

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING

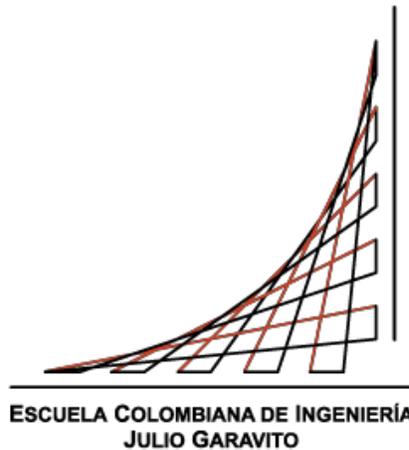


**JORGE MARIO PATERNINA MARTÍNEZ
GERMÁN ANDRÉS PARDO GONZÁLEZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2021**



DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING



**JORGE MARIO PATERNINA MARTÍNEZ.
GERMÁN ANDRÉS PARDO GONZÁLEZ.**

Informe final del trabajo de grado para optar al título de magister en desarrollo y gerencia integral de proyectos

**Director
CÉSAR AUGUSTO LEAL CORONADO**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2021**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El Trabajo de grado “DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING”, presentado por los estudiantes Germán Andrés Pardo González y Jorge Mario Paternina Martínez, para optar por el título de magister en desarrollo y gerencia integral de proyectos cumple con los requisitos establecidos y recibe nota aprobatoria.

César Augusto Leal Coronado
Director del Trabajo de Grado

María Teresa Vega Vargas
Jurado

José Arturo Rodríguez
Jurado

Bogotá D.C., abril 30 de 2021.

DEDICATORIA

A Dios que me dio la salud, fortaleza y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante. A mi hermana y mi papá por retarme a afrontar nuevas metas. A mi esposa e hijas por acompañarme durante todo este proceso con su cariño y apoyo incondicional. A todos amigos, profesionales del gremio de la ingeniería, arquitectura y construcción, asesores, jurados, director de trabajo de grado, que participaron activamente, aportando sus opiniones, experiencias y han hecho que el trabajo se realice con éxito. A todos ellos hago esta dedicatoria.

Jorge Mario Paternina Martínez

Dedico este trabajo a Dios por concederme salud e iluminarme en cada momento. A mi mamá, quien con sus oraciones, comprensión y paciencia me otorgó tranquilidad para concentrar todos mis esfuerzos para alcanzar este logro. A Jeimy, mi compañera de vida y aventuras, por ese amor incondicional con el que acompañó este camino, por darme esa esperanza de vida con nuestro bebé que viene en camino reafirmando que todo este esfuerzo valdrá la pena. A los profesores, asesores, jurados, director de trabajo de grado y comunidad de la Escuela por sus valiosos aportes. A todos ellos, desde lo más profundo de mi corazón con el mayor agradecimiento.

Germán Andrés Pardo González.

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	7
GLOSARIO	9
ABREVIATURAS	10
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	13
2. PROPÓSITO	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
3.1. OPORTUNIDAD POR APROVECHAR	16
3.2. PROBLEMA POR RESOLVER	16
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
4.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
5. OBJETIVOS	19
5.1. OBJETIVO GENERAL	19
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
6. METODOLOGÍA.....	20
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
6.2. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	23
7. REVISIÓN DE LITERATURA	25
7.1. MARCO TEÓRICO.....	25
7.1.1. Construcción de edificaciones.....	25
7.1.2. Programas en el contexto de proyectos.....	25
7.1.2.1. Definición de programa	26
7.1.2.2. Componentes de programa.....	27
7.1.2.3. Arquitectura de programas	28
7.1.3. Diagramación de Procesos	29
7.1.4. Herramientas building information modeling (BIM).....	29
7.2. RESEÑA DE ESTADO DEL ARTE.....	32
7.2.1. Sector construcción de edificaciones en Colombia.....	32
7.2.2. Gestión de programas en el sector de la construcción de edificaciones.	34
7.2.3. Usos de building information modeling (BIM) en Latinoamérica.	35

7.2.4.	Usos de building information modeling (BIM) en Colombia.....	37
7.2.5.	Contexto actual de building information modeling (BIM) en Colombia.	38
8.	RESULTADOS Y CONTRIBUCIÓN	39
8.1.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRIMARIA.....	39
8.1.1.	Instrumento entrevista.....	39
8.1.2.	Instrumento encuesta.	40
8.2.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	41
8.2.1.	Hallazgos de literatura.....	41
8.2.2.	Hallazgos de entrevistas.	44
8.2.3.	Hallazgos de encuestas.....	46
8.2.4.	Conclusiones del análisis de información.....	50
8.3.	DISEÑO DE ARQUITECTURA DE PROGRAMA.....	53
8.3.1.	Aproximación al programa	54
8.3.1.1.	Justificación del programa.....	54
8.3.1.2.	Visión del programa	54
8.3.1.3.	Alineación estratégica del programa.....	54
8.3.1.4.	Beneficios esperados del programa	55
8.3.2.	Identificación de componentes de programa	56
8.3.3.	Diagramación de la arquitectura de programa	59
8.3.3.1.	Disposición de componentes de programa.....	60
8.3.3.2.	Diagramas de obtención de beneficios	62
8.3.3.3.	Relaciones entre componentes de programa	67
8.3.3.4.	Arquitectura de programa.....	70
8.3.4.	Verificación con experto en gestión de programas.....	72
8.4.	INTEGRACIÓN DE BIM A LA ARQUITECTURA DE PROGRAMA.....	73
8.4.1.	Diagramas de beneficios con aporte de building information modeling (BIM).....	73
8.4.2.	Verificación con experto en Building Information Modeling (BIM).	84
9.	DISCUSIÓN.....	85
10.	CONCLUSIONES	86
11.	TRABAJO FUTURO	87
	BIBLIOGRAFÍA	88
	LISTA DE ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Alineación estratégica del Trabajo de Grado.</i>	14
Tabla 2. <i>Usos de BIM en Latinoamérica (%), 2020.</i>	36
Tabla 3. <i>Beneficios de BIM sobre el proyecto, la mejora en la fase de obra (%), 2020.</i>	36
Tabla 4. <i>Beneficios organizacionales de BIM, 2020.</i>	37
Tabla 5. <i>Ficha técnica entrevista.</i>	40
Tabla 6. <i>Hallazgos resultantes de la revisión de literatura.</i>	41
Tabla 7. <i>Hallazgos obtenidos en las entrevistas.</i>	44
Tabla 8. <i>Hallazgos obtenidos en las encuestas.</i>	46
Tabla 9. <i>Conclusiones a partir de los hallazgos.</i>	50
Tabla 10. <i>Listado de componentes.</i>	56
Tabla 11. <i>Listado de actividades de apoyo.</i>	58
Tabla 12. <i>Matriz de relaciones identificadas.</i>	67
Tabla 13. <i>Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B1.</i>	75
Tabla 14. <i>Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B2.</i>	78
Tabla 15. <i>Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B3.</i>	81
Tabla 16. <i>Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B4.</i>	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Balace de mejores prácticas, Colombia frente al mundo.</i>	17
Figura 2. <i>Árbol de problema.</i>	18
Figura 3. <i>Fases de desarrollo.</i>	20
Figura 4. <i>Tipo de investigación.</i>	22
Figura 5. <i>Análisis de información mediante ejecución de triangulación concurrente.</i>	24
Figura 6. <i>Esquema de flujo de información en la Investigación.</i>	24
Figura 7. <i>Ciclo de vida del programa.</i>	27
Figura 8. <i>Valor agregado del PIB por actividad económica a precios corrientes del año 2019.</i>	33
Figura 9. <i>Distribución PIB por segmento del sector construcción del año 2019.</i>	33
Figura 10. <i>Distribución de ocupados en el sector construcción por subsector – Total, nacional Colombia (miles de ocupados, promedio móvil).</i>	34

Figura 11. <i>Usos de herramientas BIM en Colombia</i>	37
Figura 12. <i>Línea de diagnóstico de uso de herramientas BIM en Colombia</i>	38
Figura 13. <i>Beneficios esperados del programa.</i>	55
Figura 14. <i>Disposición de componentes del programa en lienzo de arquitectura.</i>	61
Figura 15. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B1.</i>	63
Figura 16. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B2.</i>	64
Figura 17. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B3.</i>	65
Figura 18. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B4.</i>	66
Figura 19. <i>Arquitectura de programa para para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.</i>	71
Figura 20. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B1 con integración de BIM.</i>	74
Figura 21. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B2 con integración de BIM.</i>	77
Figura 22. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B3 con integración de BIM.</i>	80
Figura 23. <i>Diagrama de obtención de Beneficio B4 con integración de BIM.</i>	83

GLOSARIO

ARQUITECTURA DE PROGRAMA: Herramienta de gestión de programas que permite construir una diagramación por procesos de los componentes del programa y sus relaciones.

BENEFICIOS: Resultados que proporcionan utilidad a la organización y a los beneficiarios o interesados previstos mediante la ejecución de proyectos y programas. Un beneficio consiste en las ganancias y los activos obtenidos por la organización y otros interesados como consecuencia de los resultados entregados por el Programa (Project Management Institute [PMI], 2017).

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. (Basado en la definición de Bilal Succar) (PlanBim, 2019) (Succar, 2019)

COMPONENTES DE PROGRAMA: Son considerados componentes de un programa los subprogramas, proyectos y actividades del programa que tienen una relación coherente entre sí con el propósito del programa. Sus interrelaciones son las que guían la forma de gestionar los programas.

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES: Es la realización de una estructura estable, hecha con materiales resistentes, para ser habitada o para otros usos.

HERRAMIENTAS BIM: Aplicaciones para tareas específicas que produce un resultado específico; las herramientas BIM son por ejemplo las de generación de modelos 2D y 3D, producción de dibujos, escritura de especificaciones, estimación de costos, detección de choques y errores, análisis de energía, renderizado, programación y visualización. La salida de la herramienta suele ser independiente, como informes, dibujos, etc. En muchos casos, sin embargo, la salida de la herramienta se exporta a otras aplicaciones, como la extracción de cantidades para la estimación de costos y cálculos estructurales, así como el diseño de diferentes instalaciones (Eastman et al, BIM Handbook, 2011).

PROCESO: Los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida. En estas actividades pueden intervenir partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015).

PROGRAMA: Un grupo de proyectos relacionados y gestionados de forma coordinada para obtener beneficios y mantenerlos bajo control de una forma que no sería posible al gestionarlos individualmente. Los programas pueden incluir actividades relacionadas que están fuera del alcance particular de los proyectos que están dentro del programa (Project Management Institute [PMI], 2017).

PROYECTO: Conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto. (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2012). Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (Project Management Institute [PMI], 2018).

OPERACIONES CONTINUAS: Actividades que se ejecutan dentro de la empresa u organización y que pueden ser referidas a áreas funcionales de la misma.

ABREVIATURAS

BIM: Building Information Modeling. Modelado de la Información de la Edificación por sus siglas en inglés.

BPMN: Business Process Modeling Notation. Notación para el modelado de procesos de negocio por sus siglas en inglés.

CMMA: Construction management association of America

ERP: Enterprise Resource Planning; Planificación de Recursos Empresariales.

IPMA: International Project Management Association.

ISO: International Organization for Standardization.

OGC: Office of Government Commerce. Creadores del estándar de gestión de proyectos “Projects In Controlled Environments” – PRINCE2

PMI: Project Management Institute.

PMP: Project Management Professional.

RESUMEN

El presente trabajo de grado es el resultado de la investigación titulada “Diseño de una arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling”. La investigación tiene el propósito de contribuir con el mejoramiento de la productividad en el sector construcción de edificaciones en Colombia, alineados con la visión de la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026 en la cual se propone la “Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad”.

La investigación inicia con una primera fase de revisión de literatura, donde se recopila el marco teórico relacionado con el sector de la construcción, los programas en el contexto de proyectos y las herramientas building information modeling (BIM por sus siglas en inglés); así como una reseña de estado del arte del sector de la construcción de edificaciones en Colombia, la gestión de programas en el sector edificador, los principales usos y beneficios de BIM en Latinoamérica y Colombia, y del contexto actual de BIM en Colombia.

En la segunda fase se lleva a cabo un levantamiento de información adicional en fuente primaria mediante entrevistas y encuestas como instrumentos de investigación para indagar sobre proyectos, procesos, operaciones e implementación BIM en este tipo de empresas. Con base en el resultado obtenido, en la fase 3, se realiza el análisis cualitativo y cuantitativo, el cual, sumado al levantamiento de información en fuente secundaria de la revisión de literatura, permite obtener 135 hallazgos y 32 conclusiones de análisis de información para determinar componentes de programa, sus relaciones y la causalidad entre componentes para el logro de los beneficios esperados. De esta forma se obtienen los elementos que sustentan el diseño de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

En la cuarta fase se realiza el diseño de la arquitectura de programa, el cual inicia con una aproximación del programa “tipo” para empresas del sector construcción de edificaciones, se establece la visión del programa, se realiza su alineación estratégica y se establecen los beneficios esperados del programa enfocados en el aporte a factores que inciden en la productividad del sector. El diseño de la Arquitectura de programa considera la identificación de componentes para su diagramación en términos de la obtención de los beneficios del programa y la diagramación de la interacción de los componentes del programa con las actividades de apoyo que generalmente se encuentran en empresa del sector de la construcción de edificaciones en Colombia.

En la quinta fase, con los hallazgos encontrados y las conclusiones del análisis de información de la fase anterior, se identifican los aportes de las herramientas BIM en la obtención de los beneficios esperados del programa “tipo”, se realiza la descripción de las herramientas BIM, se identifican los entregables que se obtienen y la forma en que aportan al logro de los beneficios del programa.

Se hace la verificación de la arquitectura de programa con un experto en gerencia de programas, donde revisa la forma de presentar visión del programa, la esquematización, la distribución de componentes, las relaciones, presentación de beneficios, con la realimentación realizada se incorporan los ajustes requeridos.

También se hace la verificación con una experta, en estructuración de negocios inmobiliarios, con experiencia gerenciando diferentes unidades de negocio de empresas constructoras de edificaciones y la implementación de BIM. Donde se revisa que los componentes propuestos son aplicables a este tipo de empresas, las relaciones entre componentes, los beneficios a obtener, así como la integración de BIM en las relaciones y como se visualizan en los entregables usuales en el proceso de estructuración, gerencia, ejecución y cierres de proyectos de construcción de edificaciones. La experta visualiza como trabajo futuro al presente Trabajo de Grado diseñar unos indicadores clave de desempeño o KPI (por sus siglas en inglés Key Performance Indicator) para medir los beneficios esperados por el Programa que permitan a los gerentes tomar decisiones al implementar la arquitectura del programa.

De esta forma se presenta una **arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**, compuesta por 9 componentes de programa relacionados entre sí y generando interacción con 7 actividades de apoyo que normalmente se encuentran en el tipo de empresas analizadas. La arquitectura de programa se encuentra apoyada por los diagramas de los cuatro beneficios clave orientados al aumento la productividad de este tipo de organizaciones, integrando las herramientas BIM como elementos habilitadores mediante la identificación del aporte que entregan para la obtención de dichos beneficios.

La arquitectura de programa se propone como una herramienta de gestión de programas que permite construir una diagramación por procesos de los componentes del programa y sus relaciones, para visualizar de forma esquemática, la forma en la cual su interacción contribuye a la obtención de beneficios.

Este proceso de abstracción de los beneficios y visualización de su obtención a través de los componentes del programa, es la base para establecer la planeación del programa en términos de una obtención de beneficios de manera incremental, que pueda ser representada en una hoja de ruta para planear el cumplimiento de hitos, puntos de decisión del programa y para la obtención de cronogramas detallados.

Dadas las singularidades de cada una de las empresas del sector construcción de edificaciones, el producto entregado en el presente trabajo de grado se convierte en un punto de partida y puede ser adaptado por una determinada empresa de acuerdo con sus necesidades y objetivos organizacionales.

Igualmente, el presente trabajo puede ser el punto de partida de nuevas investigaciones que permitan detallar la implementación de este tipo de programas, diseñar indicadores clave de desempeño (KPI) para medir los beneficios esperados por el programa y buscar la configuración de nuevos procesos de gestión organizacional que contribuyan al mejoramiento de la productividad de las empresas del sector construcción de edificaciones.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado “diseño de una arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling” tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la productividad del sector de la construcción mediante la implementación de mejores prácticas de gestión de programas integrando el uso de herramientas tecnológicas building information modeling (BIM por sus siglas en inglés).

Este enfoque aporta mecanismos de transformación digital al sector de la construcción de edificaciones, los cuales son impulsores de la productividad y están siendo ampliamente promovidos por el Gobierno Nacional como una estrategia para potenciar la productividad y la competitividad de los sectores productivos del país como lo demuestra la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial – CONPES 3975 publicada en 2019 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2019).

El sector de la construcción, por su dinamismo y su misma razón de ser, constantemente se encuentra desarrollando proyectos. Los planes de gobierno en Colombia comúnmente fomentan el desarrollo de proyectos de construcción como una forma de estimular la economía dado su impacto en la generación de empleo, mejoramiento de la calidad de vida y valor agregado por ser promotor de buena parte del aparato productivo y de la cadena de valor. La implementación de mejores prácticas en la gerencia de proyectos, programas y portafolios, que permita mejorar la eficiencia y consecuentemente aumentar la productividad en este segmento de la economía mediante una adecuada alineación estratégica, planeación, ejecución y entrega de beneficios; es uno de los factores clave para el desarrollo de la economía del país.

En Colombia, los gremios de la construcción junto con las entidades del Gobierno Colombiano vienen incentivando la transformación digital de las empresas asociadas a la construcción de vivienda, como preparación para afrontar la cuarta revolución industrial y poder estar en los niveles de productividad y competitividad necesarios para generar valor a la sociedad. El informe de productividad del sector de construcción elaborado por CAMACOL y la firma consultora McKinsey & Co (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018) menciona que el 85% de las compañías estarían contemplando la adopción de BIM en los siguientes tres años. La integración de estas herramientas BIM en la gestión de programas representa una oportunidad para lograr maximizar y dar sostenibilidad a los beneficios que pudieran obtener las empresas del sector de la construcción como un habilitador del aumento de la productividad.

Como resultado del trabajo de grado se obtiene una estructura organizada de los componentes de programa que normalmente son usados en el sector de la construcción de edificaciones incorporando herramientas BIM, con el fin de promover el uso de las mejores prácticas de gerencia de proyectos y programas potencializadas con el uso de herramientas tecnológicas en procesos productivos relevantes para el país como el de la construcción de edificaciones; aportando a los procesos de transformación digital que se propone el Gobierno Nacional como componente estratégico para mejorar las competencias del sector productivo.

Este trabajo de grado se ofrece como una invitación para que el sector de la construcción de edificaciones del país considere la implementación de las mejores prácticas de gestión de proyectos, identificadas en la investigación y en la profundización de conceptos que la academia como la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (en adelante la Escuela) disemina entre el talento humano que prepara para afrontar los retos del país. Estas mejores prácticas, las habilidades gerenciales del capital humano preparado y la integración con el uso cada vez más amplio de las herramientas de componente tecnológico; se constituye en una oportunidad para lograr de forma sistemática un aumento de la productividad y de la competitividad del sector y del país en general.

2. PROPÓSITO

El propósito del Trabajo de Grado es el de contribuir al mejoramiento de la productividad del sector de la construcción mediante la implementación de mejores prácticas de gestión de programas, integrando el uso de herramientas Building Information Modeling (BIM). Este enfoque aporta mecanismos de transformación digital al sector de la construcción de edificaciones, los cuales son impulsores de la productividad y están siendo ampliamente promovidos por el Gobierno Nacional como una estrategia para potenciar la productividad y la competitividad de los sectores productivos del país como lo demuestra la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial – CONPES 3975 publicada en 2019 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2019).

El Trabajo de Grado se propone contribuir al logro de objetivos y estrategias del Gobierno colombiano, del sector productivo del país y de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Alineación estratégica del Trabajo de Grado.

Objetivos Organizacionales	Objetivos Estratégicos	Contribución del Trabajo de Grado
 <p>Aumentar la generación de valor social y económico a través de la transformación digital del sector público y del sector privado, mediante la disminución de barreras, el fortalecimiento del capital humano y el desarrollo de condiciones habilitantes, para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la 4RI (cuarta revolución industrial). (Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP), 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público para facilitar la transformación digital del país. + Crear condiciones habilitantes para la innovación digital en los sectores público y privado con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital. + Fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la 4RI (cuarta revolución industrial) con el fin de asegurar el recurso humano requerido. + Desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales. (Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP), 2019) 	<p>Promueve el uso de herramientas BIM como tecnología digital para la gestión de programas de construcción mediante la identificación de oportunidades de implementación.</p> <p>El propósito es promover la integración de herramientas digitales en los procesos de gestión de programas como apalancador de las competencias de los gerentes de proyectos en el ámbito nacional promoviendo la competitividad del país.</p>
 <p>Representar y articular la cadena de valor de la construcción e impulsar su desarrollo competitivo y el progreso de Colombia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Fortalecer la competencia, el bienestar y la gestión del conocimiento de los colaboradores de la organización, mediante la cultura de aprendizaje y mejoramiento continuo. + Fortalecer la comunicación estratégica con las partes interesadas, asegurando que los mecanismos 	<p>Genera herramientas de apoyo en gestión de proyectos, programas aportando a la transformación digital del sector.</p>

Objetivos Organizacionales	Objetivos Estratégicos	Contribución del Trabajo de Grado
	aporten valor y se encuentren articulados con el quehacer gremial.	
 <p>Generar estándares comunes que faciliten la implementación de BIM, así como democratizar el conocimiento existente en torno a las buenas prácticas de adopción de esta metodología en el país. Para lograrlo, se ha llevado a cabo un trabajo riguroso en la creación de manuales, guías y documentos de libre acceso, que permiten unificar el conocimiento existente y promover su potencial frente al diseño, construcción y operación de proyectos de construcción.</p> <p>(CAMACOL, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Fomentar el uso de BIM a través de la difusión de conocimiento, herramientas y estudios de caso. + Apoyar la definición de un lenguaje común para la implementación BIM para el sector de la construcción en Colombia. + Articular a los distintos actores pertinentes para la adecuada gestión de BIM. + Promover la democratización del conocimiento a través de documentos técnicos para la implementación de BIM en Colombia. + Apoyar el marco de formación y la generación de las competencias técnicas requeridas para la implementación de BIM. 	<p>Brinda una propuesta de arquitectura de programa integrando herramientas BIM, que les permita a las empresas implementar estrategias para la maximizar los beneficios en la gestión de programas y proyectos.</p> <p>El producto resultante busca ser un documento de apoyo en gestión de programas y herramientas BIM aportando a la transformación digital del sector construcción.</p>
 <p>Contribuir de manera significativa a la investigación y profundización dentro de la formación de profesionales en las áreas de desarrollo y gerencia de proyectos, con altos niveles de calidad, para el óptimo desempeño de funciones y responsabilidades propias de la formulación y evaluación de planes, programas y proyectos de gran incidencia en el avance económico, social y humano del país y de la región.</p> <p>(Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Incentivar el tratamiento secuencial, coherente e integral de temas fundamentales en el desarrollo de proyectos y de gerencia de proyectos, aplicada a cada etapa y a la globalidad del proyecto. + Aplicar la gerencia moderna de proyectos alrededor de los grupos de procesos, áreas de conocimiento, herramientas y estándares propuestos por el Project Management Institute (PMI). + Propender por el alto nivel de capacitación, competitividad, desarrollo y reconocimiento. + conocer el uso de herramientas computarizadas, de aplicación específica en desarrollo y gerencia de proyectos. 	<p>Aplica una gerencia moderna de programas y proyectos, con metodologías de investigación y profundización de conceptos que ofrece la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.</p> <p>Integra tecnologías disponibles que permiten aumentar el desempeño tanto en el proceso de gerencia como del desarrollo propio de los programas de construcción.</p>

Nota. Fuente. Autores, 2021.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de proyectos es una de las actividades misionales del sector de la construcción de edificaciones por su misma naturaleza. Buscar el desarrollo eficiente de proyectos mediante la implementación de mejores prácticas de gestión como la configuración de programas que entreguen beneficios de forma estratégica y el uso de herramientas que faciliten la integración del trabajo de los equipos de proyectos se constituye en uno de los habilitadores para mejorar la productividad de este sector.

3.1. OPORTUNIDAD POR APROVECHAR

Los análisis de desempeño del sector de la construcción de edificaciones sugieren que, entre los aspectos claves, para mejorar su productividad se encuentra la adopción de mejores prácticas de componente tecnológico, como la incorporación de herramientas de Building Information Modeling (BIM) (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018). El potencial de estas herramientas se aprovecha al máximo cuando se involucra este tipo de tecnología en los procesos de gestión de proyectos (Coloma, y otros, 2019), los cuales tienen el propósito de obtener resultados y productos que agreguen valor en cada organización.

