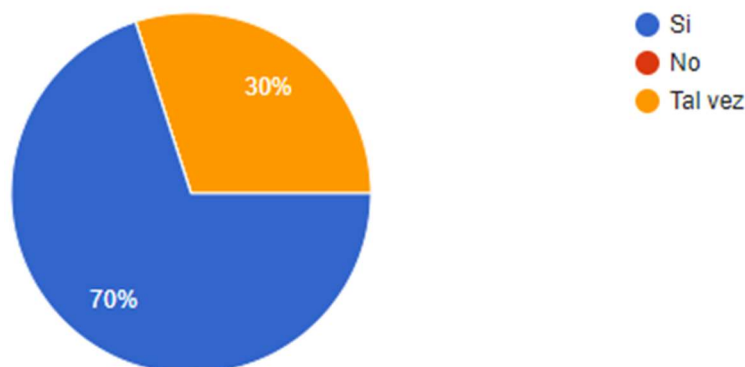
## Tabulación

Tabla 39 Tabulación y análisis de la pregunta N.º22

Opciones	Cantidad	%
Si	14	70
No	0	0
Tal vez	6	30
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 62 Pregunta 22



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada un 70% de población considera pertinente que la supervisión de contratos o proyectos de infraestructura se encuentre liderada por un gerente de proyectos, lo que lleva a inferir que la población es consciente de las falencias actuales, que llevan a retrasos y gasto o mala inversión de los recursos públicos.

**Pregunta 23:** Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se podrá generar una optimización frente a los procesos de validación, revisión y aprobación de cantidades de obra, de modo que se evite las adiciones en los contratos de obra ?

## Tabulación

Tabla 40 Tabulación y análisis de la pregunta N.º23

Opciones	Cantidad	%
Con BIM y PMI cumplen con el objetivo	15	75
Solo con PMI cumplen con el objetivo	4	20
Solo con BIM cumplen con el objetivo	1	5
Ninguna de las anteriores cumple con el objetivo	0	0
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 63 Pregunta 23



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un nivel de confianza del 85%, se infiere que un 75% de la población considera que al combinar el cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM, sería más certera la definición de adicionales generados de manera justificada, ya que estos se pueden materializar gráficamente y son más veraces respecto a la necesidad y errores en la planeación.

**Pregunta 24:** Considera que con la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se realizará supervisión y control más exhaustivo a los indicadores de calidad en el transcurso de la vida útil del proyecto?

## Tabulación

Tabla 41 Tabulación y análisis de la pregunta N.º24

Opciones	Cantidad	%
Con BIM y PMI cumplen con el objetivo	15	75
Solo con PMI cumplen con el objetivo	5	25
Solo con BIM cumplen con el objetivo	0	0
Ninguna de las anteriores cumple con el objetivo	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 64 Pregunta 24



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, pertinente concluir con una confianza del 85%, que solo un 25% de la población considera que solo con el cuerpo del conocimiento del PMI se llevaría a cabo un control de calidad adecuados sobre los proyectos y su vida útil. Por otra parte una mayoría del 75% está de acuerdo con que al combinar la metodología BIM con el cuerpo del conocimiento PMI, este control sería veraz.

Cabe resaltar, que la metodología BIM en su séptima dimensión (7D), involucra aspectos respecto al mantenimiento y vida útil del proyecto, por lo que se podría concluir que el 25% de la muestra no cuenta con un conocimiento a fondo de la metodología BIM.

**Pregunta 25:** ¿Si la entidad le brindara un plan completo de capacitaciones y adquisición e instalación de programas, le gustaría implementar las metodologías PMI Y BIM para la puesta en marcha de la supervisión de contratos con entidades públicas?