De acuerdo con lo indicado por el PMI: “Los programas se llevan a cabo principalmente para entregar beneficios a las organizaciones patrocinadoras o a los componentes de la organización patrocinadora. Los programas pueden ofrecer beneficios, por ejemplo, mejorando las capacidades actuales, facilitando el cambio, creando o manteniendo activos, ofreciendo nuevos productos y servicios o desarrollando nuevas oportunidades para generar o preservar valor. Dichos beneficios se entregan a la organización patrocinadora en forma de resultados que proporcionan utilidad a la organización y a los beneficiarios o interesados previstos del programa” (Project Management Institute [PMI], 2017).

La apropiada aplicación de gestión de programas, se presenta como una oportunidad para que el sector de la construcción de edificaciones obtenga beneficios que no estarían disponibles cuando los proyectos o los procesos organizacionales se gestionan individualmente, adicionalmente si se incorporan herramientas BIM como habilitadores de los estos procesos maximiza esta oportunidad.

3.2. PROBLEMA POR RESOLVER

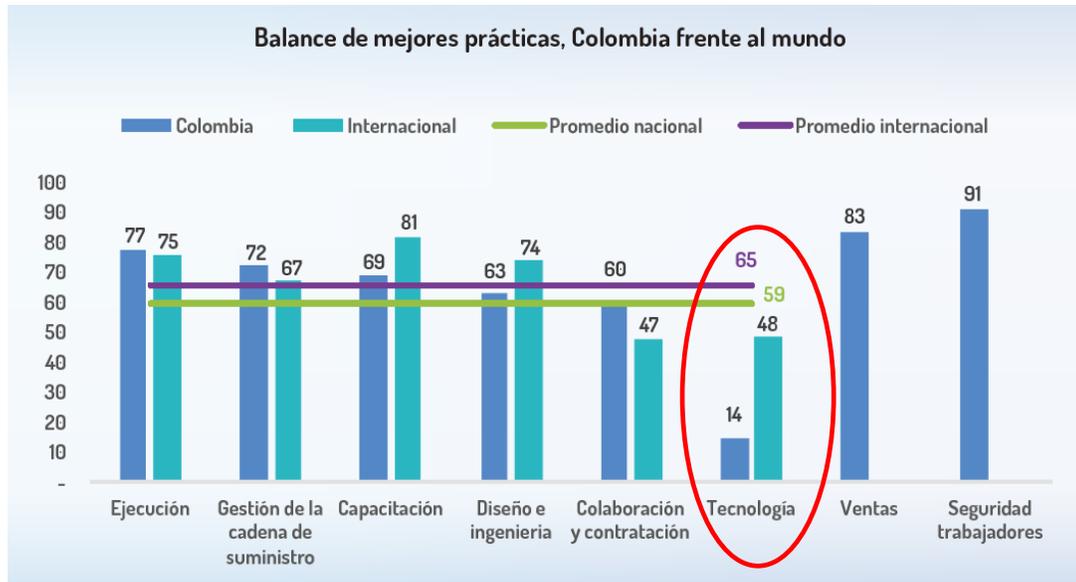
Un estudio internacional de productividad del sector de la construcción elaborado en 2017 por la firma consultora McKinsey & CO (McKinsey & Co, 2017), revela que actualmente Colombia presenta resultados de productividad muy por debajo con respecto a sus pares internacionales lo que afecta directamente su competitividad. El estudio internacional identifica frentes o módulos, en los cuales puede trabajar el sector de la construcción en términos de mejores prácticas para aumentar su productividad: ejecución, gestión de la cadena de suministro, construcción de capacidades, diseño e Ingeniería, Contratación y adopción de nuevas tecnologías.

En 2018, la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) y la firma consultora McKinsey & Co trasladan el diagnóstico de productividad a las empresas colombianas del sector de la construcción de edificaciones, para conocer detalles que permitan fortalecer el desempeño del sector. La realización del estudio contó con el apoyo de 14 empresas constructoras a nivel nacional, las cuales representan cerca del 22% del mercado. Para el diagnóstico utilizaron información de 373 proyectos de construcción de vivienda, entre vivienda de interés social (VIS) y diferente de VIS, desarrollados entre los años 2012 al 2016, el valor acumulado de estos proyectos ascendió a los \$16 billones de pesos.

El estudio evaluó la implementación en el país de los módulos de mejores prácticas que pueden aumentar la productividad del sector de la construcción, el cual encontró un promedio de implementación del 61% mientras los referentes internacionales registraron un 67%. El módulo correspondiente a la adopción de

tecnología presenta el mayor rezago comparado con lo implementado por empresas de construcción del resto del mundo, ya que a nivel internacional está en 48% y Colombia alcanza apenas 14% (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018) como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1. Balance de mejores prácticas, Colombia frente al mundo.



Nota. Tomado de Informe de productividad del sector de construcción de edificaciones (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018).

Entre las causas detectadas en el informe de productividad del sector de construcción de edificaciones (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018) se encuentra que hay una baja implementación de prácticas relacionadas con el módulo de Tecnología. Específicamente se considera que faltan prácticas de implementación de herramientas building information modeling (BIM), construcción modular, tecnologías 3D, plataformas de información centralizada, soluciones colaborativas de movilidad de construcción que puedan adaptarse en el campo, entre otras. Es importante resaltar que, en el análisis realizado en este mismo informe en cuanto a la implementación de prácticas del módulo de Tecnología, se identificó que el 85% de las compañías estarían contemplando la adopción de herramientas BIM en los siguientes tres años.

En lo relacionado a la falta de implementación de herramientas BIM, existen factores asociados a la resistencia al cambio y al trabajo colaborativo en la medida que se genera reserva a entregar todos los diseños constructivos. En un artículo, “La parte humana del BIM” (Coloma, y otros, 2019) los autores expresan que no solo es tener acceso a la tecnología, también es necesario que las personas que interactúan con ella, desarrollen la capacidad de aceptarla, usarla, aprovecharla y sacar su máximo potencial. En este mismo artículo se aborda la evolución de la tendencia del uso de BIM y se resalta que, en un primer estadio de implementación, el principal aspecto disruptivo de BIM era el tecnológico, ahora, las posibilidades que ofrece en los procesos de coordinación, estándares compartidos, los entornos comunes de datos, la planificación y cómo estos aportan a la gestión de proyectos, son las protagonistas (Coloma, y otros, 2019).

Después de tres (3) años de haberse realizado el informe de productividad del sector construcción de edificaciones realizado por CAMACOL y McKinsey &, la crisis actual de la COVID-19 se convierte en un catalizador para acelerar la transformación digital en el sector, y una invitación a los empresarios para generar mejoras, nuevos esquemas, reinención en procesos que permitan, aún en tiempos de crisis, mejorar la productividad del sector de construcción de edificaciones.

Este trabajo de grado propone la arquitectura de programa como una herramienta de gestión de programas que permite construir una diagramación por procesos de los componentes del programa y sus relaciones. De acuerdo con el PMI, los componentes de un programa están relacionados a través de la búsqueda de metas complementarias con las que cada uno contribuye a la entrega de beneficios (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 3), por lo que la arquitectura de programa se construye de tal forma que muestra de forma esquemática la obtención de beneficios mediante la interacción entre los componentes del programa.

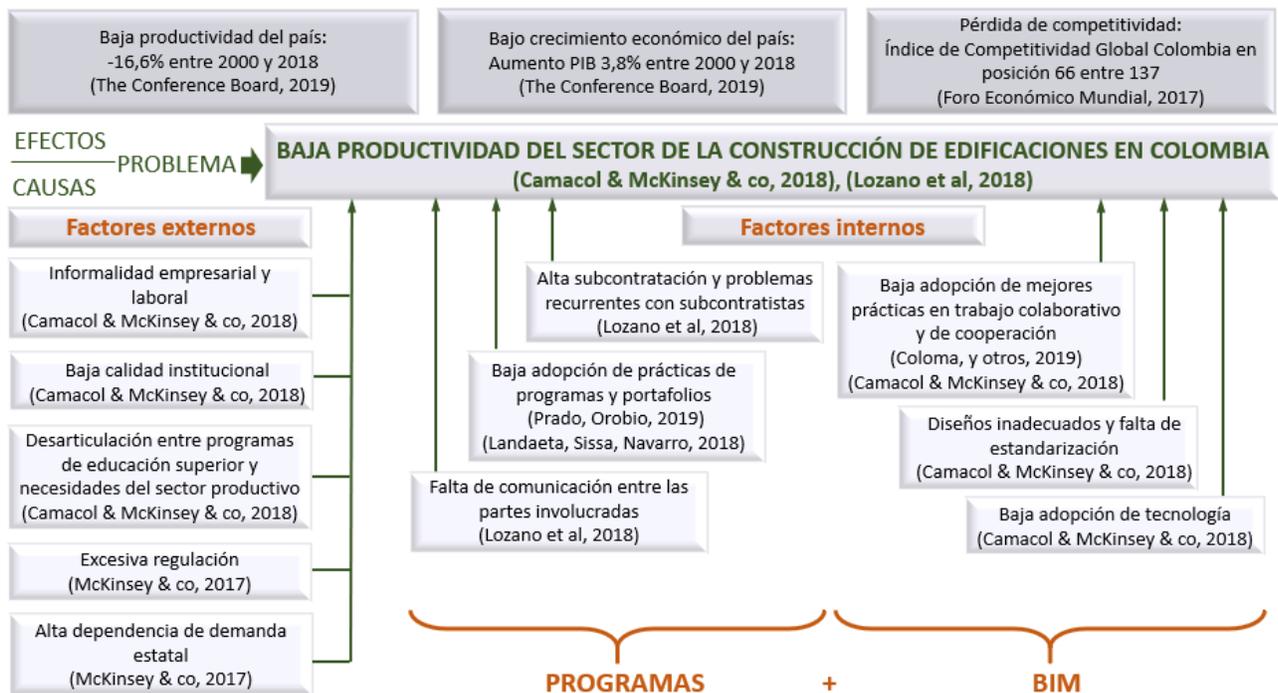
Para el PMI, es en el dominio de la gestión de beneficios del programa, en donde se establece la arquitectura de Programa, que esquematiza cómo los componentes proporcionarán las capacidades y resultados que se pretenden para lograr los beneficios del programa (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 50). Este proceso de abstracción de los beneficios y visualización de su obtención a través de la diagramación de los componentes del programa y sus relaciones, es la base para establecer la planeación del programa en términos de una obtención de beneficios de manera incremental, que pueda ser representada en una hoja de ruta para planear el cumplimiento de hitos, puntos de decisión del programa y para la obtención de cronogramas detallados.

El diseño de una arquitectura de programa que considere la interrelación de los componentes representativos en el sector de la construcción en Colombia, integrando herramientas BIM, se ofrece como una posibilidad para que las empresas del sector la adopten como parte de las mejores prácticas con componente tecnológico en su estrategia para la obtención de los beneficios esperados mejorando su productividad.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema central que se encuentra en el desarrollo del presente trabajo de grado es la **“baja productividad del sector de la construcción edificaciones en Colombia”**.

Figura 2. *Árbol de problema.*



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Una baja productividad en el sector, implica que las empresas puedan tener estrechos márgenes de rentabilidad que no les permite ser competitivos ni contribuir de manera efectiva a la empleabilidad del país, a pesar de tratarse de un sector que se caracteriza por la alta vinculación de mano de obra. Esta condición tiene un efecto directo en el bajo crecimiento económico del país, que entre el 2000 y el 2018 tuvo un aumento del PIB de tan solo el 3.8% (The Conference Board, 2019).

Mejorar la productividad del sector de la construcción de edificaciones aporta a la competitividad del país, permite la creación de nuevas competencias que se pueden convertir en ventajas en el sector, empresas preparadas para adaptarse a los cambios del entorno, empresas con gestión de sus proyectos involucrando nuevos procesos, materiales y herramientas tecnológicas. En un sector que está recorriendo el camino de una transformación digital, para afrontar la revolución industrial 4.0 y con la responsabilidad de generar economía circular que permita un desarrollo sostenible del país.

4.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Las compañías que tienen implementadas herramientas BIM, las usan para permitir que todos los involucrados puedan trabajar sobre un único modelo digital del proyecto, de forma colaborativa y concurrente. La implementación de las herramientas BIM para construcción modular y modelado 3D, ha sido tradicionalmente impulsado por los grupos de diseño en las fases de ingeniería de proyectos de construcción, como una forma de facilitar la visualización y las simulaciones.

Estas herramientas tienen posibilidades que pueden ser llevadas al campo de la gestión de programas como un instrumento de integración de proyectos y componentes, de seguimiento de grupos de trabajo en tiempo real, de visualización de escalabilidad, control de cambios y gestión de activos. Todo esto dentro de un ambiente de trabajo colaborativo y de relacionamiento inteligente entre todos los grupos de interés durante todo el ciclo de vida del programa, que permita incrementar la productividad las empresas del sector construcción de edificaciones, mejorando la problemática evidenciada en el sector (ver Figura 2. Árbol de problema en el numeral 4 planteamiento del problema).

El Trabajo de Grado se propone dar respuesta a la pregunta de Investigación:

¿Cómo incorporar herramientas BIM en los procesos de desarrollo de programas del sector de la construcción de edificaciones en Colombia?

5. OBJETIVOS

La consideración de la pregunta de investigación permite enmarcar los objetivos del Trabajo de Grado y establecer la metodología de investigación que conduce a desarrollar el producto propuesto.

5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia integrando herramientas building information modeling (BIM).

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- OE1. Realizar una revisión de literatura mediante el desarrollo de un marco teórico referido a los temas de construcción de edificaciones, programas (en el contexto de proyectos), arquitecturas (en el contexto de procesos) y herramientas BIM; y una reseña del estado del arte del sector de la construcción de edificaciones, de la implementación de herramientas BIM y su contexto actual.

- OE2. Recolectar información adicional de referencia para el diseño de la arquitectura de programa mediante el levantamiento de información primaria con aplicación de entrevistas y encuestas en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia.
- OE3. Obtener hallazgos y conclusiones como base para el diseño de la arquitectura de programa mediante un análisis concurrente de la información de referencia recolectada en la revisión de literatura y en la aplicación de entrevistas y encuestas.
- OE4. Diseñar una arquitectura de programa que incorpore los componentes involucrados y sus relaciones en un programa “tipo” para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia integrando herramientas BIM considerando la obtención de los beneficios esperados, verificando el resultado con un experto en programas.
- OE5. Integrar las herramientas BIM en la Arquitectura de programa mediante la identificación de su aporte a la obtención de beneficios del programa, verificando el resultado con un experto en BIM.

6. METODOLOGÍA

Con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación y lograr los objetivos propuestos que dan como resultado el producto del trabajo de grado, se establecen las fases en las cuales se lleva a cabo el proceso de investigación y el desarrollo del diseño de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM), lo cual se detalla a continuación en la Figura 3:

Figura 3. Fases de desarrollo.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

FASE 1: Revisión de literatura: En esta fase se realiza una revisión de documentos mediante consulta de fuentes secundarias, para obtener los conceptos y definiciones relevantes alrededor de los temas fundamentales de la investigación. Los cuales son:

- Construcción de edificaciones.
- Programas en el contexto de proyectos.
- Arquitecturas en el contexto de procesos.
- Herramientas Building Information Modeling (BIM).

En este mismo sentido, se realiza una reseña de estado de arte mediante búsquedas en fuentes secundarias, que permita obtener una identificación de la situación actual del sector de la construcción de edificaciones, la gestión de programas en el sector de la construcción de edificaciones, los usos de las herramientas BIM en Latinoamérica y Colombia, así como sobre los temas relevantes para el Trabajo de Grado:

- Sector construcción de edificaciones en Colombia.
- Gestión de programas en el sector de la construcción de edificaciones.
- Usos de building information modeling (BIM) en Latinoamérica y Colombia.
- Contexto actual de building information modeling (BIM).

Como parte del desarrollo del trabajo de grado se revisan las posibilidades que actualmente ofrecen las herramientas BIM en los procesos de construcción de una edificación, para identificar las oportunidades de integrarlas a los procesos de la arquitectura de programa.

FASE 2: Levantamiento de información primaria: En esta fase se considera el levantamiento de información mediante entrevistas y encuestas como instrumentos de investigación, que permita realizar la identificación de los componentes y sus relaciones en los procesos de desarrollo de programas y proyectos, que generalmente realizan empresas del sector de la construcción de edificaciones en Colombia. De igual manera, una aproximación del estado de implementación de herramientas BIM en Colombia según la percepción particular de los consultados. Las entrevistas y encuestas son aplicadas directamente a profesionales involucrados con el sector de la construcción de edificaciones en Colombia.

FASE 3: Análisis de información: El análisis de la información se realiza de tal forma, que se obtengan hallazgos y conclusiones que permitan realizar una caracterización de los procesos que generalmente se llevan a cabo en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia. En este sentido, determinar cuáles de ellos se pueden considerar componentes de programa e identificar los elementos a considerar en el diseño de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

FASE 4: Diseño de arquitectura de programa: A partir de los hallazgos y conclusiones de la fase 3, se realiza una aproximación a un programa “tipo” para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia, para identificar los elementos básicos de alineación, justificación e identificación de beneficios con un enfoque de gestión alrededor de las herramientas BIM como habilitadoras de los procesos. Posteriormente se hace la identificación de componentes para luego pasar a la diagramación que entrega como resultado la Arquitectura de Programa con la representación de los componentes de Programa y sus relaciones.

El diseño obtenido en esta fase es verificado con un experto como asesor del trabajo de grado con conocimiento específico en gestión de programas.

FASE 5: Integración de BIM a la arquitectura de programa: A partir de la arquitectura de programa y los beneficios esperados, se hace una identificación del aporte que las herramientas BIM pueden hacer en las interacciones de los componentes del programa como habilitadoras en la obtención de los beneficios.

La integración de las herramientas BIM para el aporte a la obtención de los beneficios del Programa, es verificada con un experto como asesor del trabajo de grado con conocimiento específico en BIM.

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación precisa el enfoque, alcance y diseño con el cuál se obtiene la información relevante para el desarrollo del producto con el cual se dará respuesta a la pregunta de investigación. La investigación considera la revisión de literatura mediante consulta en fuentes secundarias para obtener el marco teórico con los conceptos y definiciones relevantes alrededor de los temas fundamentales de la investigación y la reseña del estado del arte con la identificación de la situación actual del sector construcción de edificaciones, el uso de las herramientas BIM y su contexto actual. Todo esto se constituye en la literatura de referencia para el desarrollo del Trabajo de Grado.

Teniendo en cuenta que la investigación implica la exploración del conocimiento y experiencia del sector para obtener un producto que considere e integre elementos comunes, se plantea una investigación con enfoque mixto que permita el uso de diversas fuentes de información. De acuerdo con Sampieri, las metodologías mixtas implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Sampieri et al., 2014, pág. 534). La investigación con enfoque mixto que se usa en este Trabajo de Grado se puede ver de forma esquemática en la figura 4.

Figura 4. Tipo de investigación.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

El enfoque mixto de la presente investigación permite incrementar la validez de los resultados mediante la triangulación de la información de las diferentes fuentes. El enfoque mixto en este sentido busca verificar convergencia, confirmación y correspondencia entre lo obtenido de las diferentes fuentes de información y corroborar resultados para obtener una mayor validez del estudio (Sampieri et al., 2014, pág. 538). Además de la revisión de literatura, la investigación considera el uso de instrumentos tipo encuesta que mediante análisis cuantitativo permite identificar tendencias, preferencias o recurrencia de hechos; así como el uso de instrumentos de entrevistas con carácter cualitativo para obtener percepciones y recomendaciones de expertos en los temas de análisis.

En la parte cuantitativa de la investigación, el alcance es de tipo descriptivo según lo definido por Sampieri (2016) “los estudios de investigación con alcance descriptivo buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Sampieri et al., 2014, pág. 92). Igualmente, en la componente cuantitativa de la investigación, se realiza recolección de información mediante muestra no probabilística o dirigida, en donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (Johnson, 2014, Hernández-Sampieri et al., 2013 y Battaglia, 2008b).

En el caso de la presente Trabajo de Grado, las muestras que se toman en las encuestas son guiadas por el propósito como lo plantea Sampieri (2014) “con las que el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. En las muestras de este tipo, la elección de los casos no depende de que todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de personas que recolectan los datos. La ventaja de una muestra no probabilística – desde la visión cuantitativa – es su utilidad para determinados diseños de estudio que requieren no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características específicas previamente al planteamiento del problema” (Sampieri et al., 2014, pág. 176).

En cuanto a la componente cualitativa del Trabajo de Grado referida a las entrevistas, se considera un diseño del tipo fenomenológico, de acuerdo con la clasificación de los diferentes enfoques cualitativos que hace Sampieri (2014) en el que el propósito es explorar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias.

6.2. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico que se implementa en la investigación del presente Trabajo de Grado, considera la recolección de información secundaria para la elaboración del marco teórico y de la reseña de estado del arte en los temas relevantes de la investigación; así como la recolección de información primaria del contexto del sector de la construcción de edificaciones en Colombia y la implementación de herramientas building information modeling (BIM) mediante la aplicación de entrevistas y encuestas (enfoque mixto).

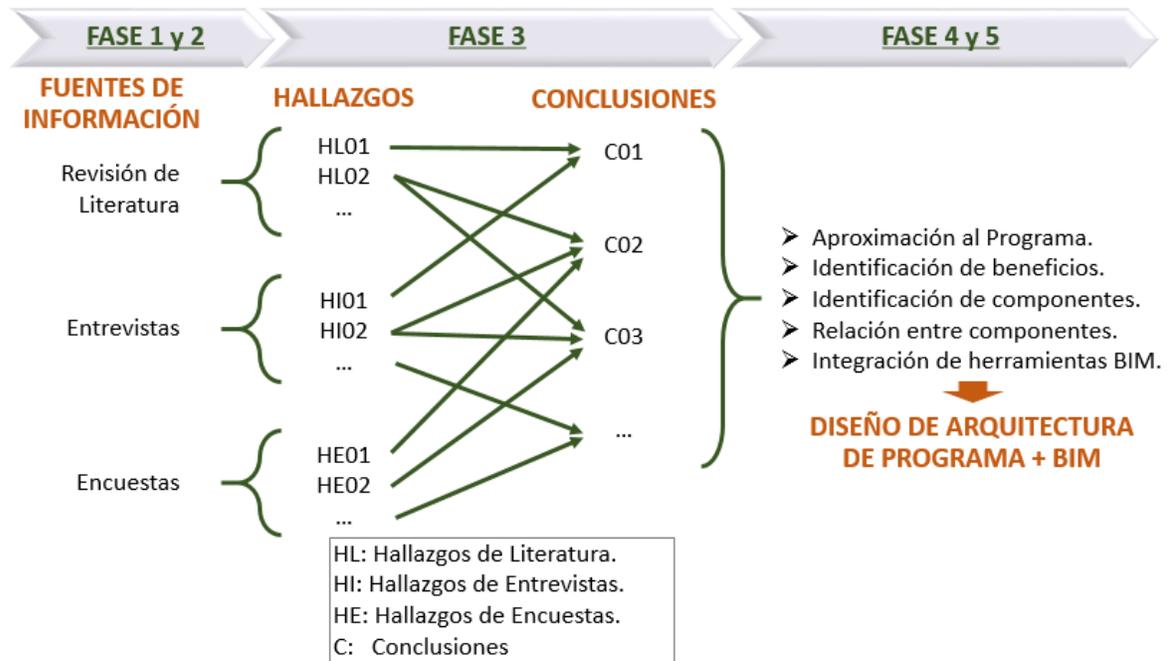
El proceso de recolección de información suficiente hace parte de las fases 1 y 2 de la investigación con lo cual, en la fase 3 es posible obtener hallazgos de cada una de las fuentes de información así:

- Hallazgos de literatura (HL).
- Hallazgos de Entrevistas (HI).
- Hallazgos de Encuestas (HE).

La disponibilidad de información desde diferentes fuentes permite analizarla mediante un enfoque mixto de investigación, con ejecución de triangulación concurrente (no secuencial), que implica corroborar resultados y efectuar validación cruzada entre los datos cuantitativos y cualitativos (Sampieri et al., 2014). El análisis de información desde las fuentes disponibles para la investigación se muestra en la Figura 5.

En la fase 3 de la investigación, el análisis de los investigadores, consiste en la identificación de palabras claves y términos relacionados encontrados en los hallazgos, que permita obtener elementos en común y de complemento para la generación de conclusiones (C), tendientes a determinar los elementos necesarios para el diseño de la arquitectura de programa y la integración de las herramientas BIM que se realizan en las fases 4 y 5.

Figura 5. Análisis de información mediante ejecución de triangulación concurrente.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Los resultados del diseño de la arquitectura de programa y de la integración de herramientas BIM que hacen parte del alcance de la investigación son verificados con dos expertos como asesores del trabajo de grado quienes han sido seleccionados para apoyar la investigación con conocimiento específico, uno experto en gestión de programas y otro experto en herramientas BIM. La verificación y recomendaciones recibidas por los expertos también se constituyen en información base para el diseño de la arquitectura de programa integrando herramientas building information modeling (BIM) para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia. En la Figura 6 se muestra de forma esquemática el flujo de información durante el desarrollo de la investigación.

Figura 6. Esquema de flujo de información en la Investigación.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

7. REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación, se presentan los resultados de la revisión de documentos mediante consulta de fuentes secundarias, para obtener los conceptos y definiciones relevantes alrededor de los temas fundamentales de la investigación para obtener el marco teórico junto con una reseña de estado del arte.

Esta información se toma como referencia para la obtención de hallazgos y conclusiones que son las base para el diseño de la arquitectura de programa integrando herramientas building information modeling (BIM) para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

7.1. MARCO TEÓRICO

Se hace una recopilación conceptual relacionada con el sector de la construcción de edificaciones, programas en el contexto de proyectos, arquitecturas en el programa de procesos y herramientas building information modeling (BIM), para obtener conceptos y definiciones relevantes para la investigación.

7.1.1. Construcción de edificaciones.

Se entiende como construcción, a las técnicas aplicadas para la fabricación de obras de arquitectura e ingeniería civil (Huerta Fernández, 2011, pág. 31), “la construcción es el soporte físico de la arquitectura, incluso la construcción impone algunos límites y exigencias, aunque razonables, al proyecto e incide creativamente en él, aportando un inagotable repertorio de sugerencias formales” (Graciani García, 2000, pág. 469)

Los sistemas constructivos que ha empleado la humanidad a lo largo de la historia para construir viviendas, diversas edificaciones, puentes, carreteras entre otras obras arquitectónicas y civiles, han evolucionado al devenir de la humanidad. Los retos de la construcción van orientados a lograr mejoras tecnológicas innovadoras en procesos, maquinarias, herramientas y materiales que permitan la productividad, la durabilidad y a su vez sean amigables con el medio ambiente.

7.1.2. Programas en el contexto de proyectos

La ejecución de conjuntos de proyectos que están orientados hacia el logro de objetivos estratégicos comunes dentro de una organización, ha propiciado la generación de marcos de trabajo que permitan conducir de forma coordinada las fases de implementación y desarrollo de estos paquetes de proyectos, introduciendo el concepto de programa y de gestión de programas.

De acuerdo con las definiciones del estándar del PMI® “The Standard for Organizational Project Management (OPM)”, los programas y los proyectos son usados por las organizaciones para “ejecutar de forma eficiente y efectiva iniciativas alineadas con estrategias para entregar valor de forma predecible” (Project Management Institute [PMI], 2018)(p. 3). Los proyectos que hacen parte de los programas están encargados de ejecutar bien el trabajo en términos de alcance, tiempo y costo, buscando maximizar la obtención de beneficios, en este sentido, las ineficiencias en proyectos causan ineficiencias en los programas. En la medida en que el trabajo que se hace en cada componente particular del programa se pueda integrar de forma efectiva, es posible conseguir la optimización de recursos dentro de los programas como una manera de aumentar su productividad.

7.1.2.1. Definición de programa

La gestión de programas ha sido objeto de análisis por las organizaciones que propenden por el uso de mejores prácticas y el establecimiento de metodologías de gestión alrededor de los proyectos. La mayoría de estas organizaciones han desarrollado publicaciones y estándares para la gestión de programas. A continuación, se presenta una reseña de las principales referencias y la definición de programa:

- **OGC – Oficina de Comercio Gubernamental del Reino Unido**

Referencia: Guía MSP® “Managing Successful Programmes”. Cuarta edición (2011).

Definición de programa: “Un programa es una estructura de organización flexible temporal creada para coordinar, dirigir y supervisar la aplicación de un conjunto de proyectos y actividades relacionadas con el fin de obtener resultados y beneficios relacionadas con objetivos estratégicos de la organización” (United Kingdom Office of Government Commerce [OGC], 2011).

- **PMI – Project Management Institute**

Referencia: Estándar PMI “The Standard for Program Management”. Cuarta edición (2017).

Definición de Programa: “Un programa se define como proyectos, programas secundarios y actividades de programa relacionadas cuya gestión se realiza de manera coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran de forma individual” (Project Management Institute [PMI], 2017).

- **IPMA – International Project Management Association**

Referencia: Estándar IPMA® “Individual Competence Baseline for Programme Management”. Versión 4.0 (2015).

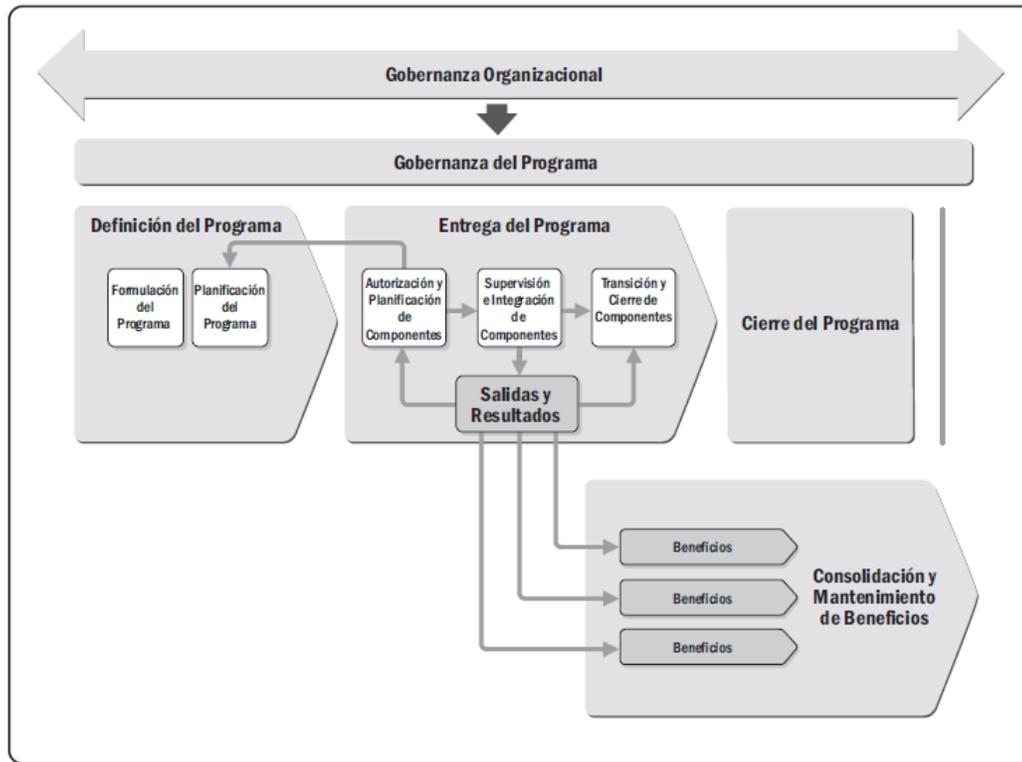
Definición de programa: “Una organización temporal de componentes de programa interrelacionados, gestionados de manera coordinada para permitir la implementación del cambio y la obtención de beneficios” (International Project Management Association [IPMA], 2015).

Una característica importante de los programas es que son temporales, es decir, tienen un inicio y un fin. El ciclo de vida de un programa inicia con una fase de definición y termina con la fase de cierre, luego de que ha entregado los beneficios. El ciclo de vida del programa establecido por el PMI reconoce tres fases:

- Fase de definición: Se hace la formulación, preparación, se autorizan y planean los componentes (proyectos y actividades relacionadas) del programa.
- Fase de entrega: Se produce la integración entre componentes y se ejecutan los planes para generar los resultados de cada componente del programa.
- Fase de cierre: Se hace el cierre de todos los componentes y se liquida el programa asegurando la transición de beneficios a la organización.

En la Figura 7, se muestra la representación del ciclo de vida del programa de acuerdo con PMI (Project Management Institute [PMI], 2017):

Figura 7. Ciclo de vida del programa.



Nota. Tomado de *Project Management Institute (PMI), 2017, Global Standard. The Standard for Program Management, Fourth Edition, Pg. 91.*

7.1.2.2. Componentes de programa

Las definiciones encontradas en las referencias establecen y coinciden, en que los programas reúnen proyectos, subprogramas y actividades relacionadas con el fin de gestionar el conjunto de forma coordinada, para obtener beneficios en la organización. Estos elementos que conforman el programa se denominan componentes de programa. Los componentes de programa deben tener una relación entre sí, coherente con el propósito del programa, esas interrelaciones entre componentes son las que guían la forma de gestionar los programas.

El estándar del PMI® “The Standard for Organizational Project Management (OPM)”, realiza una comparación entre proyectos, programas y portafolios vistos desde diferentes aspectos (Project Management Institute [PMI], 2018)(p. 11). En esta comparación es posible encontrar características de los programas en torno a la interacción de sus componentes y la obtención de beneficios, de las cuales vale la pena mencionar:

Alcance: “Los programas tienen un alcance que abarca el alcance de sus componentes. Los programas producen beneficios para una organización al garantizar que los productos y resultados de los componentes de programa se entreguen de manera coordinada y complementaria”.

Cambio: “Los programas se gestionan de una manera que acepta y se adapta al cambio según sea necesario para optimizar la entrega de beneficios a medida que los componentes de programa generan resultados y productos”.

Planeación: “Los programas son gestionados usando planes de alto nivel que monitorean las interdependencias y el progreso de los componentes de Programa. Los planes de programa también son usados para guiar la planeación a nivel de componentes”.

Gestión: “Los programas son gestionados por gerentes de programa quienes aseguran que los beneficios del programa son entregados como se espera, coordinando las actividades de los componentes de programa”.

Seguimiento: “Los gerentes de programa monitorean el progreso de los componentes de programa para asegurar que los objetivos generales, cronogramas, presupuesto y beneficios del programa se satisfacen”.

Los programas entregan los beneficios a la organización a través de la ejecución de los proyectos o subprogramas que lo conforman. Los componentes de un programa están relacionados a través de su búsqueda de metas complementarias con las que cada uno contribuye a la entrega de beneficios (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 3).

7.1.2.3. Arquitectura de programas

De acuerdo con el PMI, la gestión de programas es la aplicación de conocimiento, habilidades y principios a un programa para lograr sus objetivos y para obtener beneficios y control no disponibles gestionando los componentes del programa de forma individual (Project Management Institute [PMI], 2017). En este mismo sentido, el estándar del PMI “The Standard for Organizational Project Management (OPM)” precisa que la gestión de programas “armoniza el programa y sus componentes, controla sus interdependencias y gestiona el cambio en busca de obtener los beneficios esperados” (Project Management Institute [PMI], 2018)(p. 10). Los programas requieren que su gestión y su administración se enfoquen en la integración coordinada de sus componentes (proyectos y actividades relacionadas) para articularlos de forma eficiente, configurándose alineados con el cumplimiento de las estrategias organizacionales y la obtención de los beneficios esperados.

De acuerdo con el PMI, los componentes de un programa están relacionados a través de la búsqueda de metas complementarias con las que cada uno contribuye a la entrega de beneficios (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 3). Para el PMI, es en el dominio de la gestión de beneficios del programa, en donde se establece la arquitectura de programa, que esquematiza cómo los componentes proporcionarán las capacidades y resultados que se pretenden para lograr los beneficios del programa (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 50), por lo que la arquitectura de programa debe mostrar de forma esquemática la obtención de beneficios mediante la interacción entre los componentes del programa.

Este proceso de abstracción de los beneficios y visualización de su obtención a través de los componentes del programa, es la base para establecer la planeación del programa en términos de una obtención de beneficios de manera incremental, que pueda ser representada en una hoja de ruta para planear el cumplimiento de hitos, puntos de decisión del programa y para la obtención de cronogramas detallados.

En este mismo sentido, el estándar IPMA® “Individual Competence Baseline for Programme Management” reconoce la elaboración de una Arquitectura de programa en una fase de diseño del programa, como un “plan de alto nivel” en el que se hace una aproximación al enfoque que tendrá el programa, considerando los recursos, los fondos, los objetivos de los interesados, los beneficios, el cambio organizacional, los riesgos, las oportunidades, la gobernanza, la entrega, las prioridades y las urgencias que deberían conducir al éxito del programa. “La arquitectura refleja el ritmo, el equilibrio y el compromiso y proporciona orientación a los componentes subsidiarios y su lugar en el programa” (International Project Management Association [IPMA], 2015, pág. 118).

Esta arquitectura de programa como “plan de alto nivel” tendrá que ser detallada mediante planes formalizados, pero el diseño básico solo considera los elementos esenciales escogidos y las consecuencias de

cada elemento para el éxito del programa (International Project Management Association [IPMA], 2015, pág. 124).

La integración coordinada de los componentes de programa asegura que los riesgos puedan ser minimizados mediante un mejor control, o al menos conocimiento, de las relaciones entre los componentes. El manejo de la información entre componentes se vuelve un factor clave de éxito de los programas, por lo tanto, permite que las relaciones entre los componentes sean lo suficientemente dinámicas para lograr, que cualquier evolución en uno de los componentes, sea tomada en cuenta en la gestión de otro componente o en la gestión integrada del programa por todos los involucrados.

7.1.3. Diagramación de Procesos

Según la ISO, “los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida. En estas actividades pueden intervenir partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015). En este sentido, los componentes de programa pueden ser considerados como procesos, en este caso procesos de negocio, teniendo en cuenta que igualmente transforman elementos de entrada en elementos de salida con un propósito claro alrededor de la obtención de los beneficios del programa y, por consiguiente, la arquitectura de programa se constituye en una representación gráfica de la interacción de los componentes del programa como procesos de negocio correlacionados.

La arquitectura de programa se puede representar como un diagrama de procesos que permita observar de forma gráfica, la interacción entre los componentes del programa. La diagramación de procesos es una herramienta que permite representar de forma gráfica los procesos de una empresa y observar las actividades en conjunto (Valdés, 2003). La diagramación de procesos permite tener una visión global de la organización, ya que expresa gráficamente las relaciones entre las actividades y permite obtener una primera idea sobre los procesos que se desarrollan en la misma (Sanchis Gisbert, 2020).

La diagramación de procesos organizacionales o de procesos de negocio, se realiza mediante técnicas denominadas de “modelado de procesos de negocio” o BPM (por sus siglas en inglés Business Process Modeling), como una forma de representar los procesos dentro de una empresa. El modelado conceptual de los procesos de negocio dentro de la organización tiene varios propósitos, entre los que se cuenta: rediseño y reingeniería del negocio, cálculos de costos de procesos, certificaciones ISO (International Organization for Standardization) y TQM (Total Quality Management), simulaciones de procesos, entendimiento de requerimientos y muchos otros (Hommes, 2004).

Las técnicas de BPM son muy variadas y vienen desarrollándose vertiginosamente desde la década de los 60 (Aguilar-Saven, 2004), en la revisión bibliográfica realizada no se encontró referencia a la existencia de una técnica en particular que aplique a la creación de arquitecturas de programa en el contexto de proyectos

En la actualidad se ha extendido el uso del estándar para la notación gráfica denominada BPMN (por sus siglas en inglés Business Process Modeling Notation) que propone la organización Business Process Management Initiative (BPMI), para la representación de los bloques y la disposición de los diagramas de los procesos de negocio. La notación BPMN proporciona un mecanismo de visualización estándar para procesos de negocio optimizado para la ejecución (Object Management Group [OMG], 2011).

7.1.4. Herramientas building information modeling (BIM)

Los orígenes de building information modeling (BIM), por sus siglas en inglés o modelado de la información de la edificación, se remontan finales de la década de los 1970s, cuando Charles M. Eastman en 1974, publica los resultados de la investigación “Esquema del sistema de descripción de edificación (Buildign

Description System – BDS)”, donde presentan parte de las bases de lo que hoy se conoce como BIM, al presentar cómo integrar métodos computacionales, hardware y sistema de definición geométrica como apoyo para el manejo de un proyecto constructivo (Eastman et al, An Outline of the Building Description System, 1974) (Toribio , 2014).

En el 2002, Jarrey Laiserin publica el artículo titulado “Comparing Pommés and Naranjas”, explora las dificultades para la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC), en implementar nuevas herramientas y procesos relacionadas con la parametrización de modelos constructivos, representación 3D de diseños arquitectónicos, el manejo de información de gestión de proyectos, la evolución de los existentes sistemas CAD (Computer Aided Desing). De igual manera, propone utilizar el término acuñado por la empresa Autodesk en el 2002, denominado building information modeling y añade el acrónimo BIM (Laiserin, 2002) (Autodesk, 2002) (Toribio , 2014).

En el informe técnico de la empresa Autodesk en el año 2002. Describe como principales ventajas de las soluciones de building information modeling (BIM), la creación y operación de bases de datos digitales para colaboración de grupos de trabajos, la gestión de los cambios a través de esas bases de datos, la captura y preservación de la información para el uso mediante aplicaciones adicionales específicas de la industria de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC). Haciendo énfasis en que, mediante el modelamiento de información de una edificación, permite una mayor calidad trabajo, mayor rentabilidad en el diseño, la construcción y la operación de edificios (Autodesk, 2002, pág. 7).

El concepto ha seguido evolucionando y se encuentran múltiples definiciones de building information modeling (BIM), de las cuales se presentan algunas de las definiciones más acogidas por la industria.

El National Institute of Building Sciences building SMART Alliance, en el National BIM Standard (NBIMS) – United States, define tres enfoques Building Information Modeling, Model or Management (BIM³):

“Building information Modeling (BIM): PROCESO EMPRESARIAL para generar y aprovechar los datos de una edificación para diseñar, construir y operar la edificación durante su ciclo de vida. BIM permite a todas las partes interesadas tener acceso a la misma información en el mismo tiempo a través de la interoperabilidad entre plataformas tecnológicas.” (National Institute of Building Sciences, 2015, pág. 3)

“Building information Model (BIM): Es la REPRESENTACIÓN DIGITAL de las características físicas y funcionales de una edificación. Como tal, sirve como un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una edificación, formando una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida desde el inicio en adelante.” (National Institute of Building Sciences, 2015, pág. 3)

“Building Information Management (BIM): Es la ORGANIZACIÓN Y CONTROL del proceso empresarial utilizando la información del modelo digital para efectuar el intercambio de información en todo el ciclo de vida de un activo. Los beneficios incluyen comunicación centralizada y visual, exploración temprana de opciones, sostenibilidad, diseño eficiente, integración de disciplinas, control en sitio, documentación actualizada, entre otras. Es decir, desarrollar eficazmente un ciclo de vida del activo, desde la concepción, la operación hasta su demolición.” (National Institute of Building Sciences, 2015, pág. 3)

En el manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo, elaborado en colaboración a escala europea de organizaciones del sector público pertenecientes a 21 países, se define BIM como:

“BIM es un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de mejorar radicalmente los resultados de los clientes y de los proyectos, así como la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para mejorar la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida.

Se aplica a nuevos proyectos de construcción fundamentalmente, BIM apoya la renovación, reforma y mantenimiento del entorno construido, lo que representa la mayor parte del sector.” (EUBIM Task Group, 2017, pág. 4)

También presenta otra definición para los agentes involucrados en el sector público europeo:

“Para el sector público, BIM puede considerarse como «construcción digital». Combina el uso de la modelización informática en 3D con información sobre todo el ciclo de vida de los activos y los proyectos para mejorar la colaboración, la coordinación y la adopción de decisiones en la ejecución y explotación de los activos públicos. Además, aborda cambios en los procesos, pendientes desde hace mucho tiempo, del mundo analógico al mundo digital que nos permiten controlar y gestionar un volumen sin precedentes de datos e información digitales.” (EUBIM Task Group, 2017, pág. 12)

En Colombia el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio mediante la resolución 0441 del 01 de septiembre de 2020, “Por la cual se fijan los lineamientos para los curadores urbanos y las autoridades municipales o distritales competentes, encargadas del estudio, trámite y expedición de licencias urbanísticas, participantes o interesadas en participar en el plan piloto para la expedición de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva a través de medios electrónicos” se adoptan las siguientes definiciones (Ministerio de Vivienda, 2020):

“BIM como una metodología de trabajo colaborativa del sector de la construcción que por medio de la adopción de tecnologías tiene el potencial de generar ahorros significativos en costos y plazos de ejecución para el aumento de la productividad en el sector.”

“BIM es un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción”

De acuerdo con Jovanov (2019) el término BIM puede referirse al building information management, el cual está relacionado con building information modeling o building information model. En otras palabras, las discusiones sobre BIM son sobre la aplicación práctica de los modelos BIM para diferentes propósitos. El enfoque BIM se puede presentar en dos direcciones: como tecnología y como metodología (Jovanov et al, 2019)

- BIM como "tecnología" es la representación de lo físico y las características funcionales de una edificación. (Jovanov et al, 2019)
- BIM como "metodología" permite colaboración de los diferentes interesados en las etapas del ciclo de vida del activo. (Jovanov et al, 2019)

Por otra parte, BIM cuenta con herramientas, plataformas y entornos de trabajo, en el libro *BIM Handbook* de Chuck Eastman -y otros- se refieren a estos conceptos como (Eastman et al, BIM Handbook, 2011, pág. 70):

Herramientas BIM: Aplicaciones para tareas específicas que produce un resultado específico; las herramientas BIM son por ejemplo las de generación de modelos 2D y 3D, producción de dibujos, escritura de especificaciones, estimación de costos, detección de choques y errores, análisis de energía, renderizado, programación y visualización. La salida de la herramienta suele ser independiente, como informes, dibujos, etc. En muchos casos, sin embargo, la salida de la herramienta se exporta a otras aplicaciones, como la extracción de cantidades para la estimación de costos y cálculos estructurales, así como el diseño de diferentes instalaciones.

Plataformas BIM: Son aplicaciones, generalmente de diseño, que generan datos para múltiples usos. Proporciona un modelo de datos primario que almacena la información en la plataforma. La mayoría de las plataformas BIM también incorporan internamente funciones de herramientas como la producción de

dibujos y la detección de conflictos. Por lo general, incorporan interfaces para muchas otras herramientas con diversos niveles de integración. Algunas plataformas comparten la interfaz de usuario y el estilo de interacción. El proyecto digital se estructura de esta manera, con sus herramientas de estructura, diseño, entre otras funcionalidades.

Entornos de trabajo BIM: Permite la gestión de datos de uno o más modelos de proyectos constructivos que integran las aplicaciones (herramientas y plataformas) dentro de una organización. Apoya las políticas y prácticas de información dentro de la organización. A menudo, el entorno BIM no se conceptualiza y crece de acuerdo con las necesidades de la empresa. La generación y gestión automática de múltiples conjuntos de datos de herramientas BIM es su uso obvio. Además, cuando se utilizan múltiples plataformas y, por lo tanto, múltiples modelos de datos, se requiere otro nivel de gestión y coordinación de datos.

Estos entornos de trabajo BIM abordan el seguimiento y la coordinación de la comunicación entre personas y múltiples plataformas. Los entornos BIM brindan la oportunidad de intercambiar informaciones mucho más amplias que los datos del modelo por sí solos, como videos, imágenes, grabaciones de audio, correos electrónicos y diferentes clases de información utilizadas en la gestión de un proyecto. Las plataformas BIM no están configuradas para administrar información tan diversa y para lo cual se requiere servicios de servidores BIM para admitir entornos BIM.

Además, el entorno BIM incluye bibliotecas de interoperabilidad para su reutilización, interfaces con las aplicaciones que admite la organización, como enlaces a los sistemas de contabilidad y soluciones corporativas (Eastman et al, BIM Handbook, 2011).

Para el presente Trabajo de Grado se utiliza el concepto de Chuck Eastman, para lo relacionado con herramientas BIM.

7.2. RESEÑA DE ESTADO DEL ARTE

Se hace una reseña del estado del arte, sobre 5 temas: sector de la construcción de edificaciones en Colombia, gestión de programas en el sector de la construcción de edificaciones, usos de building information modeling (BIM) en Latinoamérica y Colombia, así como el contexto actual de BIM en Colombia.