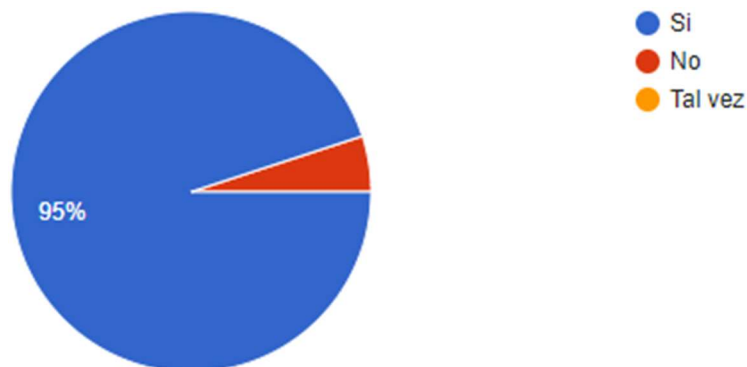
## Tabulación

Tabla 42 Tabulación y análisis de la pregunta N.º25

Opciones	Cantidad	%
Si	19	95
No	1	5
Tal vez	0	0
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

Ilustración 65 Pregunta 25



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un error del 15%, el 95% de la muestra poblacional encuestada está de acuerdo con que es benéfico para realizar adecuadamente las actividades de supervisión, la implementación de

metodologías como BIM y PMI, esto lleva a inferir que las herramientas usadas en la actualidad no son suficientemente funcionales para supervisar proyectos que en su mayoría tienen complejidades diferentes y por ende, se incurren en errores por la falta de procedimientos veraces.

**Pregunta 26:** Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, generan una interacción más práctica y oportuna para realizar las entregas parciales y definitivas, además de los cortes y procesos de facturación?

## Tabulación

Tabla 43 Tabulación y análisis de la pregunta N.º 26

Opciones	Cantidad	%
Con BIM y PMI cumplen con el objetivo	16	80
Solo con PMI cumplen con el objetivo	1	5
Solo con BIM cumplen con el objetivo	3	15
Ninguna de las anteriores cumple con el objetivo	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Grafica

Ilustración 66 Pregunta 26



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

## Interpretación

Con un nivel de significancia del 15%, se infiere que un 80% de la población considera que el al combinar el cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM, sería más certera la definición de pago de actas parciales respecto a recursos desembolsados la entidad, además del tiempo exacto de la ejecución en las que se deben llevar a cabo.

Se debe tener en cuenta, que en la actualidad en algunas entidades se realiza el cálculo de las actividades ejecutadas por medio de herramientas manuales y luego se generan adicionales, de manera injustificada.

**Pregunta 27:** Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, facilitará el control y monitoreo de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto ?

## Tabulación

*Tabla 44 Tabulación y análisis de la pregunta N.º27*

Opciones	Cantidad	%
Con BIM y PMI cumplen con el objetivo	17	85
Solo con PMI cumplen con el objetivo	3	15
Solo con BIM cumplen con el objetivo	0	0
Ninguna de las anteriores cumple con el objetivo	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

## Gráfica

Ilustración 67 Pregunta 27



Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)

### Interpretación

Con un nivel de confianza del 85%, la gran mayoría de los encuestados, con 85%, está de acuerdo con que al combinar la metodología BIM con el cuerpo del conocimiento del PMI, se llevaría un control y previsión de riesgo de los proyectos. Lo anterior contribuiría que para proyectos de alta envergadura o rubros presupuestales significativos se llevarán a cabalidad y dentro de los tiempos estimados desde la fase de planeación y por ende evitar las adiciones de tiempo y recursos monetarios, para evitar de esa manera corrupción al interior de las entidades.

**Pregunta 28:** ¿Considera pertinente que se realice una vinculación a los interesados a través de la metodología BIM, desde la socialización del proyecto, con el fin de captar mayor interés, participación y de velar la adecuada inversión de los recursos públicos para los proyectos de infraestructura pública?

### Tabulación

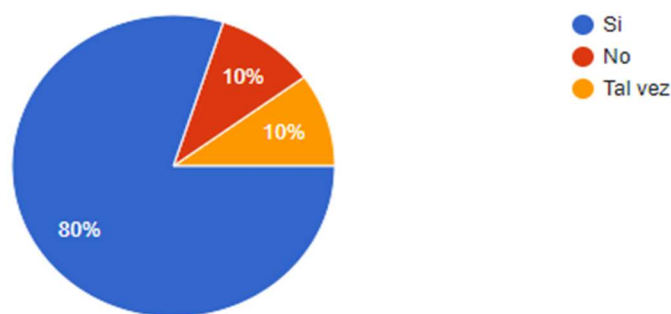
Tabla 45 Tabulación y análisis de la pregunta N.º28

Opciones	Cantidad	%
Si	16	80
No	2	10

Tal vez	2	10
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

*Ilustración 68 Pregunta 28*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

## Interpretación

De acuerdo con la muestra encuestada, se infiere con un error del 15%, que desde la perspectiva de los funcionarios del área de infraestructura, es pertinente involucrar a los interesados como veedores, a través de herramientas gráficas 3D, como es el caso del software Revit, el cual es una opción de uso 3D y 4D de la metodología BIM. Lo anterior, brinda mayor confianza respecto a la inversión de los recursos públicos y una veeduría externa como control a los contratistas.