7.2.1. Sector construcción de edificaciones en Colombia

El sector construcción en Colombia se clasifica en tres (3) segmentos que se denominan subsector de edificaciones, el subsector de obras civiles y el subsector de actividades especializadas (DANE, 2020, pág. 4), los cuales se describen a continuación:

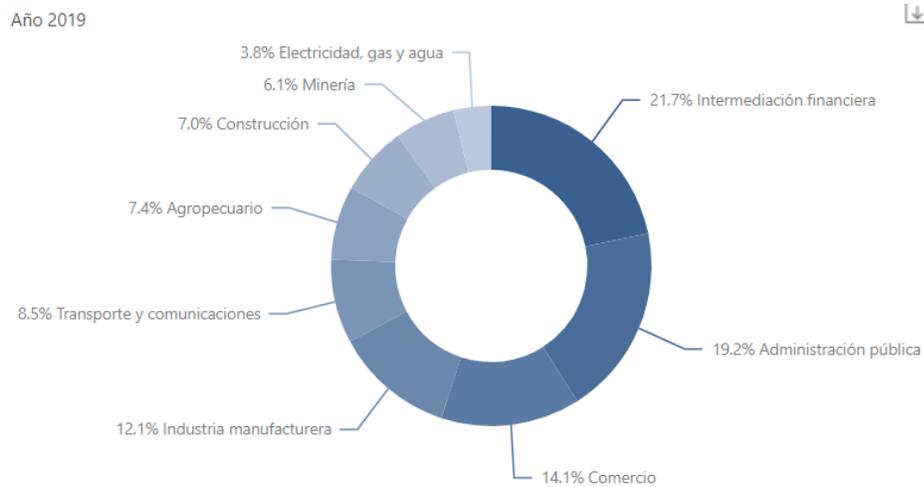
El subsector de edificaciones: Corresponde a la construcción de edificaciones residenciales y no residenciales, como son edificaciones institucionales, religiosas, hoteles, oficinas, comercio, hospitales, oficinas, bodegas, entre otras.

El subsector de obras civiles: Corresponde a la construcción de carreteras, vías de ferrocarril, proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil.

El subsector de actividades especializadas: Corresponde a actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil, así como alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores.

En su conjunto el sector construcción en el 2019 tuvo una participación del 7% en el producto interno bruto (PIB) total de Colombia (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2019), como se aprecia en la Figura 8.

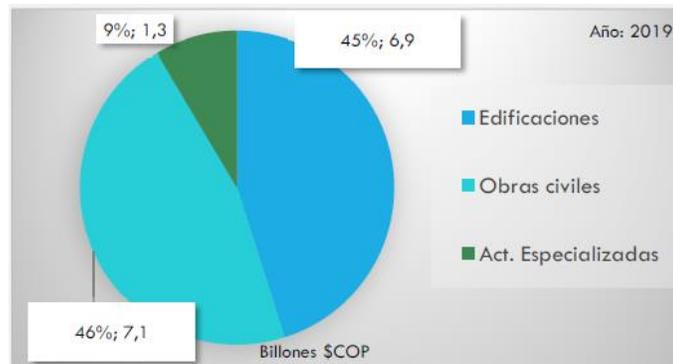
Figura 8. Valor agregado del PIB por actividad económica a precios corrientes del año 2019.



Nota. Tomado de CEPALSTAT; Bases de datos y publicaciones Estadísticas. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2019)

De la participación en el 2019 del 7% del sector de la construcción representado en 17,1 billones de pesos, el segmento de edificaciones representó 6,9 billones lo que equivale un 45% del total del sector construcción, en la Figura 9 se aprecia la distribución de los tres segmentos que componen el sector construcción (CAMACOL[2], 2020).

Figura 9. Distribución PIB por segmento del sector construcción del año 2019.

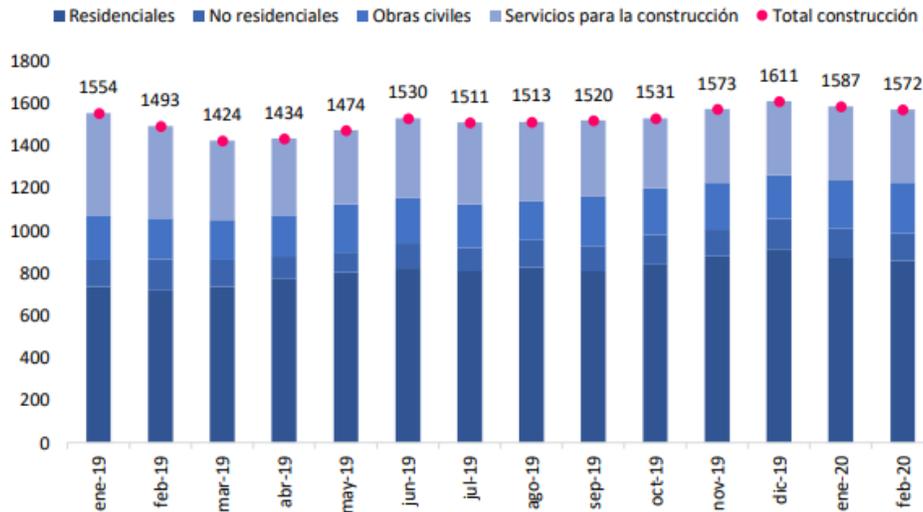


Nota: Figura de elaboración propia, información tomada de (CAMACOL[2], 2020) Construcción en cifras.

Las proyecciones iniciales estiman que el sector construcción en Colombia en el año 2020 crecerá alrededor del 4.4% del PIB y para el segmento edificador se esperaba un crecimiento 3,8% del PIB (Fedesarrollo, 2019, pág. 24), sin embargo, con la crisis sanitaria por la pandemia del COVID-19 se han afectado las proyecciones de crecimiento del sector construcción y del segmento edificador.

En lo relacionado con el empleo, el sector construcción realiza un aporte al empleo de Colombia, estimado para el 2019 en promedio de 1,5 millones de trabajadores mensuales, de los cuales el segmento edificador generó 987 mil empleos a febrero del 2020, representando el 63% de los empleados del sector (Minvivienda, 2020) como se aprecia en la Figura 10.

Figura 10. Distribución de ocupados en el sector construcción por subsector – Total, nacional Colombia (miles de ocupados, promedio móvil).



Notas. Tomado de Documento de coyuntura económica; Empleo en el sector constructor de edificaciones: perspectivas en el corto plazo. Bogotá: Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (Minvivienda, 2020)

Para el corte de mayo del 2020 el número de ocupados del sector construcción se situó en 1'073.772 trabajadores que implica un 27,1% menos que para el mismo periodo en el 2019, lo que representó el 5,9% del empleo nacional (CAMACOL[4], 2020, pág. 14), este fenómeno está asociado a la pandemia del COVID-19. En lo referente al segmento edificador en abril de 2020 se estima que se perdieron 109 mil empleos, ocupando 769 mil personas a nivel nacional (Minvivienda, 2020, pág. 13).

Dada la importancia del sector edificador y como medidas para incentivar la demanda, el gobierno nacional lanzó el plan más ambicioso que se haya diseñado para recuperar el sector edificador: 200.000 subsidios para la compra de vivienda interés social (VIS) y No VIS hasta el año 2022, con lo cual se estima que el empleo del sector en el año 2022 se recupere hasta llegar a los mismos niveles del 2019 (Minvivienda, 2020, pág. 3).

7.2.2. Gestión de programas en el sector de la construcción de edificaciones.

La Asociación de Gestión de la Construcción de América (CMAA, Construction Management Association of America) es una asociación de profesionales formada en 1982 que ayuda a gerencia en el sector construcción en Estados Unidos, con más de 16.500 miembros a lo largo de ese país en la actualidad (CMAA, 2021).

Los estándares en gerencia de proyectos y programas aplicados al sector construcción propuestos por la CMAA, junto con los estándares propuestos por el PMI son las mejores referencias que se pueden encontrar actualmente para EE. UU. (Delaney, 2014).

La CMAA define: “La gestión de programas, es la práctica profesional de gestión de la construcción aplicada a un programa de mejora de capital en uno o más proyectos desde el inicio hasta su finalización. Los servicios integrales de gestión de la construcción se utilizan para integrar las diferentes facetas del proceso de construcción (planificación, diseño, adquisición, construcción y operación) con el fin de proporcionar experiencia técnica y gestión estandarizada en cada proyecto.” (Delaney, 2014).

Otra propuesta, tomando aspectos de las definiciones del PMI y de la CMAA aplicadas específicamente a la construcción, define “la gestión de programas para la construcción es la práctica de incorporar técnicas de gestión tanto estratégicas como tácticas, en uno o más proyectos, desde el inicio hasta la finalización, para aumentar la probabilidad de éxito” (Delaney, 2014).

Otro aporte importante de Delaney (2014), en su libro gestión de programas para la construcción (construction program management), es documentar sus experiencias en la gestión de programas aplicados en la construcción, donde presenta casos de estudios, herramientas, técnicas, estructuras y recomendaciones para el logro de los beneficios del programa (Delaney, 2014).

En Colombia, investigaciones realizadas sobre el nivel de madurez en la gestión de proyectos en una empresa constructora ha evidenciado que el indicador de madurez es mayor en proyectos que para los programas, y mayor para los programas que para el dominio de portafolio (Prado & Orobio, 2019). También se evidencia que falta, que los planes de gerencia de proyectos sean integrados con los planes de gestión de programas de tal forma se obtengan una mejor gestión de beneficios (Landaeta, Sissa, & Navarro, 2018).

Sin embargo, se encuentra más información disponible acerca de la implementación de prácticas en gestión de Proyectos que la que se encuentra sobre implementación en gestión de programas. De acuerdo con Julio Matus Nakamura (PMP) (2015) “Ningún trabajo es entregado a nivel de programa. Todo el trabajo es realizado a través de los proyectos subyacentes. El programa está ahí para ayudar a la dirección del esfuerzo, ayudar a iniciar nuevos proyectos, asegurar que los proyectos están progresando de acuerdo con el plan, etc. Quizás por ello, toda la acción (y en consecuencia la literatura) continúa centrándose en la dirección de proyectos, y no de programas” (Matus, 2015).

7.2.3. Usos de building information modeling (BIM) en Latinoamérica.

En el año 2020 se realizó la Encuesta BIM Latam 2020, el cual fue un proyecto colaborativo orientado a obtener datos que permitieran construir una visión de conjunto sobre el estado de building information modeling (BIM) en Latinoamérica desde una perspectiva plural. El proyecto contó con esfuerzos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), la cual tuvo un alcance de 18 países de la región, en la cual fueron consultadas 846 empresas y cuyos resultados fueron ponderados según la participación en el mercado de la construcción en la región (BID y FIIC, 2020).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diagnóstico, predomina el uso de BIM en la fase de diseño, pero con cada vez mayor diversificación, los usos más frecuentes son la visualización y la coordinación 3D, como se aprecia en la Tabla 2.

Adicionalmente de las empresas encuestadas sobre los usos de BIM, se evidenció que el 18% reportaron hasta 3 usos, el 25% entre 4 y 6 usos, el 37% entre 7 y 9 usos y el 19% igual o más de 10 usos.

Tabla 2. Usos de BIM en Latinoamérica (%), 2020.

USOS DE BIM		%
Planificación	Estimación cantidades y costos	57%
	Elaboración de Planos Conceptuales	50%
	Levantamiento de condiciones existentes	43%
Diseño	Visualización durante la etapa de diseño	71%
	Coordinación 3D	71%
	Revisión del Diseño	68%
	Comunicación del Diseño	52%
	Análisis estructural	31%
	Evaluación de sostenibilidad	10%
	Planificación de la obra	46%
Construcción	Modelación as-built	41%
	Inspección de obra	19%
O&M	Mantenimiento preventivo	8%

Nota. Tomado de encuesta BIM Latam 2020 (BID y FIIC, 2020).

Respecto a los beneficios percibidos del uso de BIM en la fase de ejecución de obra sobre el proyecto son múltiples, las empresas encuentran un nivel significativo de mejoras en la totalidad de las dimensiones evaluadas. Sin embargo, se destacan los beneficios relacionados a la eficiencia y costos con mayor nivel de percepción en el diagnóstico Encuesta BIM LATAM 2020 (BID y FIIC, 2020), como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Beneficios de BIM sobre el proyecto, la mejora en la fase de obra (%), 2020.

BENEFICIOS DE BIM SOBRE EL PROYECTO: La mejora en la fase de obra		%
Eficiencia y costos	Reducción de los conflictos de coordinación durante la etapa de obra	79.2%
	Reducción de retrabajos	72.7%
	Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros	71.6%
	Reducción de los costos de construcción	53.3%
Calidad y seguridad	Reducción de errores y omisiones en la documentación de obra	76.7%
	Mejoras en la seguridad	49.7%
Control y Plazos	Mejora del control de costos (Predictibilidad)	67.2%
	Reducción en el ciclo de aprobación del cliente	56.1%
	Reducción de la duración integral del proyecto	52.3%

Notas. Tomado de encuesta BIM Latam 2020 (BID y FIIC, 2020).

En lo relacionado con los beneficios percibidos por la organización, la mejora en las capacidades de atraer clientes y generar nuevos negocios aparece como el beneficio más significativo derivado del trabajo en BIM. En lo concerniente a los procesos, se evidencia un beneficio destacado, el relacionado con un menor tiempo de documentación y dedicar un mayor tiempo en actividades que generan valor como el diseño, lo que se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4. Beneficios organizacionales de BIM, 2020.

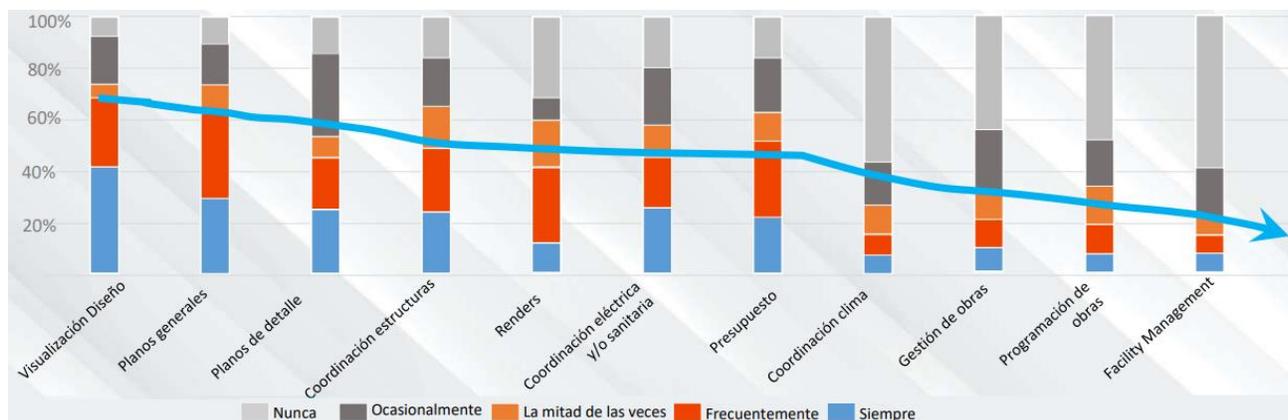
BENEFICIOS ORGANIZACIONALES DE BIM		%
Clientes y nuevos negocios	Mejora generalizada de la imagen de su organización como líder de la industria	75.7%
	Ofrecer nuevos servicios	63.4%
	Marketing de nuevos negocios para clientes nuevos	59.2%
	Mantener negocios tradicionales con clientes existentes	46.0%
Procesos y calidad	Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando	68.0%
	Contratación y retención de funcionarios	36.8%
Rentabilidad	Aumento de beneficios	61.9%
	Menores reclamos / litigiosidad	51.9%

Nota. Tomado de la encuesta BIM Latam 2020 (BID y FIIC, 2020).

En el diagnóstico Encuesta BIM LATAM 2020, también encontraron la percepción de los beneficios asociados a la inversión, donde ocho de cada diez empresas encuestadas (82%) afirmaron estar recibiendo un valor superior a los recursos invertidos en implementar Building Information Modeling (BIM).

7.2.4. Usos de building information modeling (BIM) en Colombia.

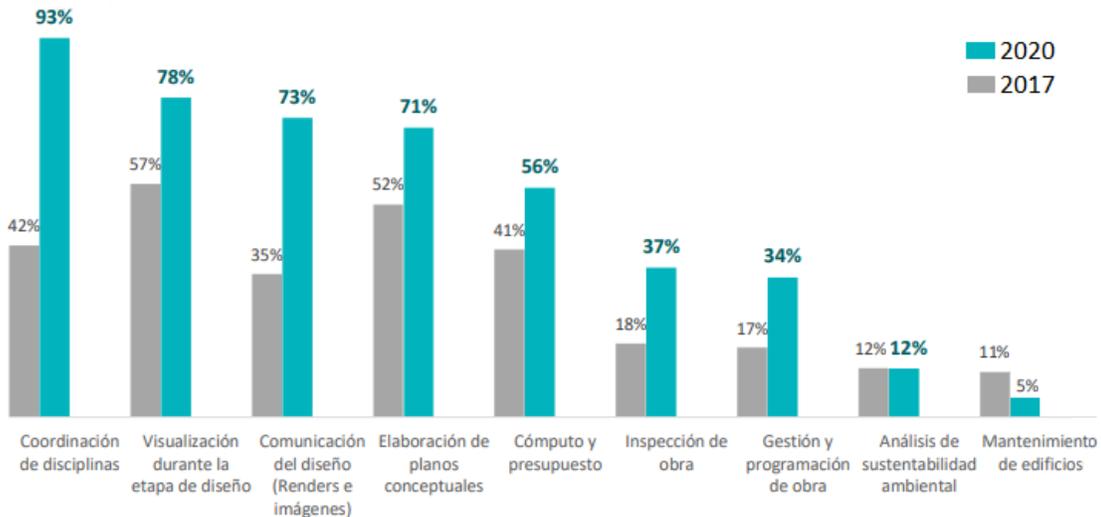
De acuerdo con la encuesta del BIM Forum FIIC, realizada por la Red Interamericana de Centros de innovación en la construcción en la que participaron 17 países de Latinoamérica elaborada en el 2017. En lo concerniente a los resultados obtenidos para Colombia en los usos de herramientas BIM, muestra cómo la actividad de visualización de diseño es el uso más frecuente, también muestra a lo largo del proceso constructivo diferentes procesos de adopción como se aprecia en la Figura 11. Así como se evidencia la necesidad de seguir promoviendo su uso en los procesos de ejecución de obras y gestión de proyectos (CAMACOL [BIMCO], 2019)

Figura 11. Usos de herramientas BIM en Colombia

Notas. Tomado de la presentación De BIM a la Transformación Digital de la Industria BIMCO 2019; referenciando a la Secretaría Ejecutiva INCONET - Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Informe Ejecutivo Brasilia 2017 (CAMACOL [BIMCO], 2019)

Para el año 2020 con la realización de la Encuesta BIM Latam 2020, se evidencia cómo en los últimos tres (3) años ha aumentado el uso de herramientas BIM en las empresas en Colombia, siendo la coordinación de disciplinas el uso que más se intensificó en las empresas, sin embargo, en los demás usos reportados hubo incrementos significativos. En lo relacionado con temas de operación y mantenimientos de edificaciones el uso sigue siendo bajo como se evidencia en la Figura 12.

Figura 12. Línea de diagnóstico de uso de herramientas BIM en Colombia



Nota. Tomado de la encuesta BIM Latam 2020; Diagnóstico del estado de BIM para América Latina 2020 (BID y FIIC, 2020); presentado en el BIMCO 2020 organizado por CAMACOL y BIM FORUM COLOMBIA.

7.2.5. Contexto actual de building information modeling (BIM) en Colombia.

En el mundo varios países han adoptado estrategias gubernamentales para desarrollar políticas encaminadas a implementar building information modelling (BIM), estrategias que se conocen como “Mandato BIM”, es el caso de Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Noruega, Dinamarca, Singapur, Australia, Japón, Chile, Brasil y otros.

En el caso Colombiano, un primer avance es la adopción de la Política Nacional para la transformación digital e inteligencia artificial mediante el documento CONPES 3975 del 08 de noviembre del 2019, que establece “Crear condiciones habilitantes para la innovación digital en los sectores público y privado, con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital, a través de ejecutar iniciativas de alto impacto apoyadas en la transformación digital” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2019)

La Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), con el apoyo de varios actores del sector y la gestión del conocimiento del BIM FORUM Colombia, basados en documentos internacionales y las experiencias de importantes empresas de construcción colombianas, lanzan en el 2019 el “BIM KIT guías para la adopción BIM en las organizaciones” y para el 2020 lo complementan con el BIM KIT 2. En el cual se agrega un aparte dedicado al Plan de Ejecución BIM (BEP por sus siglas en inglés BIM Execution Plan), donde se planifican y comunican las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, que son aplicados para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM, solicitados por el cliente para un proyecto, una fase o fases concretas del ciclo de vida del mismo. (BIM FORUM COLOMBIA y CAMACOL, 2020)

En noviembre del año 2020 el Gobierno Nacional de Colombia lanza la “Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026”, en el cual se marca la ruta para establecer el Mandato BIM a nivel nacional, el documento de estrategia establece como visión nacional la “**transformación digital** del sector de la **construcción** para un mejor uso de los **recursos** disponibles y una mayor **productividad**”. La estrategia prevé una implementación progresiva de 7 años para la capacitación y digitalización del sector construcción y operación. (Gobierno de Colombia, 2020)

Otro hecho importante en el 2020 fue la expedición de la resolución 0441 del 01 septiembre del 2020, en el que se dan los lineamientos a las autoridades urbanas para tramitar las licencias de construcción bajo la metodología BIM, es decir digitalmente (Ministerio de Vivienda, 2020).

En el año 2021, se encuentra trabajando el comité CTN254 – Edificaciones y Obras de ingeniería civil del ICONTEC, en la traducción oficial al español para Colombia de la norma ISO-19650 de 2018 “Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (building information modelling)”. Dichas normas se denominan la NTC-ISO 19650-1 (Parte 1: Conceptos y principios) y NTC-ISO 19650-2 (Parte 2: Fase de desarrollo de los activos), las cuales esperan ser publicadas en el primer semestre del 2021 (ICONTEC, 2021), estos documentos son claves para la implementación de BIM en el país.

8. RESULTADOS Y CONTRIBUCIÓN

Los resultados y la contribución del Trabajo de Grado se refieren al levantamiento de información en fuentes primarias con el que se complementa la revisión de literatura, a la obtención de hallazgos y conclusiones como base para el diseño de la arquitectura de programa y a la construcción del producto, referido específicamente a la arquitectura de programa integrando herramientas building information modeling (BIM) para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

La arquitectura de programa incluye los diagramas de obtención de beneficios para mostrar de forma esquemática la relación entre los componentes del programa y cada uno de los beneficios del programa integrando las herramientas BIM. Consisten en diagramas de bloques funcionales que muestran la interacción entre componentes para la obtención de cada beneficio, identificando a su vez las interacciones en las que puede existir aporte de BIM y la forma en que lo hace.

Los diagramas de obtención de beneficios se entregan como parte integral de la arquitectura de programa, ya que muestran de forma gráfica el aporte de cada componente a la obtención de los beneficios.

8.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Se realiza el levantamiento de información primaria, mediante entrevistas y encuestas como instrumentos de investigación para recolectar información adicional de referencia, que complementa la revisión de literatura, para el diseño de la arquitectura de programa. Las entrevistas y las encuestas aportan respectivamente el componente cualitativo y cuantitativo de la investigación con enfoque mixto que se aborda en el trabajo de grado.

Los instrumentos de investigación para levantamiento de información son aplicados directamente a profesionales involucrados con el sector de la construcción de edificaciones en Colombia.

8.1.1. Instrumento entrevista.

El instrumento de entrevista aporta la componente cualitativa de la investigación. Se diseña para ser aplicada a profesionales de gestión de proyectos o programas vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia. Consiste en un cuestionario semiestructurado conformado por 22 preguntas abiertas agrupadas en 2 módulos:

- Módulo 1: Proyectos y programas en la empresa.
- Módulo 2: BIM en la empresa.

En la Tabla 5 se presenta la ficha técnica de la entrevista.

Tabla 5. Ficha técnica entrevista.

Metodología de la investigación	Cualitativa.
Técnica de recolección	Entrevista semiestructurada.
Instrumento	Entrevista.
Grupo objetivo	Gerentes de proyectos o programas vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia con experiencia mayor a 5 años o al menos 2 proyectos de construcción de edificaciones realizados como gerente de proyecto o programa que actualmente se desempeñe en empresas que actualmente se encuentran usando herramientas BIM.
Tamaño de la población	4 entrevistados.
Fecha de trabajo en campo	
Medio de realización de la entrevista	Virtual
Diseño y realización	Investigadores (grupo de trabajo de grado)

Nota. Fuente. Autores, 2021.

El instrumento entrevista con todas las preguntas se encuentra en el Anexo 1. Los resultados completos del instrumento de investigación de entrevista se encuentran en el Anexo 3.

Para el análisis de las entrevistas se tomaron las respuestas de todos los entrevistados a la misma pregunta y se identificaron puntos en común o alguna concordancia que tuviera relevancia y se anotó como un hallazgo de este instrumento. Estos hallazgos son los que se consideraron para la generación de conclusiones como insumo para el diseño de la arquitectura de programa.

8.1.2. Instrumento encuesta.

El instrumento de encuesta aporta la componente cuantitativa de la investigación. El cuestionario se diseñó para identificar los componentes involucrados y sus relaciones en el proceso de desarrollo de programas y proyectos que generalmente realizan empresas del sector de la construcción de edificaciones en Colombia y el estado de implementación de herramientas BIM en estos componentes. Consiste en un cuestionario estructurado conformado por 16 preguntas cerradas relacionadas con:

- Perfil del encuestado.
- Procesos de la empresa.
- Proyectos y programas en la empresa.
- BIM en la empresa.

La aplicación de la encuesta se dirige a profesionales vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia que hayan participado en proyectos de construcción de edificaciones y con conocimientos en herramientas BIM.

Se utiliza la clase de muestra no probabilística o dirigida, donde se escoge a profesionales que han trabajado en el sector de la construcción de edificaciones y profesionales con conocimientos o experiencia en BIM.

La encuesta se aplica efectivamente a 68 profesionales vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia y con conocimientos en herramientas BIM. Los encuestados se han desempeñado

como residentes y directores de obra, gerentes de proyectos, coordinadores de proyectos, profesionales de costos y presupuestos, diseñadores de diferentes disciplinas para edificaciones, directores BIM, analista BIM, consultores BIM entre otros.

El instrumento entrevista con todas las preguntas se encuentra en el Anexo 2. Los resultados completos del instrumento de investigación de encuesta se encuentran en el Anexo 4.

8.2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La revisión de literatura y el levantamiento de información primaria condujo a la identificación de hallazgos de cada una de las fuentes de información, obteniendo lo siguiente:

- Hallazgos de literatura (HL).
- Hallazgos de entrevistas (HI).
- Hallazgos de encuestas (HE).

Los hallazgos de literatura (HL), hallazgos de entrevistas (HI) y los hallazgos de encuestas (HE) se analizan en conjunto de forma concurrente para identificar puntos en común y de complemento que aporten a la construcción de la arquitectura de programa como producto; este análisis permite generar conclusiones (C) que justifican y soportan los elementos que se desarrollan en el diseño de la arquitectura de programa integrando herramientas building information modeling (BIM) para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

La codificación de los hallazgos y conclusiones se realiza en adelante usando las letras clave de identificación de cada uno: “HL” para hallazgos de literatura, “HI” para hallazgos de entrevistas, “HE” para los hallazgos de encuestas y “C” para las conclusiones; seguidos de dos dígitos para asignar el consecutivo.

A continuación, se presentan los hallazgos y conclusiones con su respectiva codificación, descripción y fuente de información:

8.2.1. Hallazgos de literatura.

Los hallazgos obtenidos en la revisión de literatura se describen en la Tabla 6:

Tabla 6. Hallazgos resultantes de la revisión de literatura.

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HL01	Los programas son usados para alcanzar objetivos estratégicos de mediano y largo plazo por lo que deben estar alineados con la estrategia de la organización.	(PMI, 2018) Numeral 7.1.2
HL02	Los programas reúnen proyectos, subprogramas y actividades relacionadas con el fin de gestionar el conjunto de forma coordinada para obtener beneficios para la organización. Los proyectos, subprogramas y las actividades relacionadas que conforman un programa se denominan componentes de programa.	(OGC,2011; PMI,2017; IPMA,2016) Numeral 7.1.2.2
HL03	Los programas tienen un alcance que abarca el alcance de sus componentes. Los programas producen beneficios para una organización al garantizar que los productos y resultados de los componentes de programa se entreguen de manera coordinada y complementaria.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.2
HL04	Los programas se gestionan de una manera que acepta y se adapta al cambio según sea necesario para optimizar la entrega de beneficios a medida que los componentes de programa generan resultados y productos.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.2
HL05	Los programas son gestionados usando planes de alto nivel que monitorean las interdependencias y el progreso de los componentes de programa. Los planes de programa también son usados para guiar la planeación a nivel de componentes.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.2

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HL06	Los programas son gestionados por gerentes de programa quienes aseguran que los beneficios del programa son entregados como se espera, coordinando las actividades de los componentes de programa.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.2
HL07	Los gerentes de programa monitorean el progreso de los componentes de programa para asegurar que los objetivos generales, cronogramas, presupuesto y beneficios del programa se satisfacen.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.2
HL08	El manejo de la información entre componentes, a través de la armonización del programa, el control de las interdependencias y la gestión del cambio contribuye en la búsqueda de los beneficios esperados como factor clave de éxito.	(PMI,2018) Numeral 7.1.2.3
HL09	Los procesos son un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida.	(ISO 2015) Numeral 7.1.3
HL10	El sector construcción en Colombia se clasifica en tres (3) segmentos que se denominan: subsector de edificaciones, el subsector de obras civiles y el subsector de actividades especializadas.	(DANE, 2020) Numeral 7.2.1
HL11	En su conjunto el sector construcción en el 2019 tuvo una participación del 7% en el producto interno bruto (PIB) total de Colombia.	(CEPAL, 2019) Numeral 7.2.1
HL12	De la participación en el 2019 del 7% del PIB del sector de la construcción representado en 17,1 billones de pesos, el segmento de edificaciones representó 6,9 billones lo que equivale un 45% del total del sector construcción.	(CAMACOL, 2020) Numeral 7.2.1
HL13	Dada la importancia del sector edificador y como medidas para incentivar la demanda el gobierno nacional lanzo el plan más ambicioso que se haya diseñado para recuperar el sector edificador: 200.000 subsidios para la compra de vivienda interés social (VIS) y No VIS hasta el año 2022.	(Minvivienda, 2020) Numeral 7.2.1
HL14	Las empresas del sector edificador comienzan a tomar acciones para adaptarse a la transformación digital del sector como factores competitivos esenciales.	(CAMACOL, 2020) Numeral 7.2.1
HL15	Colombia presenta resultados de productividad muy por debajo con respecto a sus pares internacionales lo que afecta directamente su competitividad.	(McKinsey & Co, 2017) Numeral 3.2
HL16	El módulo correspondiente a la adopción de tecnología, como mejor practica para aumentar la productividad de las empresas del sector de la construcción, presenta el mayor rezago en la implementación de las empresas de Colombia con un 14% comparado con las empresas de construcción del resto del mundo con un 48%.	(McKinsey & CAMACOL, 2018) Numeral 3.2
HL17	En el sector construcción se considera que, faltan prácticas de implementación de herramientas de <i>building information modeling</i> (BIM), construcción modular, tecnologías 3D, plataformas de información centralizada, soluciones colaborativas de movilidad de construcción que puedan adaptarse en el campo, entre otras.	(McKinsey & CAMACOL, 2018) Numeral 3.2
HL18	Para la implementación de BIM se recomienda contar con un plan de ejecución de BIM conocido como BEP por sus siglas en inglés <i>BIM Execution Plan</i> , que oriente al equipo del proyecto sobre cómo desplegar la estrategia BIM al interior de los proyectos, en el cual se definen entre otras: las plantillas, guías, formatos, codificación de objetos en los modelos BIM, los flujos de información y acceso a la misma, requerimientos de tecnologías hardware y software necesarios.	(BIM KIT 2; BIM FORUM COLOMBIA, 2020) Numeral 7.2.5
HL19	Building Information Modeling (BIM) es considerado como un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. También BIM puede ser considerado como un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital. Para esto se utilizan Entornos de trabajo BIM que permiten la gestión de datos de uno o más modelos de proyectos constructivos e integran las aplicaciones (herramientas y plataformas) dentro de una organización.	(PlanBim, 2019) (Succar, 2019) (EUBIM Task Group, 2017) (Eastman, 2011) Numeral 7.1.4

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HL20	Desde 1995 el crecimiento de la productividad del sector de la construcción se ha rezagado frente al del total de la economía a nivel global. En Colombia entre 1995 y 2015 la productividad del sector no solo se rezagó, sino que además se contrajo, con lo cual actualmente presenta uno de los niveles de productividad más bajos comparado con sus pares internacionales.	(Camacol & McKinsey & co, 2018) Numeral 4
HL21	La inadecuada productividad de la fuerza laboral, influye en las brechas de tiempos y costos de los proyectos de construcción en Colombia.	(Lozano et al, 2018) Numeral 4
HL22	Una alta subcontratación y problemas recurrentes con subcontratistas por incumplimientos, influye en las brechas de tiempos y costos de los proyectos de construcción en Colombia.	(Lozano et al, 2018) Numeral 4
HL23	Estudios realizados en empresas del sector construcción en Colombia evidencian una baja adopción de prácticas de programas y portafolios.	(Prado & Orobio, 2019) (Landaeta et al, 2018) Numeral 4
HL24	Existe falta de comunicación entre las partes involucradas en los proyectos realizados por empresas del sector construcción.	(Lozano et al, 2018) Numeral 4
HL25	La baja adopción de mejores prácticas en trabajo colaborativo y de cooperación, afectan la productividad por falta de una adecuada gestión y revisión de diseños de proyectos constructivos, ya que, los procesos de diseño requieren de una comunicación efectiva dada la participación de múltiples grupos de trabajo o contratistas para la elaboración de los mismos. Lo que implica la necesidad de implementar herramientas tecnológicas de colaboración en tiempo real, como BIM en niveles 3D, 4D, 5D, que permita mejorar esta situación.	(Camacol & McKinsey & co, 2018) Numeral 4
HL26	En lo relacionado a la falta de implementación de herramientas BIM, no solo es necesario tener acceso a la tecnología, también es necesario que las personas que interactúan con ella desarrollen la capacidad de aceptarla, usarla, aprovecharla y sacar su máximo potencial.	(Coloma, y otros, 2019) Numeral 3.2
HL27	Entre los factores que influyen de manera significativa en la diferencia entre tiempos y costos en proyectos de construcción en Colombia se encuentra la falta de una comunicación efectiva entre las partes involucradas.	(Lozano et al, 2018) Numeral 4
HL28	El diseño y la ingeniería es uno de los temas en los que se presenta un mayor rezago en Colombia, en términos de productividad frente a las tendencias internacionales. Se presenta que la adopción de buenas prácticas de productividad en este campo es del 63% frente a un 74% de referencia en la media internacional. Los diseños inadecuados y la falta de estandarización, requiere repensar los diseños de las construcciones de modo que se propenda por los conceptos modulares y la estandarización.	(Camacol & McKinsey & co, 2018) Numeral 4
HL29	En 2018, la Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL y la firma consultora McKinsey & Co realizan el informe de productividad a las empresas colombianas del sector de la construcción de edificaciones. El módulo correspondiente a la adopción de tecnología presenta el mayor rezago comparado con lo implementado por empresas de construcción del resto del mundo, ya que a nivel internacional está en 48% y Colombia alcanza apenas 14%.	(Camacol & McKinsey & co, 2018) Numeral 3.2
HL30	En Latinoamérica se evidencia en un 71% como uso de BIM en la fase de diseño usándolo para la “visualización durante la etapa de Diseño”. En Colombia se evidencia en un 73% el uso de herramientas BIM de “visualización durante la etapa de diseño”.	(BID y FIIC, 2020). Numeral 7.2.3 Numeral 7.2.4

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HL31	En Latinoamérica se evidencia en un 71% como uso de BIM en la fase de diseño usándolo para la “revisión de diseño”. En Colombia se evidencia en un 93% el uso de herramientas BIM de “coordinación de disciplinas”.	(<i>BID y FIIC, 2020</i>). Numeral 7.2.3 Numeral 7.2.4
HL32	En Latinoamérica se evidencia en un 57% como uso de BIM en la fase de planificación usándolo para la “estimación de cantidades y costos”. En Colombia se evidencia en un 56% el uso de herramientas BIM de “cómputo y presupuesto”.	(<i>BID y FIIC, 2020</i>). Numeral 7.2.3 Numeral 7.2.4
HL33	En Latinoamérica se evidencia en un 46% como uso de BIM en la fase de diseño usándolo para la “planificación de obra”. En Colombia se evidencia en un 34% el uso de herramientas BIM de “gestión y programación de obra”.	(<i>BID y FIIC, 2020</i>). Numeral 7.2.3 Numeral 7.2.4
HL34	En Latinoamérica se evidencia en un 10% como uso de BIM en la fase de diseño usándolo para la “evaluación de sostenibilidad”. En Colombia se evidencia en un 12% el uso de herramientas BIM de “análisis de sustentabilidad ambiental”.	(<i>BID y FIIC, 2020</i>). Numeral 7.2.3 Numeral 7.2.4

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.2.2. Hallazgos de entrevistas.

Los hallazgos obtenidos de las entrevistas se describen en la Tabla 7:

Tabla 7. Hallazgos obtenidos en las entrevistas.

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HI01	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas del sector construcción que construyen un activo y lo entregan a un cliente, administración o propietario para la operación del activo. Sin embargo, en algunos negocios inmobiliarios la empresa entra a hacer parte de la operación del activo.	Pregunta No. 1
HI02	En los casos que hay operación de inmuebles es cuando el desarrollo mobiliario tiene carácter comercial como por ejemplo centros comerciales, oficinas y locales comerciales.	Pregunta No. 1
HI03	Existe una interacción entre la empresa y el producto obtenido que es inherente al negocio, que corresponde a las garantías posventas relacionadas con acabados por (1) año y la estabilidad de la obra por (10) años en proyectos inmobiliarios, de acuerdo con lo señalado en la ley 1480 de 2011 (estatuto del consumidor).	Pregunta No. 1
HI04	Se presentan gerencias de proyectos por líneas de negocios o de acuerdo con la magnitud de los proyectos. Por ejemplo, construcciones VIS (Vivienda de interés Social), VIP (Vivienda de interés prioritario, No VIS, edificaciones oficinas, centros comerciales, bodegas, proyectos especiales entre otros. En los casos de líneas de negocios, un gerente de proyectos está a cargo de los diferentes proyectos de dicha línea estratégica.	Pregunta No. 2
HI05	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran estructuras matriciales en las que un gerente de proyectos tiene el soporte de áreas funcionales transversales y donde la comunicación presenta ciertos niveles de dificultad para entender las particularidades de cada proyecto.	Pregunta No. 3
HI06	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas del sector es usual contar con áreas compartidas que dan soporte a los proyectos.	Pregunta No. 3
HI07	Los beneficios asociados al conocimiento se dan por oportunidad (lecciones aprendidas), no se evidencia una planeación consciente de la obtención de este tipo de beneficios.	Pregunta No. 4
HI08	Los beneficios asociados al conocimiento que logran ser identificados, buscan ser capitalizados en los proyectos subsiguientes.	Pregunta No. 4

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HI09	Existe coordinación mediante la sinergia en las fases de diseño, ya que se aprovecha la interrelación de los diferentes consultores para el diseño de los proyectos y la experiencia en los conocimientos técnicos, generalmente centralizada en una coordinación técnica.	Pregunta No. 5
HI10	Existe sinergia entre proyectos en la parte de adquisición de suministros, ya que, esto le permite mayor de poder negociación a la empresa.	Pregunta No. 5
HI11	Existe coordinación entre proyectos relacionados, a través de la definición clara de organigramas, roles y responsabilidades; permitiendo definir un responsable y el aporte de los colaboradores para el logro de objetivos.	Pregunta No. 5
HI12	Las empresas del sector muestran tendencia al uso de nubes de información y plataformas de trabajo colaborativo, con protocolos definidos para su uso.	Pregunta No. 6
HI13	Algunas empresas presentan dificultades en el versionamiento de planos y garantizar el acceso a la última información aprobada para la obra.	Pregunta No. 6
HI14	Las empresas buscan mayor reputación que le permita capitalizar nuevos negocios, buscan mayor productividad capitalizando las lecciones aprendidas.	Pregunta No. 7
HI15	Existe obtención de ventaja competitiva por la capacidad de adaptación a diferentes modelos del negocio inmobiliario, obtenida por construcción de lazos comerciales y experiencia en el sector.	Pregunta No. 7
HI16	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas constructoras agrupan los proyectos por líneas de negocio.	Pregunta No. 8
HI17	La gerencia del proyecto es asignada por la alta dirección.	Pregunta No. 8
HI18	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran estructuras matriciales, en las que los recursos se asignan a los gerentes de proyectos desde las áreas funcionales transversales.	Pregunta No. 8
HI19	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas cuentan con un <i>Back Office</i> compuesto por el área financiera (costos y presupuesto), compras, área jurídica (licencias y trámites), área administrativa (recursos humanos) y el área de informática principalmente.	Pregunta No. 9
HI20	Las áreas de comercialización, ventas y servicio al cliente, así como la oficina técnica (diseños) en algunas empresas dan soporte transversalmente y en otras tienen dedicación exclusiva a un proyecto en particular.	Pregunta No. 9
HI21	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que para las empresas es muy importante que los involucrados en el proyecto cuenten con última versión de la información y que esté socializada en cada uno de los equipos de trabajo para no generar reprocesos.	Pregunta No. 10
HI22	Las interacciones claves corresponden a las relaciones entre el proyecto y las áreas funcionales de la empresa, que prestan apoyo de forma transversal a todos los proyectos.	Pregunta No. 10
HI23	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que, en las empresas constructoras, los procesos continuos son compartidos entre proyectos, independiente de si existe alguna relación entre sí o la fase de desarrollo en la que se encuentren.	Pregunta No. 11
HI24	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas constructoras generalmente tercerizan la realización de diseños de distintas especialidades, así como contratos de obras o instalaciones específicas.	Pregunta No. 12
HI25	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que en las empresas constructoras también es común tercerizar algunas actividades especializadas que no atiende el <i>Back Office</i> como saneamiento de lotes, trámites ante entidades, consultorías jurídicas especializadas entre otras.	Pregunta No. 12
HI26	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que usan repositorios de información compartidos como VPN y plataformas colaborativas especializadas como BIM 360 de Autodesk.	Pregunta No. 13
HI27	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que se hace uso de BIM en proyectos independientemente del grado de implementación que tenga la empresa al respecto.	Pregunta No. 14

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HI28	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas usando BIM adicionalmente al modelamiento, en los procesos de presupuestos, control de obra y análisis de interferencias.	Pregunta No. 15
HI29	Las empresas están estudiando la posibilidad de integrar BIM con otras plataformas tecnológicas como el sistema ERP (Enterprise Resource Planning – Planificación de Recursos Empresariales).	Pregunta No. 16
HI30	De la información producida por las herramientas BIM se comparte la información de diseños, de cantidades de obra, como información para la elaboración de costos y presupuestos, y las actividades de construcción.	Pregunta No. 17
HI31	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que completan los modelos BIM realizados de los proyectos constructivos para ser entregada al propietario, cliente o administrados para facilitar el mantenimiento de la edificación, sin embargo, se requiere mejorar el nivel de madurez con que se entrega la información en la medida que los clientes sean más exigentes con la calidad y completitud de la información.	Pregunta No. 17
HI32	Entre los entrevistados la definición de BIM, puede ser entendida como herramientas tecnológicas, metodologías, modelos de gestión, conjunto de procesos o una combinación de estas anteriores que brindan un apoyo fundamental a los proyectos del sector de la construcción.	Pregunta No. 18
HI33	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que han implementado BIM buscando mejorar la productividad de la empresa, aumentar eficiencia, evitar reprocesos en la obra y preparación a posibles exigencias legales y normativas.	Pregunta No. 19
HI34	La implementación de BIM también obedece a fuerzas externas del sector como estar a la vanguardia, exigencias de clientes o aliados estratégicos y por tendencias del sector construcción.	Pregunta No. 19
HI35	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que la implementación de BIM ha aportado en la competitividad en cumplimiento de cronogramas, reducción de tiempos en la coordinación de diseños y reducción de reprocesos de obra.	Pregunta No. 20
HI36	Los entrevistados consideran que BIM debe estar alineado con la estrategia empresarial.	Pregunta No. 21
HI37	Los entrevistados consideran que a futuro se va a explotar con BIM posibilidades de Robótica, Automatización y optimización de tareas.	Pregunta No. 21
HI38	Es necesario considerar los modelos finales de BIM como información de vital importancia al momento de realizar la entrega de un proyecto al administrador, cliente o propietario para facilitar el mantenimiento.	Pregunta No. 21
HI39	Se percibe un nivel de madurez importante en las empresas constructoras grandes, en las empresas pequeñas y medianas se percibe un nivel de madurez incipiente y con muchas oportunidades de mejora.	Pregunta No. 22
HI40	De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas donde hay una mayor implementación de BIM se percibe un fuerte compromiso de la alta dirección.	Pregunta No. 22

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.2.3. Hallazgos de encuestas.

Los hallazgos obtenidos de las encuestas se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Hallazgos obtenidos en las encuestas.

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HE01	El 98,4% de los roles registrados por los encuestados tienen relación directa con el desarrollo de proyectos del sector de la construcción o en implementación de BIM.	Pregunta No. 1

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HE02	Las operaciones continuas que con más frecuencia se ponen al servicio de los proyectos (con un porcentaje de respuestas mayor al 50%) son: “Costos y Presupuesto” (69,1%), “Diseños” (67,6%), “Compras” (54,4%) y “Tecnología de la Información” (51,5%).	Pregunta No. 2
HE03	Las operaciones continuas que con menor frecuencia se ponen al servicio de los proyectos son: “Ventas” (39,7%), “gestión de riesgos” (38,2%), “Jurídica” (38,2%), y “Trámites y gestión de permisos” (38,2%). Aunque son necesarias para la ejecución de proyectos de construcción de edificaciones, no fueron consideradas en gran medida por los encuestados.	Pregunta No. 2
HE04	Las operaciones que se subordinan de forma exclusiva con más frecuencia para ser parte de los grupos de proyectos de construcción (con un porcentaje de respuestas mayor al 50%) son: “costos y presupuesto” (72,1%), “diseños” (69,1%) y “trámites y gestión de permisos” (54,4%).	Pregunta No. 3
HE05	Las operaciones que no se subordinan para ser parte de los grupos de proyecto de construcción y que por consiguiente se pueden considerar como <i>back office</i> son: “ventas” (30,9%), “compras” (47,1%), “gestión de riesgos” (36,8%), “tecnología de la información” (29,4%), “jurídica” (13,2%) y “talento humano” (44,1%).	Pregunta No. 3
HE06	Cuando hay proyectos simultáneos, las operaciones de “ventas” son las que se comparten con menos frecuencia (el 61,7% respondió nunca o poco frecuente).	Pregunta No. 4
HE07	Cuando hay proyectos simultáneos, las operaciones que se comparten con mayor frecuencia (frecuente y muy frecuente) son: “diseños e ingeniería” (75,0%), “compras” (82,3%), “tecnología de información” (72,0%), “talento humano” (76,5%), “costos y presupuesto” (79,4%) y “construcción” (76,4%).	Pregunta No. 4
HE08	El 89,9% de los encuestados dice que la ventaja “disminuyen los costos en la empresa” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE09	El 75,0% de los encuestados dice que la ventaja “mejora el flujo de información” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE10	El 76,5% de los encuestados dice que la ventaja “aumenta el conocimiento dentro de la empresa” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE11	El 85,3% de los encuestados dice que la ventaja “mejora la coordinación entre equipos” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE12	El 86,8% de los encuestados dice que la ventaja “se estandarizan procesos” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE13	El 70,6% de los encuestados dice que la ventaja “hay mayor claridad en el gobierno de los proyectos” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE14	El 58,8% de los encuestados dice que la ventaja “Los equipos son más comprometidos con el proyecto” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE15	El 88,2% de los encuestados dice que la ventaja “mayor aprovechamiento de las herramientas y recursos de la empresa” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.	Pregunta No. 5
HE16	Los procesos que nunca o con poca frecuencia se tercerizan son: ventas (79,4%); compras (80,9%); gestión de riesgos (69,1%); tecnologías de información (51,5%); jurídica (54,4%); talento humano (60,3%); costos y presupuestos (73,5%); trámites y gestión de permisos (69,1%).	Pregunta No. 6
HE17	Los procesos que son tercerizados o se subcontratan con frecuencia o muy frecuentemente son: diseños e ingeniería (85,3%); construcción (57,4%).	Pregunta No. 6