**Pregunta 29:** ¿Considera que la implementación del cuerpo de conocimiento PMI mediante la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción de infraestructura pública, se cumpliría con las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos?

## Tabulación

*Tabla 46 Tabulación y análisis de la pregunta N.º29*

Opciones	Cantidad	%
Con BIM y PMI cumplen con el objetivo	16	80

Solo con PMI cumplen con el objetivo	4	20
Solo con BIM cumplen con el objetivo	0	0
Ninguna de las anteriores cumple con el objetivo	0	0
<b>TOTALES</b>	20	100

## Gráfica

*Ilustración 69 Pregunta 29*



*Fuente: elaboración propia mediante Google Forms (2020)*

## Interpretación

De acuerdo con la muestra poblacional encuestada, el 80% de funcionarios públicos del área de infraestructura consideran pertinente la implementación de la metodología BIM y el cuerpo de conocimiento del PMI como opción de cumplimiento de la triple restricción extendida en los proyectos de infraestructura. Lo anterior infiere que los funcionarios son conscientes de las falencias respecto a planeación y supervisión de los proyectos, por falta de recursos como dichas metodologías.

## 14. Análisis de Resultados

Teniendo en cuenta las respuestas dadas a través de la encuesta realizada a la muestra y la intención de las preguntas realizadas, las cuales fueron enfocadas a verificar el estado actual de

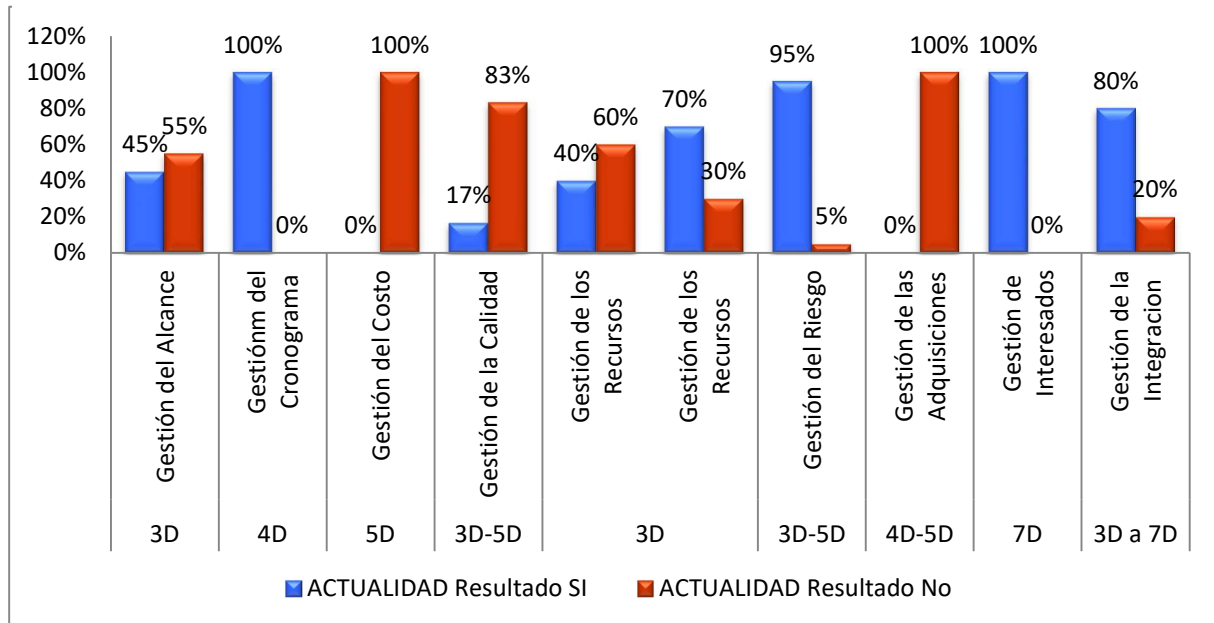
cada una de las dimensiones de la metodología BIM y las gestiones del cuerpo de conocimiento del PMI en las entidades públicas, el resultado fue el siguiente:

*Tabla 47 Análisis de las preguntas 11 a 19 frente a las dos metodologías*

DIMENSIONES BIM		3D	4D	5D	3D-5D	3D		3D-5D	4D-5D	7D	3D a 7D	
PMI		Gestión del Alcance	Gestión del Cronograma	Gestión del Costo	Gestión de la Calidad	Gestión de los Recursos	Gestión de los Recursos	Gestión del Riesgo	Gestión de las Adquisiciones	Gestión de Interesados	Gestión de la Integración	
ACTUALIDAD	Pregunta No.	11	12	13	11.1	15	16	17	18	20	19	
	Resultado	SI	45%	100%	0	17%	40%	70%	95%	0	100%	80%
		No	55%	0	100%	83%	60%	30%	5%	100%	0	20%

Dado lo anterior, se infiere con un nivel de confianza del 85%, que actualmente en las entidades se no se realiza una adecuada gestión del alcance, de los costos, de la calidad y de las adquisiciones, por lo que es importante resaltar que no se están implementado buenas prácticas para el cumplimiento de la triple restricción extendida, lo que lleva a interpretar que es posible generar unos buenos resultados al implementar el cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM en la gestión de proyectos.

Ilustración 70 Análisis de las preguntas 11 a 19



Fuente: elaboración propia (2020)

Por otra parte, se evaluó la receptividad o aceptación de los funcionarios públicos respecto a la implementación del cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM, dentro de sus procedimientos y el resultado fue el siguiente:

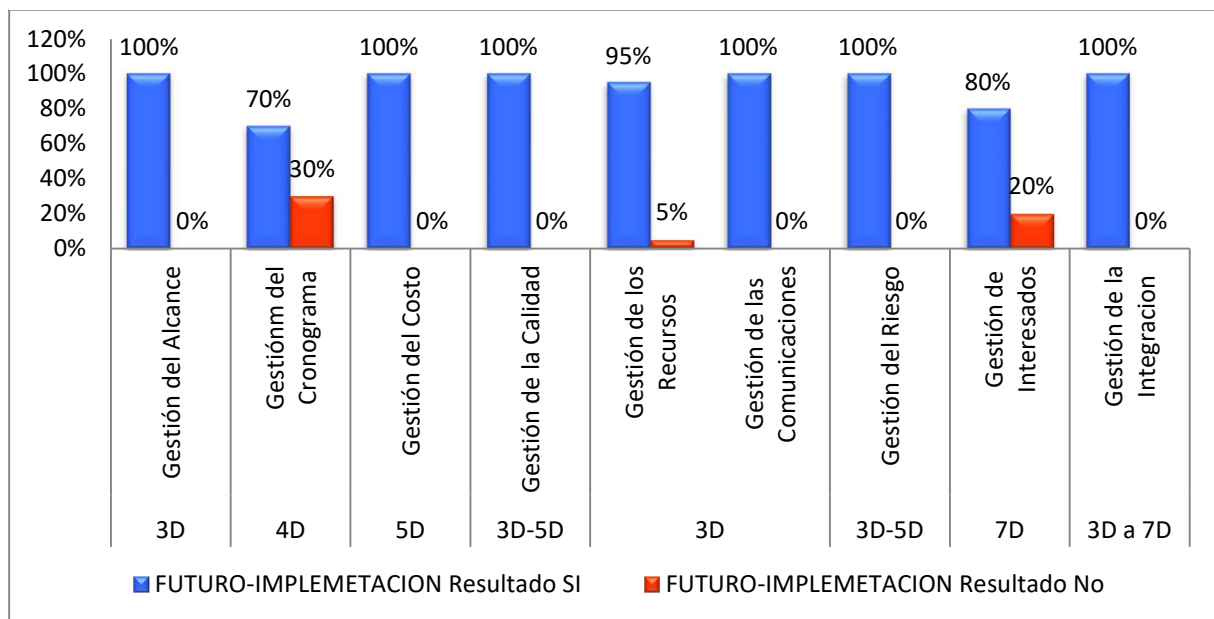
Tabla 48 análisis de las preguntas 21 a 29 con las dos metodologías