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HE18	El 97,5% de los encuestados confirma que se desarrollan proyectos de construcción de forma simultánea. Para el 64,7% se ejecutan de 2 a 5 proyectos, para el 20,6% se ejecutan de 6 a 10 proyectos y para el 13,2% se ejecutan más de 11 proyectos de forma simultánea.	Pregunta No. 7
HE19	El 85,3% de los encuestados dice que el beneficio “ optimización de recursos ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE20	El 79,4% de los encuestados dice que el beneficio “ equipos mejor coordinados ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE21	El 70,6% de los encuestados dice que el beneficio “ menor costo de proyectos ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE22	El 70,6% de los encuestados dice que el beneficio “ mayor claridad en el gobierno de proyectos ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE23	El 69,1% de los encuestados dice que el beneficio “ mejor control de proyectos ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE24	El 69,1% de los encuestados dice que el beneficio “ mayor obtención de ingresos o beneficios ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE25	El 63,2% de los encuestados dice que el beneficio “ disminución de retrabajo ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE26	El 57,3% de los encuestados dice que el beneficio “ menor tiempo de ejecución de proyectos ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE27	El 52,9% de los encuestados dice que el beneficio “ disminución de errores ” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.	Pregunta No. 8
HE28	El 47,1% de los encuestados indica que la configuración de programas es frecuente y muy frecuente.	Pregunta No. 9
HE29	El 79,4% de los encuestados dice que el beneficio “ mayores ingresos ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE30	El 83,8% de los encuestados dice que el beneficio “ mayor rentabilidad ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE31	El 77,9% de los encuestados dice que el beneficio “ menores costos ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE32	De acuerdo con las respuestas el 60,2% de los encuestados dice que el beneficio “ mejoramiento de la reputación ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE33	El 77,9% de los encuestados dice que el beneficio “ mayor participación en el mercado ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE34	El 82,3% de los encuestados dice que el beneficio “ mayor capitalización del conocimiento ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE35	El 82,3% de los encuestados dice que el beneficio “ aumento de la productividad ” fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.	Pregunta No. 10
HE36	El 75% de los encuestados dice que es muy poco frecuente (14,7% nunca y 60,3% poco frecuente) que las empresas del sector construcción tengan actividades de operación en las edificaciones que construyen.	Pregunta No. 11

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HE37	El 25% de los encuestados dice que es frecuente (20,6% que es frecuente y 4,4% que es muy frecuente) que las empresas del sector construcción tengan actividades de operación en las edificaciones que construyen.	Pregunta No. 11
HE38	El 52,9% de los encuestados dice que la fortaleza de “Competencia de los gerentes de proyectos” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE39	El 50,0% de los encuestados dice que la fortaleza de “Uso de procesos estandarizados” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE40	El 48,5% de los encuestados dice que la fortaleza de “Cultura del conocimiento y transferencia de información” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE41	El 41,1% de los encuestados dice que la fortaleza de “Parametrización de diseños” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE42	El 39,7% de los encuestados dice que la fortaleza de “Trabajo colaborativo implementado en plataformas digitales” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE43	El 35,3% de los encuestados dice que la fortaleza de “Implementación de herramientas tecnológicas como BIM” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE44	El 36,8% de los encuestados dice que la fortaleza de “Configurar programas de proyectos relacionados entre sí para maximizar beneficios” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE45	El 33,8% de los encuestados dice que la fortaleza de “Configuración de programas mediante la identificación de proyectos que gestionados en conjunto permitan maximizar beneficios” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE46	El 33,8% de los encuestados dice que la fortaleza de “Estrategias de mercadeo vinculadas con las posibilidades técnicas” se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.	Pregunta No. 12
HE47	El 95,6% de los encuestados está de acuerdo (Completamente de acuerdo 61,8%) y de acuerdo 33,8%) en que las herramientas BIM (building information modeling) promueven la interacción entre los grupos de proyectos y las actividades de programa.	Pregunta No. 13
HE48	Los procesos en los que se ha visto una mayor implementación de herramientas BIM (building information modeling) son: a. Diseño e ingeniería (92,6%); c. Estimación de costos (77,9%); e. Coordinación de diseños (75%); g. Diseño del sistema de construcción (Constructibilidad) (66,2%); b. Programación (estimación de cronogramas) (63,2%).	Pregunta No. 14
HE49	Los procesos en los que se ha visto mediana implementación de herramientas BIM (building information modeling) son: k. Análisis del edificio (48,5%); f. Control de avance de ejecución (47,1%); Mantenimiento y operación (33,8%); d. Análisis energético (30,9%); h. Gestión comercial (22,1%); i. Gestión de activos (20,6%).	Pregunta No. 14
HE50	Los procesos en los que se ha visto baja implementación de herramientas BIM (building information modeling) son: Ventas (1,5%); Análisis de riesgos (1,5%); historic building information modeling (HBIM) (1,5%).	Pregunta No. 14
HE51	El 92,6% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “diseño e ingeniería” .	Pregunta No. 15
HE52	El 85,3% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “programación (estimación de cronogramas)” .	Pregunta No. 15

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HE53	El 86,8% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ estimación de costos ”.	Pregunta No. 15
HE54	El 73,5% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ análisis energético ”.	Pregunta No. 15
HE55	El 86,8% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ análisis de interferencias ”.	Pregunta No. 15
HE56	El 61,8% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ control de avance de ejecución ”.	Pregunta No. 15
HE57	El 91,2% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ diseño del sistema de construcción (constructibilidad) ”.	Pregunta No. 15
HE58	El 61,8% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ gestión comercial ”.	Pregunta No. 15
HE59	El 61,8% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ gestión de activos ”.	Pregunta No. 15
HE60	El 77,9% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ mantenimiento y operación ”.	Pregunta No. 15
HE61	El 85,3% de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso “ análisis del edificio ”.	Pregunta No. 15

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.2.4. Conclusiones del análisis de información

El análisis de los investigadores, consiste en la identificación de palabras claves y términos relacionados encontrados en los hallazgos, que permita obtener elementos en común y de complemento para la generación de conclusiones (C), tendientes a determinar los elementos necesarios para el diseño de la arquitectura de programa y la integración de las herramientas BIM presentadas en la Tabla 9:

Tabla 9. Conclusiones a partir de los hallazgos.

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
C01	Varios estándares internacionales coinciden en que los programas reúnen proyectos, subprogramas y actividades relacionadas para obtener beneficios para la organización y pueden ser usados para llevar a cabo los objetivos estratégicos de la organización. Dado que existe una baja adopción el uso de programas en las empresas del sector de construcción de edificaciones en Colombia, es necesario que los Programas incorporen componentes o proyectos de desarrollo organizacional para implementar las prácticas de gestión de Programas.	HL01; HL02; HL04; HL23; HL24; HE44; HE45
C02	Las actividades de gestión del programa son parte de la configuración del programa, por lo tanto, se requiere un componente encargado de aquellas actividades de programa orientadas a la gestión que permitan asegurar que los beneficios sean entregados como se espera.	HL05; HL06; HL07; HL08; HE44; HE45
C03	La coordinación entre proyectos relacionados se facilita con la definición clara de organigramas, roles y responsabilidades, de tal forma que se tenga claridad de quién se hace cargo de un determinado objetivo para el cumplimiento de las metas de la empresa.	HI11; HI17; HE11; HE13; HE22; HE20
C04	Hay empresas del sector de la construcción de edificaciones que tienen participación en la operación del inmueble como una unidad de negocio independiente de las actividades de construcción. La operación de inmuebles es una actividad que no es común en las empresas de construcción de edificaciones, en general las empresas construyen un inmueble y lo entregan a un cliente, administración o propietario para la operación del activo. Sin embargo, en algunos negocios inmobiliarios si se contempla la operación de inmuebles , en especial cuando los	HI01; HI02; HE37

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
	inmuebles tienen carácter comercial como por ejemplo centros comerciales, oficinas y locales comerciales.	
C05	El servicio posventa no hace parte de los procesos de construcción y es considerada una actividad del programa que recibe el resultado de los proyectos de construcción de inmuebles. Las garantías postventa son exigidas por ley relacionadas con acabados por (1) año y la estabilidad de la obra por (10) años que le exigen al constructor contar con información organizada, verídica y actualizada.	HI03; HI31; HI38; HE49; HE60
C06	Las actividades de gestión de contratos se consideran actividades de apoyo al programa, que son requeridas para coordinar la gestión de compras y adquisición de servicios necesarios para el programa. Las empresas del sector de la construcción tercerizan con frecuencia actividades con alcance técnico como los diseños, obras e instalaciones específicas; en menor medida se tercerizan actividades con alcance administrativo y se realiza cuando se requiere algún nivel de especialización que no está disponible en las áreas funcionales de la empresa.	HI24; HI25, HE16; HE17
C07	Una mejor estimación de cantidades de insumos y materiales requeridos por los proyectos se logra gracias a la optimización de los diferentes diseños con el uso de herramientas BIM . Las empresas de construcción de edificaciones cuentan con un área de compras y abastecimiento que da soporte a los proyectos de construcción.	HI10; HI21; HI30; HE07
C08	Las áreas de la organización que apoyan actividades de los proyectos de construcción y que no son subordinadas a los proyectos se denominan como Back Office y son: área administrativa (recursos humanos, capacidad organizacional), área jurídica (trámites y licencias), área financiera (presupuesto, contabilidad, impuestos), área de compras/abastecimiento y área de tecnología .	HI04; HI05; HI06 HI18; HI19; HI20; HI22; HI23; HI25 HE02; HE03; HE04; HE05; HE07; HE10
C09	Las áreas de la organización que generalmente se comparten entre proyectos que se desarrollan de forma simultánea son: mercadeo y ventas, ingeniería y diseño, construcción y coordinación técnica .	HI06; HI10; HI11; HE06; HE07; HE09; HE10; HE11; HE18
C10	Los beneficios asociados al conocimiento (lecciones aprendidas) se obtienen generalmente en los proyectos subsiguientes, aunque esto no haya implicado una planeación específica y se hayan dado por oportunidad.	HI07; HI08; HI14; HE10; HE34; HE40
C11	El área de tecnología de las empresas tiene alta relevancia en los proyectos de construcción de edificaciones, ya que se está presentando tendencia al uso de nubes de información y plataformas de trabajo colaborativo , con protocolos definidos para su uso que ayudan en el control del versionamiento de planos y diseños para un mejor manejo de la información.	HI12; HI13; HE40
C12	En las empresas del sector es usual ejecutar varios proyectos de construcción de manera simultánea.	HI04; HI16; HE18
C13	En las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones se conforman gerencias de proyectos por líneas de negocios o de acuerdo con la magnitud de los proyectos, por ejemplo, construcciones VIS (Vivienda de interés Social), VIP (Vivienda de interés prioritario, No VIS, edificaciones oficinas, centros comerciales, bodegas, proyectos especiales entre otros.	HI04; HI16; HE18
C14	Las áreas de comercialización, ventas, atención al cliente y servicio posventa dan soporte transversal a varios proyectos o tienen dedicación exclusiva dependiendo de variables como: la magnitud del proyecto, el perfil del cliente, requerimientos de cierres de negocios y las etapas de ventas en que se encuentren.	HI20; HE03; HE05; HE06; HE16
C15	Las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones cuentan con una coordinación técnica que puede dar soporte a uno o varios proyectos mediante la integración de las actividades de componente técnico aun cuando estas se tercerizan.	HI09; HI20; HE07; HE17

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
C16	La coordinación técnica como operación continua es importante en todas las fases de los proyectos, dada la interrelación de diferentes consultores y la experiencia previa en conocimientos técnicos.	HI09; HI10; HE19; HE20; HE21
C17	La estructuración de nuevos negocios es una actividad constante en las empresas constructoras, por un lado, están las dinámicas en el segmento de vivienda donde se busca adquirir un lote, comercializar, desarrollar el proyecto de construcción y entregar viviendas, por el otro lado aquellos negocios mobiliarios donde la empresa queda con algún componente de operación. En ambos modos de operar, para permanecer en el mercado la empresa requiere la búsqueda constante de nuevos negocios inmobiliarios a desarrollar, unos pueden ser de mediano plazo u otros de largo plazo cuando se están desarrollando urbanizaciones y ciudadelas completas.	HI01; HI02; HI04; HI14; HE06
C18	Las empresas del sector de la Construcción de Edificaciones en Colombia están en una constante búsqueda de nuevos negocios , que les permita tener una continuidad activa en el mercado, capitalizando las lecciones aprendidas de los proyectos anteriores, ganando reputación, fortaleciendo lazos comerciales y capitalizando su experiencia en el sector.	HI14; HI15; HE18
C19	Los modelos desarrollados con herramientas BIM permiten asegurar y aumentar beneficios durante las actividades de entrega de inmuebles, garantía posventa, operación y gestión de activos .	HL19; HI38; HE49; HE59; HE60
C20	Un programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones debe considerar un componente específico para la parte de operación de activos , ya que es una línea de negocio que puede existir o no dependiendo de la estrategia. Esta componente es la encargada de estabilizar el activo y de administrar la información del activo durante la operación.	HI01; HI02; HI07; HE49
C21	Las empresas del sector de la construcción de edificaciones han implementado BIM por múltiples factores que no necesariamente están conectados entre sí. Entre los factores se encuentra: la búsqueda de aumento de la eficiencia de sus procesos y de los retrabajos en la obra, la influencia de fuerzas externas del sector como la exigencia competitiva de estar a la vanguardia en temas tecnológicos y por exigencias de clientes o aliados estratégicos.	HI27; HI28; HI33; HI34
C22	El mayor uso que actualmente se está dando a BIM , se refiere al modelamiento y coordinación de diseños, así como a la generación de información de entrada para presupuestos y control de obra.	HI27; HI28; HI33; HI34
C23	Al interior de las empresas Constructoras de Edificaciones hay un responsable de la administración de BIM que gestiona la alineación de la estrategia de la organización con la estrategia de BIM y establece todas las orientaciones requeridas para permitir una adecuada implementación de BIM en la empresa.	HL17; HL18; HI29; HI30; HI32
C24	Para el montaje de BIM se requieren entornos de trabajo para la gestión de datos de uno o más modelos de proyectos constructivos que integran infraestructura tecnológica como estaciones de trabajo (workstation), dispositivos móviles, repositorios de información compartidos o plataformas colaborativas especializadas, software especializados, entre otros.	HL19; HI26; HE48
C25	La implementación de herramientas BIM contribuye a aumentar la productividad de las empresas del sector de la construcción de edificaciones.	HL17; HL19, HI32, HI33, HI35, HE51 hasta HE61
C26	Las herramientas BIM otorgan beneficios adicionales cuando se implementan en los procesos relacionados con la coordinación técnica (diseños, ingeniería, construcción, análisis energético), en las empresas del sector de la construcción de edificaciones.	HL19, HI30, HE51, HE54, HE55, HE57.
C27	Las herramientas BIM de visualización y diseño son frecuentemente usadas por las empresas relacionadas con el sector de construcción para las labores de visualización y elaboración de diferentes tipos de diseños como arquitectónico, estructural, redes sanitarias, redes de gas, redes hidrosanitarias, entre otras.	HL30; HI28; HI35; HE48; HE51
C28	Las herramientas BIM de detección de colisiones son frecuentemente usadas por las empresas relacionadas con el sector de construcción para las labores de revisión y coordinación 3D de	HL31; HI28; HI33; HI35; HE48; HE51

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
	diferentes tipos de diseños como arquitectónico, estructural, redes sanitarias, redes de gas, redes hidrosanitarias, entre otras.	
C29	Las herramientas BIM de cuantificación son usadas por las empresas relacionadas con el sector de construcción para la estimación de cantidades, costos y presupuestos de proyectos de construcción.	HI32; HI28; HI29; HI30; HI35: HE48; HE53
C30	Las Herramienta BIM de simulación son usadas por las empresas relacionadas con el sector de construcción para la planificación, gestión y programación de obra, permite integrar el cronograma proyectado de los objetos que componen el proyecto constructivo como columnas, vigas, pisos, entre otros y generar una simulación de cómo se llevaría a cabo el proyecto constructivo, esto ayuda a planificar una mejor logística de la ejecución del proyecto.	HL33; HI30; HI35; HE48; HE52
C31	Las Herramienta BIM de análisis energético y sustentabilidad son usadas por las empresas relacionadas con el sector de construcción, sin embargo, requieren ser más difundidas y usadas están presentan enormes ventajas determinar ahorros energéticos.	HL34; HE49; H54
C32	Las Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos) , permiten la gestión de datos uno o más modelos de proyectos constructivos e integran las aplicaciones (herramientas y plataformas) dentro de una organización. Estas promueven la interacción entre los grupos de proyectos y las actividades de programa.	HL19; HI12; HI13; HI26; HI33; HI34; HI38; HE47

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.3. DISEÑO DE ARQUITECTURA DE PROGRAMA

Para el diseño de la arquitectura de programa se toman los resultados obtenidos en la fase de análisis de información, en la que los hallazgos de literatura (HL), hallazgos de entrevistas (HI) y los hallazgos de encuestas (HE) permitieron generar conclusiones (C) que justifican y soportan los elementos que se desarrollan en el diseño de la arquitectura del programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**.

Los elementos que se desarrollan en el diseño de la arquitectura de programa son los siguientes:

- Aproximación al programa.
- Identificación de componentes de programa
- Diagramación de la arquitectura de programa que comprende:
 - Disposición de los componentes de programa en el lienzo.
 - Diagramas de obtención de beneficios e identificación de relaciones.
 - Representación en lienzo de la arquitectura de programa “tipo” (componentes y relaciones).

El diseño de la arquitectura de programa requiere inicialmente de una aproximación al programa con un enfoque de gestión alrededor de las herramientas BIM como habilitadoras de los procesos teniendo en cuenta que los estudios de productividad consideran la implementación de herramientas tecnológicas como una buena práctica para lograr aumento en la productividad de empresas del sector de la construcción de edificaciones (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018). Esto permite determinar los elementos básicos y de estrategia que conduzcan a una identificación de beneficios de programa que oriente la interacción entre componentes.

Posteriormente, se hace la identificación de los componentes de programa y las actividades de apoyo que son necesarias para obtener los beneficios propuestos. Los componentes de programa identificados se ubican en el lienzo de la arquitectura y luego se desarrollan los diagramas de beneficios para identificar las

relaciones clave entre componentes, mediante un análisis de causalidad de resultados que lleve de forma lógica a la obtención de cada uno de los beneficios.

Los diagramas de beneficios permiten identificar las relaciones entre componentes mediante la identificación de entradas y salidas de los procesos. Este análisis de relaciones permite realizar la diagramación en el lienzo, mostrando la interacción entre los componentes de Programa y las actividades de apoyo generando así la arquitectura de programa.

8.3.1. Aproximación al programa

En el diseño de la arquitectura de programa se realiza inicialmente una aproximación a un programa “tipo” dirigido a empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia para identificar los elementos básicos de alineación, justificación e identificación de beneficios con un enfoque de gestión alrededor de las herramientas BIM como habilitadoras de los procesos. Esta aproximación considera la implementación de las herramientas BIM como elemento de soporte, para mejorar la obtención de beneficios, redundando en un incremento en la productividad de las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

La aproximación que se describe a continuación puede constituirse en el punto de partida, para que la empresa que se proponga iniciar un programa de este tipo, pueda desarrollar la definición del programa considerando las condiciones particulares de su organización.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C19, C20, C21 y C25.

8.3.1.1. Justificación del programa

El programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**, se configura para obtener beneficios que contribuyan al aumento de la productividad, fomentando la interrelación coordinada de actividades mediante el aprovechamiento de las posibilidades que ofrece el uso de herramientas BIM para obtener procesos eficientes y que agreguen valor **en los planes de inversión** que generalmente desarrollan empresas del sector de la construcción de edificaciones.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C06, C08, C09, C17, C18, C21, C25 y C26.

8.3.1.2. Visión del programa

Desarrollar un modelo de gestión de proyectos y programas soportado en la implementación de herramientas Building Information Modeling (BIM), que permita un aumento de productividad, logrando el posicionamiento de la empresa en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C06, C08, C09, C17, C18, C21, C25 y C26.

8.3.1.3. Alineación estratégica del programa

Teniendo en cuenta que la arquitectura de programa que se está diseñando corresponde a un programa “tipo” para empresas del sector de construcción de edificaciones, la alineación estratégica del programa parte de un estudio sectorial y se plantea como un aporte a la solución de las causas de la baja productividad identificadas como factores internos en las empresas, que a su vez se convierten en los impulsores estratégicos de la arquitectura de programa (ver Figura 2. Árbol de problema en el numeral 4 planteamiento del problema)

Con ello los beneficios esperados por la arquitectura del programa al momento de materializarse en una empresa, estarían dando solución a las causas identificadas que afectan la productividad de empresas del sector, con una propuesta de gestión de programas y a su vez integrando herramientas BIM como soporte.

Sin embargo, las empresas pueden tomar la arquitectura de programa que se propone como punto de partida, analizar sus causas particulares, alinear a los objetivos estratégicos de una empresa en particular y redefinir los beneficios que quieran alcanzar.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C02, C03, C13, C17, C18, C21 y C25.

8.3.1.4. Beneficios esperados del programa

La identificación de beneficios del programa se realiza a partir de las causas identificadas en el árbol de problema del presente Trabajo de Grado (ver Figura 2. Árbol de problema en el numeral 4 planteamiento del problema) y del análisis de información realizado en la fase 3 de identificación de hallazgos y obtención de conclusiones a partir de la revisión de literatura como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Beneficios esperados del programa.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Los beneficios del programa se han identificado de tal forma que su entrega progresiva, contribuya a mitigar las causas de la baja productividad del sector de la construcción de edificaciones en Colombia (problema por resolver), mediante el aprovechamiento de los componentes de gestión e incorporado herramientas BIM como soporte (oportunidad por aprovechar).

De acuerdo con lo anterior se definen cuatro (4) beneficios esperados por el programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)** para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia:

B1. Aumentar la rentabilidad gracias al incremento de la eficiencia (relación costo/beneficio) en los procesos de ventas, diseño y construcción de proyectos, que redunden en el cumplimiento del plan de inversión propuesto.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C02, C04, C05, C09, C14, C19, C25 y C26.

B2. Mejorar la gestión de compras, debido a la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C07, C08, C21, C25 y C26.

B3. Aumentar la productividad laboral en condiciones de seguridad de los grupos de trabajo de proyectos, mediante la implementación de prácticas de trabajo colaborativo y de cooperación, mejorando la captura de lecciones aprendidas y los flujos de información para evitar reprocesos, sobrecostos y garantías.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C02, C03, C04, C05, C06, C10, C11, C12, C16; C18, C25 y C26.

B4. Aumentar el desempeño de los proyectos con la implementación de mejores prácticas de gestión en la dirección de proyectos y programas.

Conclusiones asociadas (Tabla 9): C01, C02, C03, C06, C09, C10, C12, C14, C18 y C21.

8.3.2. Identificación de componentes de programa

Los componentes de un programa pueden ser proyectos, subprogramas y actividades relacionadas que se llevan a cabo para apoyar el programa. Como se mencionó en el desarrollo del marco teórico, los programas entregan los beneficios a la organización a través de la ejecución de los proyectos o subprogramas que lo conforman. Los componentes de un programa están relacionados a través de su búsqueda de metas complementarias con las que cada uno contribuye a la entrega de beneficios (Project Management Institute [PMI], 2017, pág. 3).

La identificación de componentes del programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**, realizada mediante el análisis de información, ha dado como resultado un listado de proyectos y actividades que conforman y soportan el programa. Estos componentes como son los siguientes:

- Proyectos: Proyectos identificados dentro del programa (Tabla 10).
- Actividades de programa: Actividades continuas dentro del programa (Tabla 10).
- Actividades de apoyo: Procesos que generalmente están presentes, que no necesariamente hacen parte del programa, pero cuyo soporte es necesario para llevar a cabo los procesos de los componentes del programa (Tabla 11).

Tabla 10. Listado de componentes.