BIM		3D	4D	5D	3D-5D	3D	3D	3D-5D	7D	3D a 7D
PMI		Gestión del Alcance	Gestión del Cronograma	Gestión del Costo	Gestión de la Calidad	Gestión de los Recursos	Gestión de las Comunicaciones	Gestión del Riesgo	Gestión de Interesados	Gestión de la Integración
FUTURO-IMPLEMENTACIÓN	Pregunta No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Resultado	SI	100%	70%	100%	100%	95%	100%	100%	80%

	No	0	30%	0%	0%	5%	0%	0%	20%	0%
--	----	---	-----	----	----	----	----	----	-----	----

De acuerdo con los resultados, se infiere con un nivel de significancia del 15% que el 80% de los funcionarios públicos encuestados cree pertinente la implementación de las buenas prácticas del cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM, para de esta manera evitar sobrecostos, retrasos en las entregas y mejorando la calidad de su ejercicio profesional en la gerencia, supervisión y control de los proyectos de construcción de infraestructura pública.

*Ilustración 71 análisis de las preguntas 21 a 29*



*Fuente: elaboración propia (2020)*

## 15. Conclusiones y discusiones

### 15.1. Discusión

De acuerdo con la investigación realizada, es importante resaltar que la aplicación o implementación del cuerpo del conocimiento del PMI (PMBOK) y la metodología BIM en los proyectos de infraestructura pública, es necesaria para que el desarrollo de los proyectos se lleve de una forma adecuada, evitando problemáticas tales como retrasos en cronograma inicial, sobrecostos asociados a la mala planificación, deficiencia en el seguimiento y control de los entregables, etc., como lo expresaron los funcionarios encuestados.

No obstante, existen limitantes, asociadas a la administración de las entidades estatales, respecto a las prioridades y recursos asignados para la instalación de software y contratación del personal capacitado para formular la metodología de la entidad. Sin embargo, de acuerdo con la muestra encuestada, más del 50% de los funcionarios vinculados a la supervisión de los proyectos, si tienen el conocimiento de los beneficios de aplicar las buenas prácticas del PMBOK y la metodología BIM, por lo que se intuye que la no implementación corresponde a la falta de gestión de los interesados con un nivel de poder e influencia alto.

Muestra de ello, a través de la metodología de investigación aplicada (entrevista), se divulgó de manera implícita las fortalezas y beneficios de poner en práctica el uso del cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM en los proyectos de construcción de proyectos de infraestructura, lo que incentivó al secretario de infraestructura de la Alcaldía del Municipio de Funza, a generar un programa de capacitaciones para sus funcionarios de modo que estos de inicio a la implementación de estas buenas prácticas y generar la metodología de la entidad.

### 15.2. Conclusiones

- De acuerdo con la investigación, las problemáticas presentadas para el desarrollo de proyectos de construcción de infraestructura pública son en primera medida la no

aplicación de buenas prácticas y de herramientas veraces desde la planificación del proyecto, lo que conlleva a que en su desarrollo se incremente el tiempo y los costos de ejecución. Adicionalmente, es importante resaltar que algunas entidades no cuentan con los recursos suficientes para llevar a cabo el alcance, teniendo en cuenta los sobrecostos del proyecto, razón por la cual las obras no se concluyen de acuerdo a lo planeado.

- Luego de realizar la revisión bibliográfica o estado del arte, respecto a la aplicación o implementación del cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM, se encontró la viabilidad de incorporación a los proyectos de construcción de infraestructura pública, puesto que entidades como ENTerritorio (anteriormente FONADE) han realizado de forma paulatina la aplicación de la metodología BIM. Adicionalmente, el cuerpo del conocimiento del PMI ha sido uno de los factores de calidad evaluados por las entidades estatales, a través de diferentes modalidades de contratación, para la adjudicación de contratos de construcción.
- De acuerdo con el concepto dado a través de la encuesta realizada a la muestra y al conocer las problemáticas actuales durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura pública, los funcionarios evidenciaron la necesidad de implementar el cuerpo del conocimiento del PMI y la metodología BIM para la supervisión y gerencia de los proyectos. Lo anterior, teniendo en cuenta beneficios como el cumplimiento de alcance, la optimización de recursos, comunicación asertiva, correcta gestión de adquisiciones, neutralización de sobrecostos, cumplimiento en los parámetros de calidad, mitigación de riesgos, cumplimiento en tiempos establecidos, correcto seguimiento contractual, una adecuada gestión documental e incursión en la construcción sostenible y ciudades inteligentes.
- Una vez enunciado lo anterior, se concluye la viabilidad en la implementación del cuerpo del conocimiento del Project Management Institute y la metodología Building Information Modeling, en contratos de infraestructura pública, para el ejercicio de la gerencia de proyectos, Adaptando una metodología apropiada para la formulación y

ejecución de contratos, garantizando eficiencia, calidad y el cumplimiento de la triple restricción extendida.

## 16. Bibliografía & Referencias

- Abello Gual, J. A. (21 de Marzo de 2020). <http://www.contratacionenlinea.co>. Obtenido de <http://www.contratacionenlinea.co>:  
<http://www.contratacionenlinea.co/index.php?section=641&module=navigationmodule>
- Alsina Saltren, S., Gutiérrez Bucheli, L., Ponz, J. L., & Sierra Aparicio, M. (31 de Diciembre de 2018). *Building & Management*. Obtenido de Building & Management:  
[http://polired.upm.es/index.php/building\\_management/article/view/3843/3937](http://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3843/3937)
- Baquero Osma, Y. (Diciembre de 2016). <https://repository.unimilitar.edu.co>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co>:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15540/BAQUEROOSMAYUDI2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camara Colombiana de la construncion . (2018). *Camacol*. Obtenido de Camacol:  
<https://camacol.co/BIMforum>)
- Carrion Alva, J. C., & Cobeñas Vivar, A. (2019). <http://repositorio.ucv.edu.pe/>. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/>:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/38536/Carrion\\_AJC-Cobe%3%b1as\\_VA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/38536/Carrion_AJC-Cobe%3%b1as_VA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CASTAÑO, G. G. (2015). *gladysgbegnedji.com*. Obtenido de <https://www.gladysgbegnedji.com/gestion-de-los-costos-del-proyecto/>
- Ceron, I. A., & Lievano Sánchez, D. A. (Noviembre de 2017). <https://repository.ucatolica.edu.co/>. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/>:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEMENTACION%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf>
- Certificación. (2020). *Pmbok.certificacionpm*. Obtenido de [http://pmbok.certificacionpm.com/pmbok?certification\\_id=pmbok5](http://pmbok.certificacionpm.com/pmbok?certification_id=pmbok5)
- Cobo, P., López, W., & Quintero, Y. (2017). Planeación y su connotación en la contratación estatal en Colombia. (Trabajo de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Meta.
- Cortes Mateus, V. A. (Febrero de 2018). <https://repository.unimilitar.edu.co/>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/>:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17950/CortesMateusVictorAlexis2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Cruz Cubillos, M. A. (Diciembre de 2015). *https://repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7817/LEAN%20CONSTRUCTION.pdf>
- Cruz Hernández, J. G. (2009). Gerencia pública en Colombia, haciendo énfasis en el actual gobierno. *Entramado*, 1-13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265419724010.pdf>
- Dinero-Tecnología. (24 de Noviembre de 2019). *Dinero*. Obtenido de Dinero-Tecnología: <https://www.dinero.com/pais/articulo/bim-la-tecnologia-que-arrasa-en-ingenieria-y-construccion/279013>
- Doza Barrera, L. F. (24 de Junio de 2016). *https://repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14955/DozaBarreraLuisaFernanda2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duarte Hinojosa, N., & Pinilla Arena, J. J. (29 de Abril de 2014). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de [repository.javeriana.edu.co: https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12691/DuarteHinojosaNaisir2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12691/DuarteHinojosaNaisir2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- EadicTV (Dirección). (2018). *Gestión de Proyectos BIM* [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=3Gq89aSUW6E>
- Gómez Valdés Ramírez, A. D. (Septiembre de 2014). *La metodología del PMI y las TI Aplicadas a la dirección de proyectos*. México: UNAM. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0708636/0708636.pdf>
- González, P. B. (27 de 02 de 2018). *pbprojectia*. Obtenido de <https://www.pbprojectia.es/buenas-practicas-pmbok-vs-metodologia-bim/>
- Gonzalez Guzman, F. P. (2014). *Universidad de Chile*. Obtenido de Repositorio.uchile.cl: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116294/cf-gonzalez\\_fg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116294/cf-gonzalez_fg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gutiérrez Vélez, C. (14 de Abril de 2015). *UPCommons*. Obtenido de UPCommons: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/76698>  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76698/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Iguaran Manjarrez, A. J. (2011). *https://repositorio.uniandes.edu.co*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11543/u608073.pdf?sequence=1>
- Laguna Parra, E. M. (Agosto de 2015). *https://www.researchgate.net/*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/>