COD.	COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN ASOCIADA
01	Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	Proyecto configurado para la transformación organizacional y el desarrollo de nuevas capacidades de gestión que sean requeridas para el desarrollo del programa. Se considera un proyecto para la implementación de una metodología de gestión de programas que esté apoyado en uno de los marcos reconocidos a nivel internacional como el propuesto por el PMI en su publicación “Estándar para la dirección de programas®”	C01; C03
02	Gestión de programas	Actividad de programa	Actividades de dirección del programa de acuerdo con la metodología de gestión de programas implementada con el proyecto de desarrollo organizacional. La gestión de programas se encarga de hacer que los demás componentes de programa se articulen de manera organizada para la obtención incremental de los beneficios esperados del	C02; C03

COD.	COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN ASOCIADA
			programa, de planear los recursos y de asignar los responsables de la obtención de beneficios. En este sentido, la gestión de programas establece el roadmap que determina el inicio, los puntos de verificación de obtención de beneficios y el fin del programa.	
03	Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	<p>Proyecto que responde a la necesidad y oportunidad de transformación digital del sector, por medio de la implementación de un conjunto de herramientas, tecnologías, metodologías, procesos y estándares denominado Building Information Modeling (BIM). Este tipo de proyectos se pueden ejecutar por pilotos o fases de acuerdo con el nivel de madurez al que quiera llegar la organización y requieren de inversión en distintos ámbitos: consultoría, capacitación, adquisición de software, desarrollo de infraestructura tecnológica, entre otros.</p> <p>La existencia y la duración del componente “proyecto de implementación y desarrollo de BIM” depende del grado de madurez que se tenga BIM en la organización, sea para una empresa iniciando con la implementación de proyectos de BIM o una empresa que ya tenga algún nivel de madurez en BIM, ya que, puede considerar nuevos proyectos orientados a mejorar la madurez de BIM en la organización.</p> <p>Los resultados obtenidos del componente “proyecto de implementación y desarrollo de BIM” una vez finalizado pasan al componente de actividades del programa denominado “administración BIM” quien es el componente encargado de darle continuidad mientras el programa este vigente.</p>	C21; C22; C24; C25; C26; C27; C28; C29; C30; C31; C32
04	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	Proyectos que se originan de la estructuración de nuevos negocios inmobiliarios y planes de inversión que pueden estar ubicados en Colombia o en exterior. Las edificaciones pueden ser vivienda de interés prioritario (VIP), vivienda de interés social (VIS) y No VIS o edificaciones de carácter comercial como centros comerciales, oficinas, bodegas entre otros.	C10; C12; C13
05	Mercadeo y ventas	Actividad de programa	Operación que garantiza la continuidad de las actividades de mercadeo y ventas de los diferentes proyectos de construcción de edificaciones que hacen parte del programa. Dentro de las actividades están, las actividades de comercialización, promoción, mercadeo y ventas, así como preparar el material publicitario a partir de los diseños de la edificación. También es responsable de elaborar reportes de ventas como insumo para la planeación y ejecución de los proyectos de construcción de edificaciones.	C14
06	Coordinación técnica	Actividad de programa	Operación encargada de coordinar y establecer lineamientos corporativos estandarizados de la componente técnica (ingeniería, arquitectura y construcción) asociada a los proyectos de construcción de edificaciones y la definición de criterios de diseño para diferentes especialidades como arquitectura, estructura, redes eléctricas, redes sanitarias y otros. Dentro de sus actividades se encuentra el apoyo de factibilidad mediante la	C10; C15; C16; C26

COD.	COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN ASOCIADA
			estimación de presupuestos; establecimiento de lineamientos para los procesos constructivos y soporte general en los procesos de compra, contrataciones, obtención de licencias y permisos. Realiza seguimiento a la ejecución y al cierre técnico de los proyectos asegurando el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones.	
07	Administración BIM	Actividad de programa	Operación encargada de dar continuidad, coordinar y establecer lineamientos corporativos estandarizados de la implementación de building information modeling (BIM) en la empresa. Dentro de sus actividades encuentran: 1. Alineación de la estrategia organizacional y la estrategia BIM. 2. Definición de plantillas, guías, formatos, codificación de objetos de los modelos BIM. 3. Definir condiciones de especificaciones de detalle de los modelos BIM. 4. Definir condiciones contractuales de modelos BIM. 5. Administrar la infraestructura tecnológica que soporta BIM. 6. Supervisar la calidad de los modelos BIM desarrollados para los proyectos de construcción de edificaciones.	C10; C19; C21; C22; C23 C24; C25; C26; C27; C28; C29; C31; C32
08	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	Operación que se realiza en aquellos casos en que la empresa, por el modelo de negocio desarrollado, se encarga de atender las solicitudes para estabilizar la entrega a satisfacción de la edificación. También atiende las solicitudes de garantías asegurando que se responden dentro de las condiciones pactadas.	C05
09	Operación de Inmuebles	Actividad de programa	Operación que se realiza en aquellos casos que la empresa por el modelo de negocio desarrollado se encarga de la operación de un activo o parte de un activo resultante del proyecto de construcción de edificaciones. Dentro de sus actividades se encuentra 1. Administrar la infraestructura del activo. 2. Revisar y actualizar los modelos BIM. 3. Arreglos locativos 3. Supervisar ingresos de arrendamientos. 4. Supervisar pagos de servicios públicos e impuestos.	C04; C20

Nota. Fuente. Autores, 2021.

A continuación, se relacionan las actividades de apoyo, los cuales son procesos que generalmente están presentes, que no necesariamente hacen parte del programa, pero cuyo soporte es necesario para llevar a cabo los procesos de los componentes del programa (Tabla 11).

Tabla 11. Listado de actividades de apoyo.

COD.	ACTIVIDAD DE APOYO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN ASOCIADA
00	Comité de dirección	Actividad de apoyo	Gobierno de la organización.	C03; C13
10	Nuevos negocios	Actividad de apoyo	Es el proceso que se encarga de la estructuración y maduración de los planes de inversión de acuerdo con la estrategia comercial de la organización, convirtiéndose en el enlace entre las oportunidades de mercado y el desarrollo de los programas de construcción. Es el habilitador de la estrategia que viabiliza la materialización de nuevos proyectos mediante el análisis y	C17; C18

COD.	ACTIVIDAD DE APOYO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONCLUSIÓN ASOCIADA
			evaluación de casos de negocio que contribuyan a la obtención de los beneficios esperados.	
11	Administrativa (RRHH y Capacidad organizacional)	Actividad de apoyo	Es el proceso de la organización que asegura la disponibilidad de recursos humanos con las competencias requeridas. Administra el entorno laboral mediante la definición de la estructura organizacional y la consolidación de los atributos de cultura que desarrolla la organización al incorporar prácticas y habilidades necesarias para el cumplimiento de su misión.	C08; C09
12	Jurídica, trámites y licencias	Actividad de apoyo	Es el proceso que da soporte a la organización y sus proyectos en temas legales, de cumplimiento normativo y regulatorio. Asegura que se tienen en consideración todos los requerimientos legales evitando infracciones que afecten la reputación de la organización y las utilidades del negocio por multas o sanciones imprevistas.	C08; C09
13	Gestión de contratos (Tercerizados)	Actividad de apoyo	Es el proceso de la organización que se encarga de la adquisición de servicios apoyando, los procesos de planeación, adjudicación, administración y cierre de los contratos. Dando cumplimiento a los lineamientos corporativos que se hayan establecido para la gestión de contratos para la ejecución de actividades que se tercerizan.	C06; C08; C09
14	Compras y Abastecimiento	Actividad de apoyo	Es el proceso de la organización que se encarga de la adquisición de los bienes necesarios para la ejecución de los proyectos. Tiene un componente estratégico clave en la medida que puede establecer lineamientos orientados, a potenciar la capacidad de negociación de la organización para mejorar la obtención de resultados y beneficios.	C07; C08; C09
15	Financiera (Presupuesto, Contable e Impuestos)	Actividad de apoyo	Es el proceso de la organización que se encarga de manejar la parte financiera de la empresa la cual incluye la parte contable, tributaria y apoyar a los diferentes presupuestos requeridos por los proyectos. Tiene un componente estratégico dado que administra los flujos económicos, así como brinda indicadores claves, para la gerencia de la empresa. También consolida información que determina el rango de inversiones futuras y con ello la existencia de nuevos proyectos.	C08; C09; C22
16	Tecnología	Actividad de apoyo	Es el proceso que da apoyo a la organización en la implementación y administración de los recursos tecnológicos. Se encarga de establecer los requerimientos para el uso adecuado y disponibilidad de los sistemas de información en términos de infraestructura, seguridad y protocolos de comunicación.	C08; C09; C11

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.3.3. Diagramación de la arquitectura de programa

A partir de los componentes de programa identificados y el listado de actividades de apoyo que servirán al Programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**, se realiza la diagramación de la arquitectura de programa que comprende:

- Disposición de los componentes de programa en el lienzo.
- Diagramas de obtención de beneficios e identificación de relaciones.

- Representación en lienzo de la arquitectura de programa “tipo” (componentes y relaciones).

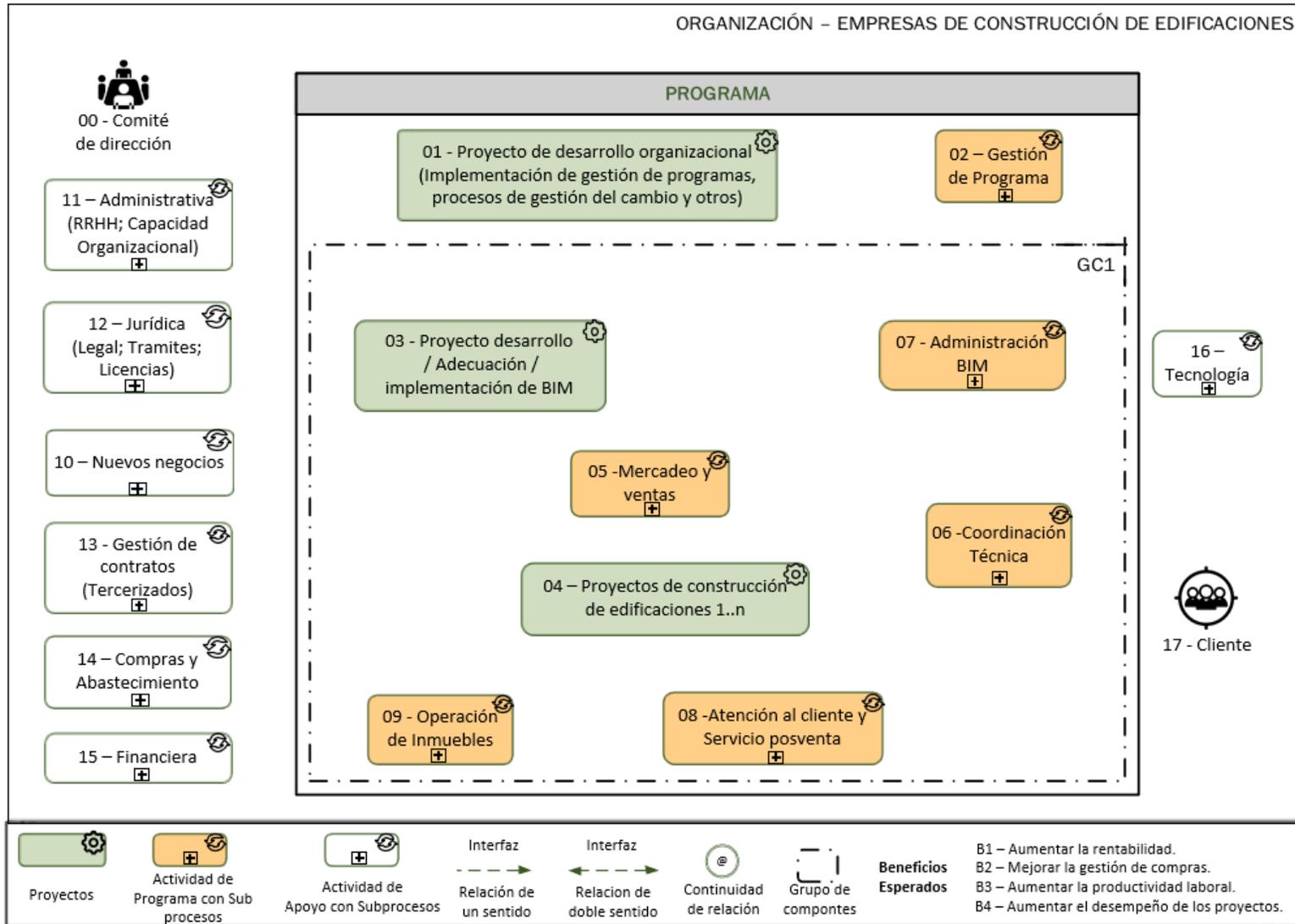
Para las diagramaciones de la arquitectura, se utilizan las convenciones y representaciones de acuerdo con el estándar BPMN (por sus siglas en inglés Business Process Modeling Notation) de diagramación de procesos de negocios que propone la organización Business Process Management Initiative (BPMI), para la representación de los bloques y la disposición de los diagramas de los procesos de negocio.

8.3.3.1. Disposición de componentes de programa

En la Figura 14 se presenta una disposición general de forma esquemática, mostrando los componentes de programa dentro de un área común (recuadro) que representa el programa completo en sí, en cuyo interior aparece un grupo de componentes denotado como GC1, que corresponde a los componentes referidos a la ejecución de proyectos de construcción de edificaciones y a la implementación y desarrollo de las herramientas BIM.

En esta disposición, las actividades de apoyo se encuentran en la parte externa de lo que corresponde al programa, de tal forma que se puedan establecer las relaciones de apoyo a los componentes del programa en el diseño de la arquitectura.

Figura 14. Disposición de componentes del programa en lienzo de arquitectura.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Los componentes de programa que se encuentran fuera del grupo GC1 corresponden a componentes que no están directamente relacionados con la ejecución de los proyectos de construcción de edificaciones, pero que son necesarios para el programa por la componente de gestión y de la implementación del marco de trabajo como programa.

8.3.3.2. Diagramas de obtención de beneficios

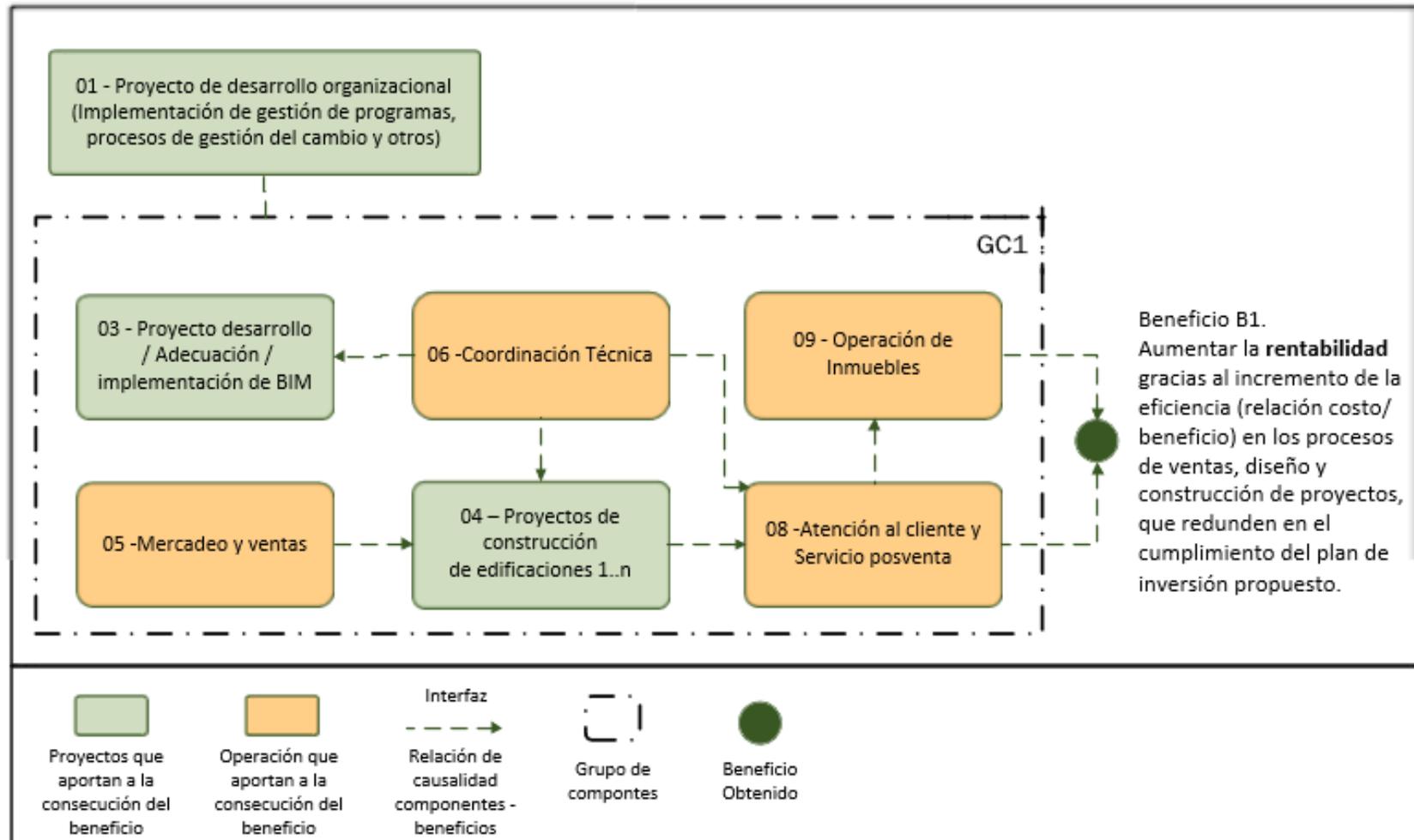
Los diagramas de obtención de beneficios muestran de forma esquemática la relación entre los componentes del programa y cada uno de los beneficios del programa, mediante un diagrama de bloques funcionales que une cada uno de los componentes mediante una flecha de interacción, para representar la causalidad que muestre como efecto la obtención de cada beneficio. Si bien todos los componentes aportan a la obtención de todos los beneficios como parte de la integralidad del programa, hay componentes que son más relevantes para la obtención de un beneficio particular.

Los diagramas de obtención de beneficios se entregan como parte integral de la arquitectura de programa, ya que muestran de forma gráfica el aporte de cada componente a la obtención de los beneficios del programa.

A continuación, en las Figuras 15, 16, 17 y 18, se presentan los diagramas de obtención de cada uno de los cuatro beneficios esperados por el programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**.

Beneficio B1: Aumentar la rentabilidad gracias al incremento de la eficiencia (relación costo/beneficio) en los procesos de ventas, diseño y construcción de proyectos que redunden en el cumplimiento del plan de inversión propuesto.

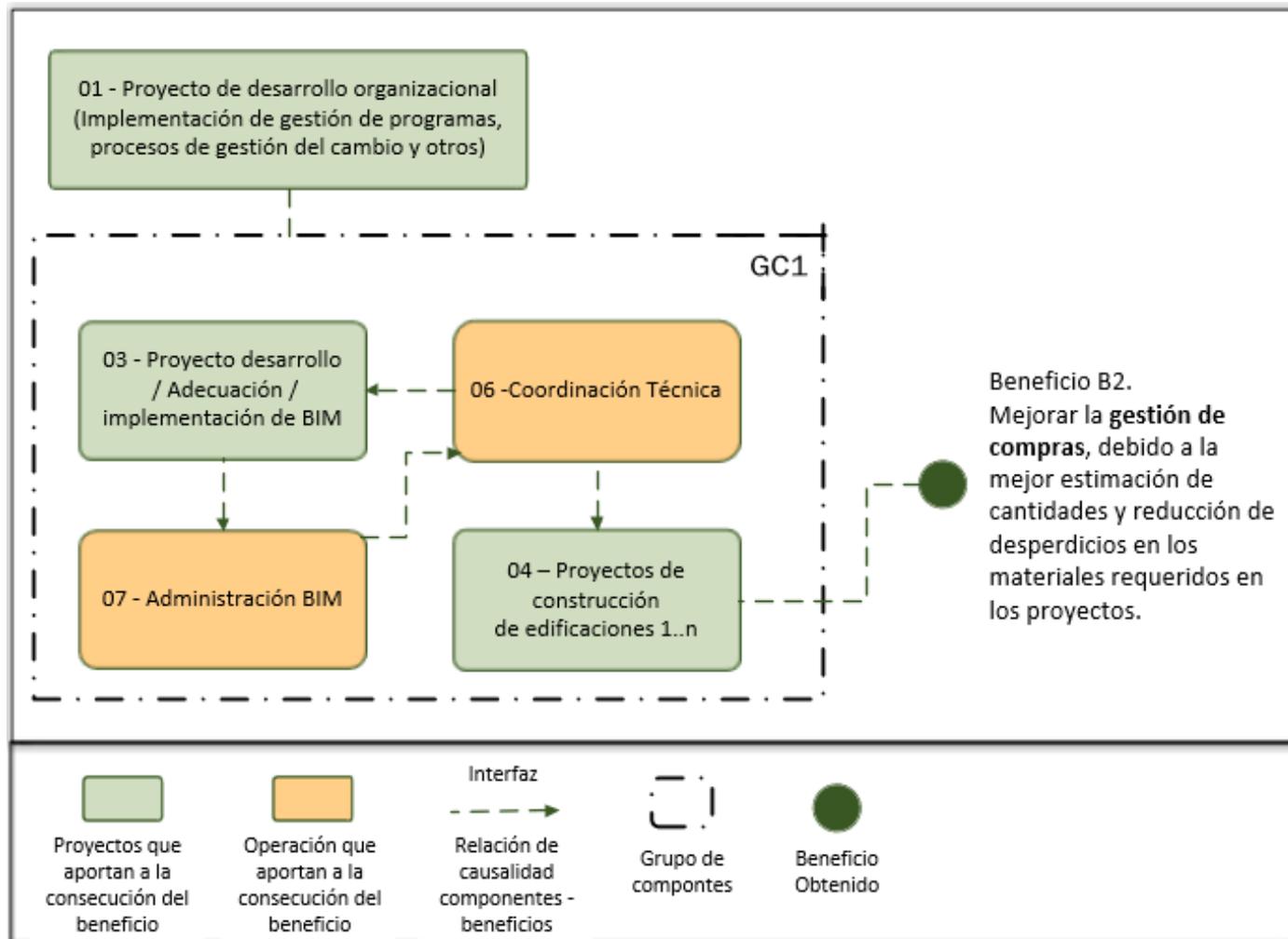
Figura 15. Diagrama de obtención de Beneficio B1.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B2: Mejorar la gestión de compras por la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.

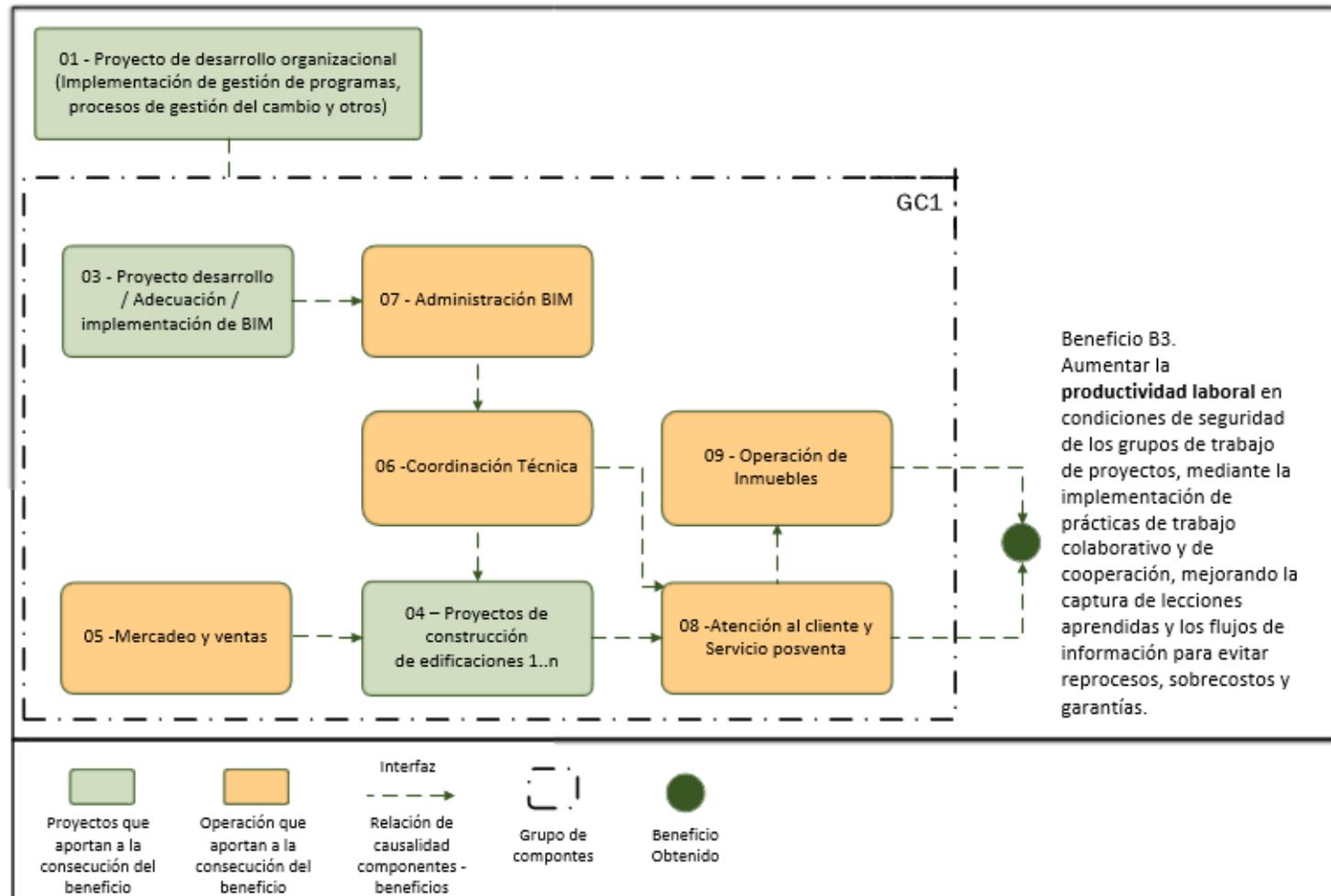
Figura 16. Diagrama de obtención de Beneficio B2.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B3: Aumentar la productividad laboral en condiciones de seguridad de los grupos de trabajo de proyectos mediante la implementación de prácticas de trabajo colaborativo y de cooperación, mejorando la captura de lecciones aprendidas y los flujos de información para evitar reprocesos, sobrecostos y garantías.