[https://www.researchgate.net/publication/317690114\\_ANALISIS\\_DE\\_LAS\\_HERRAMIENTAS\\_BIM\\_COMO ESTRATEGIA PARA MINIMIZAR RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN COLOMBIA](https://www.researchgate.net/publication/317690114_ANALISIS_DE_LAS_HERRAMIENTAS_BIM_COMO ESTRATEGIA PARA MINIMIZAR RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN COLOMBIA)

Limas Mendigaño, D. F. (Diciembre de 2019). *https://repository.usta.edu.co*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co>:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21185/2020davidlimas.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

López Ramírez, Y. A., Toro, C. E., & Soto Ochoa, A. M. (2013). *http://repositorio.esumer.edu.co*. Obtenido de <http://repositorio.esumer.edu.co>:  
[http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/992/2/Esumer\\_gestion.pdf](http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/992/2/Esumer_gestion.pdf)

Medina Pacheco, M. A., & Corona Suarez, G. A. (2017). *zaloamati.azc.uam.m*. Obtenido de [zaloamati.azc.uam.m](http://zaloamati.azc.uam.m): <http://zaloamati.azc.uam.m/handle/11191/6795>

Meneses Arévalo, A. (Enero de 2011). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/301566265\\_Estudio\\_de\\_viabilidad\\_para\\_prototipo\\_de\\_plataforma\\_de\\_telemedicina\\_que\\_mide\\_la\\_actividad\\_cardiaca\\_en\\_tiempo\\_real\\_via\\_celular#pf56](https://www.researchgate.net/publication/301566265_Estudio_de_viabilidad_para_prototipo_de_plataforma_de_telemedicina_que_mide_la_actividad_cardiaca_en_tiempo_real_via_celular#pf56)

Molina Pacheco, V., Quintero Moreira, J. P., Ramos Burgos, C., & Troncoso Martínez, A. (28 de Octubre de 2017). *www.researchgate.net*. Obtenido de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net):  
[https://www.researchgate.net/profile/Vicente\\_Molina4/publication/320696837\\_ANALISIS\\_DE\\_LA\\_INTEGRACION\\_DE\\_LOS\\_INTERESADOS\\_EN\\_LA\\_GESTIONPLANIFICACION\\_DE\\_LOS\\_PROYECTOS\\_EN\\_EL\\_SISTEMA\\_PUBLICO/links/59f50be2aca272607e2a8a7a/ANALISIS-DE-LA-INTEGRACION-DE-LOS-INT](https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Molina4/publication/320696837_ANALISIS_DE_LA_INTEGRACION_DE_LOS_INTERESADOS_EN_LA_GESTIONPLANIFICACION_DE_LOS_PROYECTOS_EN_EL_SISTEMA_PUBLICO/links/59f50be2aca272607e2a8a7a/ANALISIS-DE-LA-INTEGRACION-DE-LOS-INT)

Mosquera Gordillo, A. F., Hernández Oviedo, D. C., Donato Góngora, D., & Cuchimba Murcia, K. A. (22 de Agosto de 2019). *https://repository.ucc.edu.co*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co>:  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14403/4/2019\\_Implementaci%c3%b3n\\_meto\\_doliag%c3%ada\\_%20BIM.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14403/4/2019_Implementaci%c3%b3n_meto_doliag%c3%ada_%20BIM.pdf)

Montalván Inga, M. A. (2019). *http://dspace.udla.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec>:  
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11726/1/UDLA-EC-TMAED-2019-33.pdf>

Muñoz Buitrago, C. F. (Diciembre de 2016). *repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de [repository.unimilitar.edu.co](http://repository.unimilitar.edu.co):  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15585/CristianFabianMunozBuitrago2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ocampo Hurtado, J. G. (2015). LA GERENCIA BIM COMO SISTEMA DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. *Revista GTI*, 17-29.

Palacios, F. (19 de 09 de 2007). *Asuntos de Gobierno*. Obtenido de <http://asuntosdegobierno.blogspot.com/2007/09/breve-resumen-de-la-ley-80-de-1993.html>

PMBOK, L. g. (s.f.). *uacm123*. Obtenido de <https://uacm123.weebly.com/index.html>

- Porras Diaz, H., Sánchez Rivera, O. G., Galvis Guerra, J. A., Jaimez Plata, N. A., & Castañeda Parra, K. M. (01 de Enero de 2015). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 230-250. Obtenido de <http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2174/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=b7495688-d31b-4bab-8a0f-936f6f7de90b%40pdc-v-sessmgr05>
- Prieto Tibaduiza, W. A., Rocha Vega, S. M., Páez, H. J., & Lozano Ramírez, N. (31 de Mayo de 2013). <http://publicaciones.eafit.edu.co>. Obtenido de <http://publicaciones.eafit.edu.co>: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingciencia/article/view/5415/4403>
- Profesionales Cisca. (7 de Junio de 2020). Administracion de proyectos mediante la metodologia BIM. Lima. Obtenido de <https://www.cisca.com/product/bim-manager/>
- PÚBLICA, F. (27 de 04 de 2020). *FUNCIÓN PÚBLICA*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/web/sigep/entidades>
- Ramírez Villanueva, N. (Diciembre de 2016). <https://repository.unimilitar.edu.co>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co>: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15925/RamirezVillanuevaNataly2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reist, G. L. (2011). *El Gerenciamiento de obra bajo el sistema del PMI*. Autónoma de Buenos Aires : Universidad Torcuato Di Tella .
- Rodríguez Bermúdez, J. R. (2007). *Gestión de proyectos informáticos: métodos, herramientas y casos*. España: Editorial UOC.
- Rojas Peña, N. C. (27 de Noviembre de 2014). Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/42ef/972051b7fc16180f8cde71c3d59c69e1de0e.pdf>
- Sanchez Ortega, A. (27 de Diciembre de 2019). *EspacioBIM*. Obtenido de EspacioBIM: <https://www.espaciobim.com/gestion-de-proyectos>
- Sierra Aponte, L. X. (Mayo de 2016). <https://repository.unimilitar.edu.co>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co>: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14970/SierraLinaA%c3%bl02016.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Soler Espinosa, R. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA SEDE DEL MINISTERIO PÚBLICO DE LIMA NORTE EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM*. LIMA: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.
- Structuralia Blog. (12 de Julio de 2018). *Structuralia Blog*. Obtenido de Structuralia Blog: <https://blog.structuralia.com/bim-para-la-gestion-de-proyectos-modelos-para-control-de-produccion-en-obra>

- Tristancho Ortiz, J. A., Contreras Bravo, L. E., & Vargas Tamayo, L. F. (2011). Aplicación del modelo integrado de desarrollo (BIM) en el diseño de proyectos para oficina abierta. *Ingeniería*, 79-93. Obtenido de: <https://revistas.udistrital.edu.co>:  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/3835/5401>
- Valencia Osorio, D. (2019). Consecuencias de la inobservancia del principio de planeación en la contratación estatal. Universidad Santiago de Cali.
- Vallejo, F. (20 de Diciembre de 2007). *Heinonline*. Obtenido de Heinonline:  
<https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/revderest20&div=9&id=&page=>
- Vargas Mora, D. P. (03 de Diciembre de 2014). <https://repository.unimilitar.edu.co>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co>:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13970/VargasMoraDianaPatricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas restrepo, S. (2012). [repository.eafit.edu.co](https://repository.eafit.edu.co). Obtenido de [repository.eafit.edu.co](https://repository.eafit.edu.co):  
[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5394/Santiago\\_VargasRestrepo\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5394/Santiago_VargasRestrepo_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Victore, R. D. (2017). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1-11.