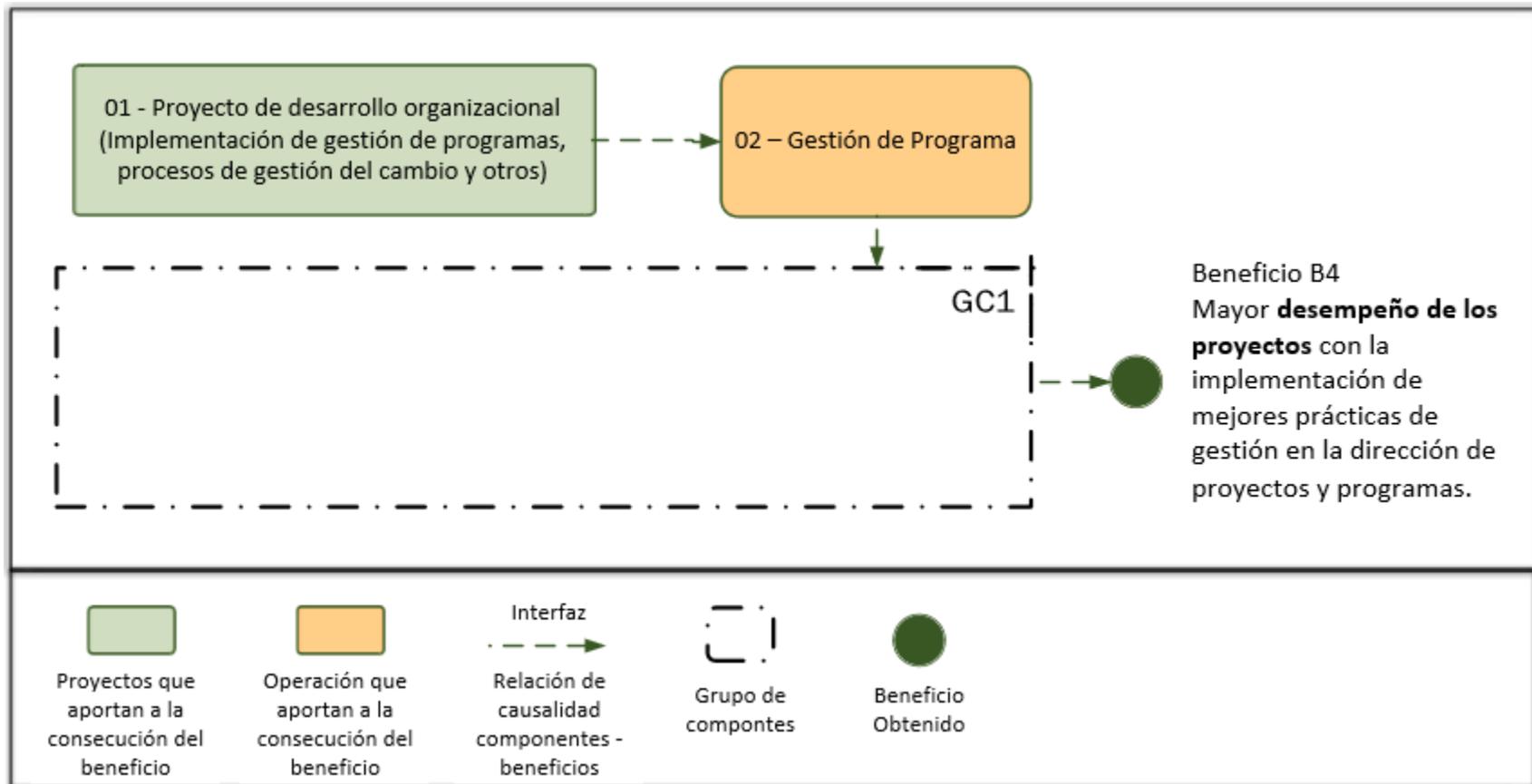
Figura 17. Diagrama de obtención de Beneficio B3.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B4: Aumentar el desempeño de los proyectos con la implementación de mejores prácticas de gestión en la dirección de proyectos y programas.

Figura 18. Diagrama de obtención de Beneficio B4.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.3.3.3. Relaciones entre componentes de programa

A partir de los diagramas de beneficios y las relaciones entre componentes que son necesarias para su obtención, es posible identificar entradas y salidas de los procesos que representan a partir de los hallazgos y conclusiones obtenidas en el análisis de información. Este análisis permite establecer relaciones que se dan como resultado de la interacción entre los componentes de programa y con las actividades de apoyo del programa que dan una mejor aproximación de la dinámica que se presenta en el desarrollo del programa. Los componentes de programa, las actividades de apoyo y las relaciones identificadas se plasman posteriormente en el lienzo de la arquitectura de programa.

Las relaciones se identifican usando la nomenclatura “R.XX.YY” donde “XX” corresponde al código del componente de programa o actividad de apoyo correspondiente a la entrada y “YY” corresponde al código del componente de programa o actividad de apoyo correspondiente a la salida.

En la Tabla 12 a continuación, se presenta una matriz de las relaciones identificadas:

Tabla 12. Matriz de relaciones identificadas.

COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	01	Entrada desde:	Comité de dirección	Actividad de apoyo	00	R.00-01 Aprobación de alta dirección	C01; C03
			Salida hacia:	Gestión de Programa	Actividad de programa	02	R. 01-02 Implementación de gestión de programas	C02; C03
			Salida hacia:	Grupo de Componentes	Grupo de Comp.	GC1	R.01-GC1 Apropiación organizacional	C01; C10
			Salida hacia:	Administrativa (RRHH y Capacidad organizacional)	Actividad de apoyo	11	R.01-11 Actualización cultura organizacional	C01; C10
Gestión de Programa	Actividad de programa	02	Entrada desde:	Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	01	R.01-02 Aprobación de alta dirección	C01; C03
			Salida hacia:	Grupo de Componentes	Grupo de Comp.	GC1	R.02-GC1 Dirección de programa	C02; C03
Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-03 Entrega de requerimientos técnicos	C15; C16; C21; C22; C26; C27; C28; C29; C30; C31
			Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.03-07 Transferencia de BIM	C23; C24; C25; C26; C27; C32
			Salida hacia:	Tecnología	Actividad de apoyo	16	R.03-16 Entrega de requerimientos técnicos	C11; C24; C26
			Entrada desde:	Tecnología	Actividad de apoyo	16	R.16-03 Respuesta a requerimientos	C11; C24; C26

COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	Salida hacia:	Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	R.04-05 Entrega de diseños para venta	C09; C14
			Entrada desde:	Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	R.05-04 Estado de ventas	C09; C14
			Salida hacia:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.04-06 Gestión de información soportada en BIM	C12; C10; C15; C21; C22; C26
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-04 Entrega de directrices y gestión de información soportada en BIM	C12; C10; C15; C21; C22; C26
			Salida hacia:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.04-08 Entrega de inmuebles	C04; C05; C19; C27; C29
			Salida hacia:	Compras y Abastecimiento	Actividad de apoyo	14	R.04-14 Entrega de cantidades para compra	C07; C08
			Entrada desde:	Nuevos negocios	Actividad de apoyo	10	R.10-04 Entrega de proyectos para ejecución	C12; C13; C17; C18
Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	Salida hacia:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-05 Entrega de diseños para venta	C09; C14
			Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.05-04 Estado de ventas	C09; C14
			Salida hacia:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.05-17 Cierre de negocios	C14
Coordinación técnica	Actividad de programa	06	Salida hacia:	Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	R.06-03 Entrega de requerimientos técnicos	C15; C16; C21; C22; C26; C27; C28; C29; C30; C31
			Salida hacia:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.06-04 Entrega de directrices y gestión de información soportada en BIM	C12; C10; C15; C16; C21; C22; C26; C27; C30
			Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-06 Gestión de información soportada en BIM	C12; C10; C15; C16; C21; C22; C26; C27; C30
			Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.06-07 Coordinación BIM	C10; C15; C21; C22; C23; C26;

COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
								C27; C28; C29; C30; C31; C32
			Entrada desde:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.07-06 Coordinación BIM	C10; C15; C21; C22; C23; C26; C27; C28; C29; C30; C31; C32
			Salida hacia:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.06-08 Estabilización de clientes	C16; C19; C27; C29 C32
			Salida hacia:	Nuevos negocios	Actividad de apoyo	10	R.06-10 Entrega de ingeniería conceptual	C15; C16; C17; C18
Administración BIM	Actividad de programa	07	Entrada desde:	Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	R.03-07 Transferencia de BIM	C23; C24; C25; C26; C27; C32
			Salida hacia:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.07-06 Coordinación BIM	C10; C15; C21; C22; C23; C26
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-07 Coordinación BIM	C10; C15; C21; C22; C23; C26
			Entrada desde:	Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	R.09-07 Actualización de BIM	C19; C20; C23; C26
Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-08 Entrega de inmuebles	C04; C05; C19; C27; C29
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-08 Estabilización de clientes	C16; C19; C27; C29 C32
			Salida hacia:	Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	R.08-09 Entrega a operaciones	C14; C19; C20; C24; C27; C32
			Salida hacia:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.08-17 Entregas al cliente	C05; C14; C19
			Entrada desde:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.17-08 Solicitudes de garantías	C05; C14; C19
Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.09-07 Actualización de BIM	C19; C20; C23; C26
			Entrada desde:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.08-09 Entrega a operaciones	C14; C19; C20; C24; C27; C32

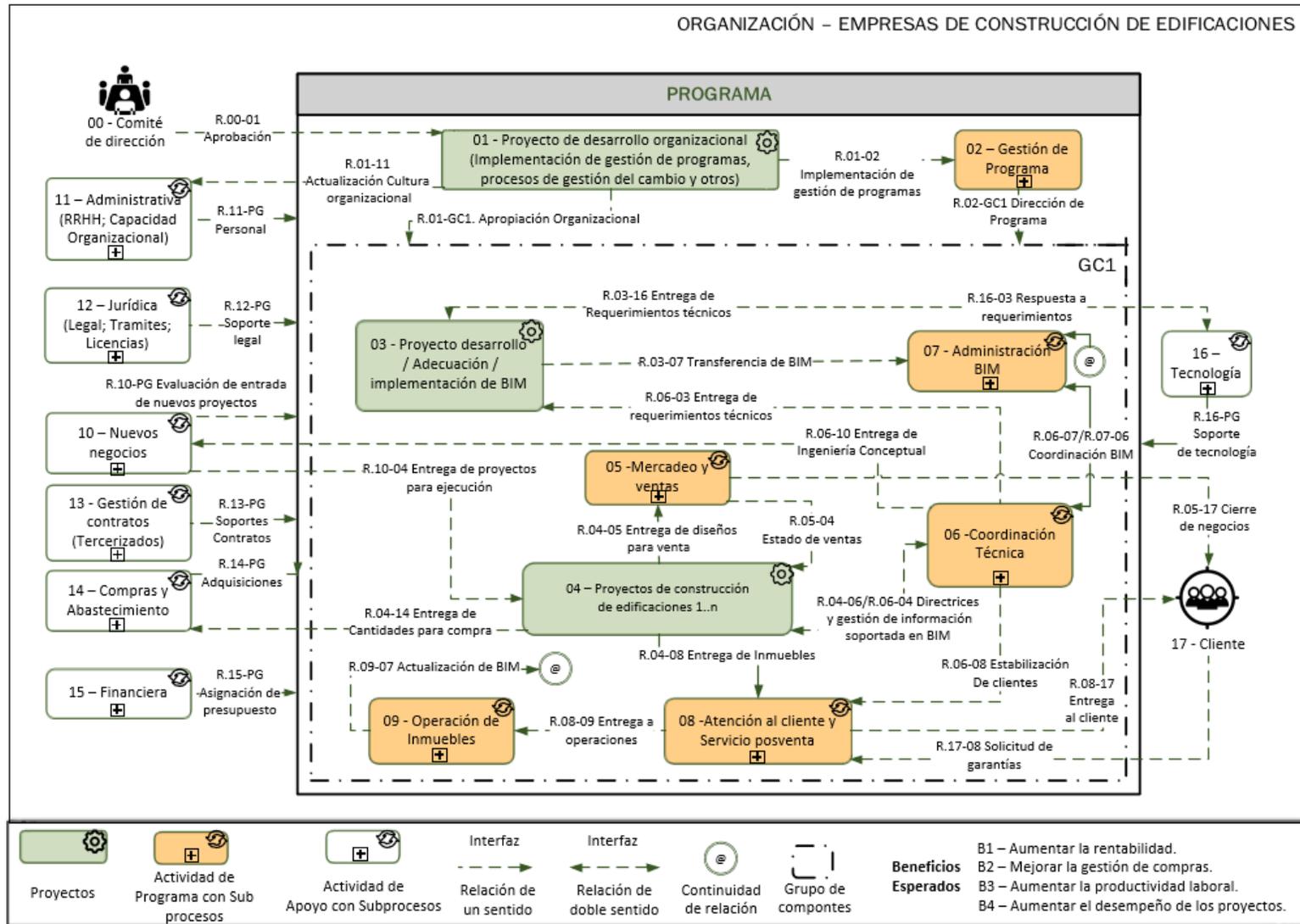
Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.3.3.4. Arquitectura de programa

Con la relación entre componentes del programa establecida y la forma de interacción dentro del programa, se elabora la diagramación por procesos de los componentes y sus relaciones para obtener la arquitectura de programa. Esta diagramación se realiza mediante un diagrama de bloques funcionales, considerando cada componente del programa como un bloque funcional. Las relaciones entre componentes que han sido identificadas se representan mediante flechas, para mostrar las interacciones entre los componentes y precisar mediante texto en la flecha, el tipo de relación que existe entre los componentes del programa.

En la Figura 19 se presenta la arquitectura de programa para para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia, realizada a partir de la aproximación del programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**.

Figura 19. Arquitectura de programa para para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.3.4.Verificación con experto en gestión de programas.

Para asegurar que la arquitectura de programa este conceptualmente correcta, se hace la verificación con un experto en gerencia de programas. Esta actividad genera como resultado la verificación de los siguientes puntos.

- Aproximación al programa.
- Identificación de componentes de programa.
- Diagramación de la arquitectura de programa:

Una vez realizada la verificación de la arquitectura de programa, el experto concluye que la misma cumple con lo que se esperaría de esta, sin embargo, requiere los ajustes que se relacionan a continuación:

- La visión del programa presentada esta muy general y le falta ser más audaz.
- En el componente, Proyectos de construcción de edificaciones “Tipo”, se recomienda revisar el término “Tipo”, ya que se puede presentar confusión.
- En la diagramación puede ir un componente de actividades de programa que se refiere a las actividades como calidad, riesgo, entre otros, ya depende del diseño de la arquitectura de programas y el grado de valor que agreguen en la representación si se presentan en un solo componente o se presentan detallados.
- En el esquema de arquitectura presentado se recomienda no apartarse demasiado de la notación del estándar BPMN. Las líneas que representa flujo de información deben ser discontinua.
- Revisar la palabra “interacción”, técnicamente podría ser “interfaz” en el contexto de programas.
- Se puede mejorar la forma de presentar la obtención los beneficios y presentarse en relaciones de causalidad donde se resalte los componentes más representativos para obtener el beneficio.
- La propuesta de arquitectura de programas presentada cumple con lo que se esperaría de esta, sin embargo, se requiere exponerla como una construcción que va de componentes, las relaciones y beneficios perseguidos hasta obtener la arquitectura de programas propuesta.

En el anexo 5 se encuentra el desarrollo de la verificación con el experto en gestión de programas en donde se indica el perfil del experto, el detalle de la información verificada y las recomendaciones entregadas por el experto con la correspondiente descripción del tratamiento realizado.

8.4. INTEGRACIÓN DE BIM A LA ARQUITECTURA DE PROGRAMA

La integración de herramientas building information modeling (BIM) en la arquitectura del programa “tipo” **construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM)**, se realiza desde el punto de vista de los beneficios esperados del programa y considerando las herramientas BIM como habilitadoras de los procesos teniendo en cuenta que los estudios de productividad consideran la implementación de herramientas tecnológicas como una buena práctica para lograr aumento en la productividad de empresas del sector de la construcción de edificaciones (CAMACOL[1]; McKinsey & Co., 2018).

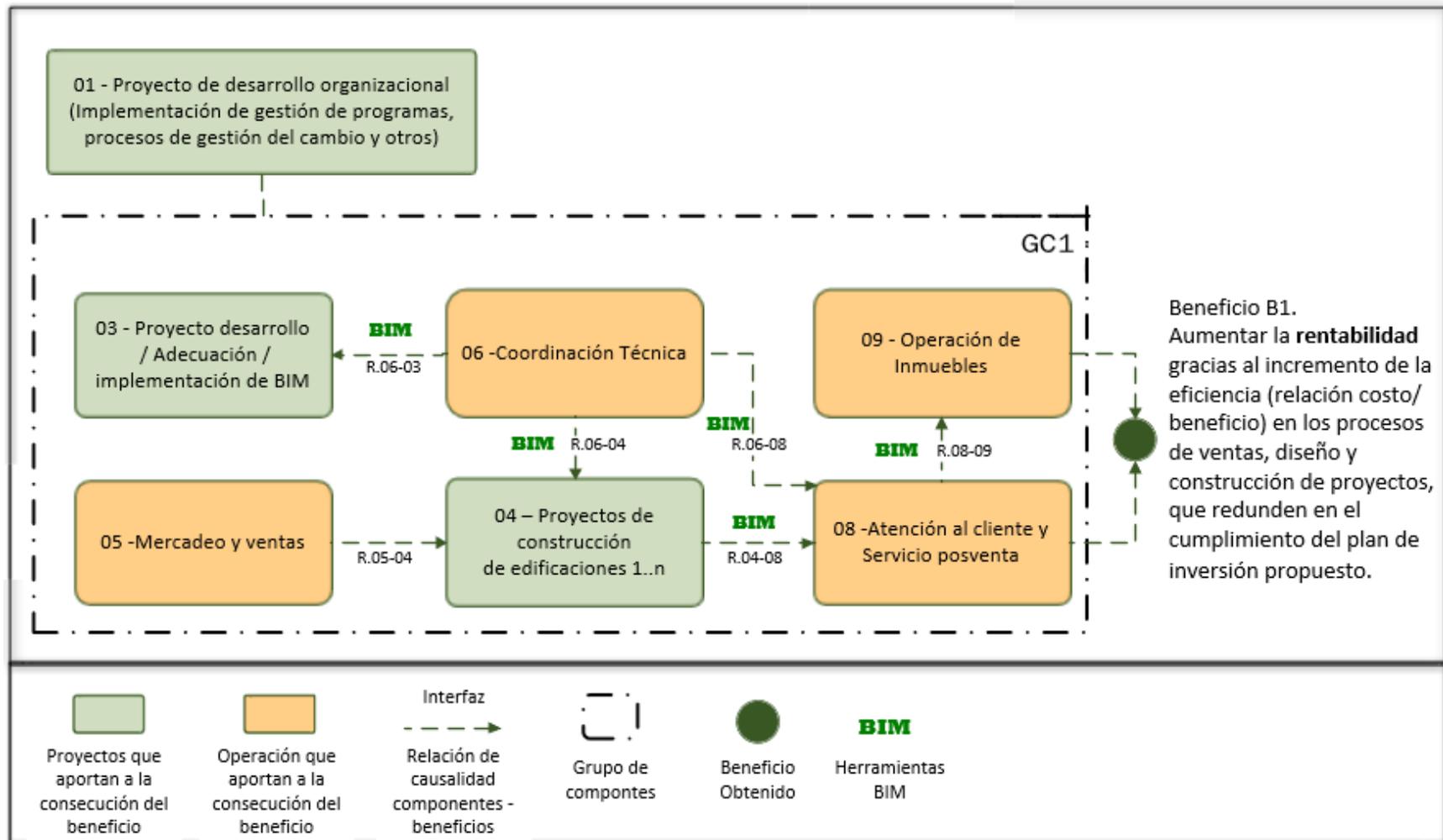
Para cada uno de los cuatro beneficios esperados se identifican las interacciones entre componentes de programa, en las cuales existe la posibilidad de implementar BIM, como se aprecia en las Figuras 20, 21, 22 y 23. A continuación, en las Tablas 13, 14, 15 y 16; se listan las herramientas de BIM, los entregables que se pueden generar y el aporte que entregan al programa como habilitadores de la obtención del beneficio.

8.4.1. Diagramas de beneficios con aporte de building information modeling (BIM)

A continuación, se presenta el diagrama de cada uno de los beneficios esperados con la identificación los entregables que se pueden generar y el aporte de las herramientas building information modeling (BIM) a la obtención del beneficio.

Beneficio B1: Aumentar la rentabilidad gracias al incremento de la eficiencia (relación costo/beneficio) en los procesos de ventas, diseño y construcción de proyectos que redunden en el cumplimiento del plan de inversión propuesto.

Figura 20. Diagrama de obtención de Beneficio B1 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Tabla 13. Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B1.

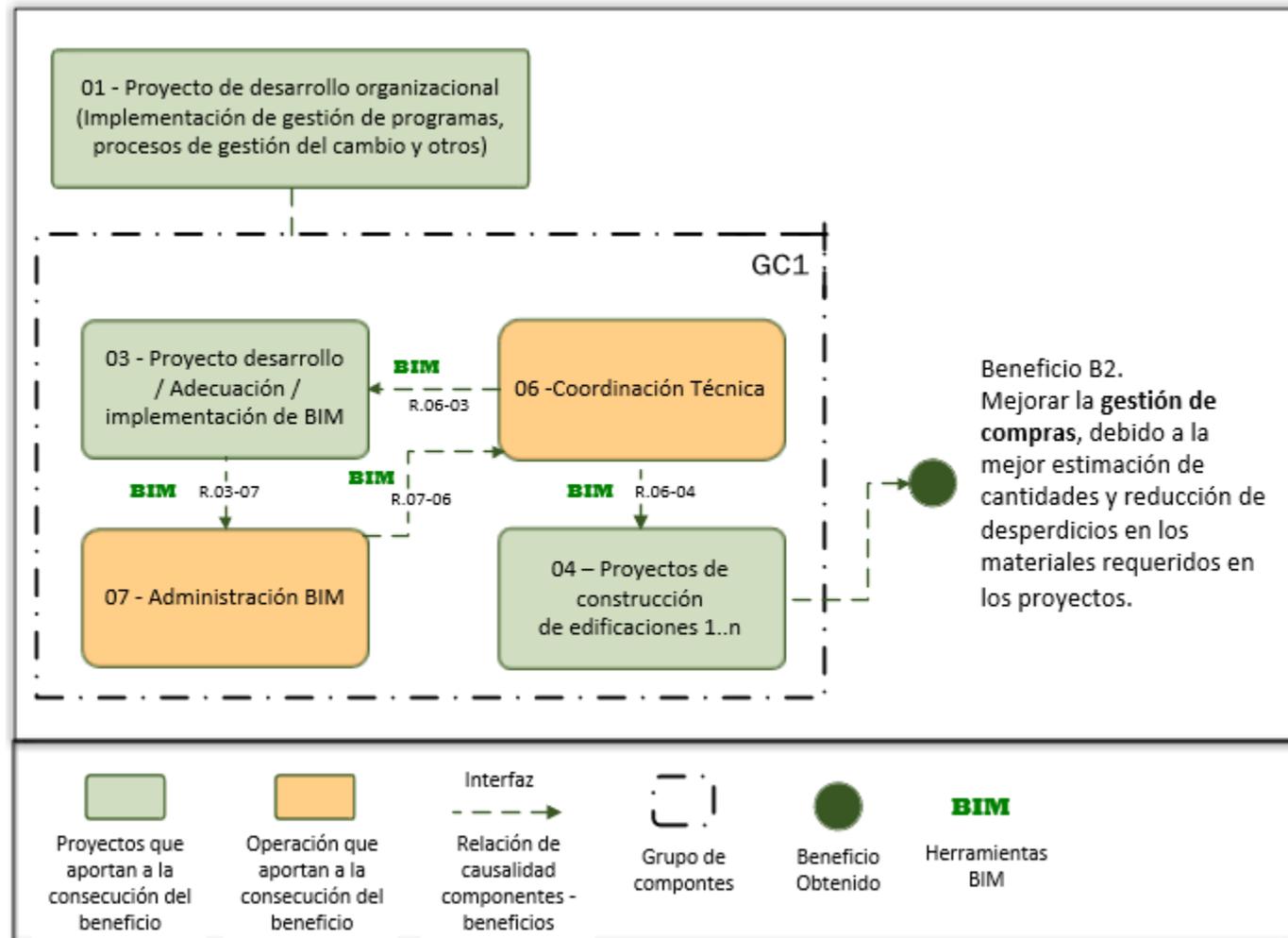
Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
R.06-03	Herramienta BIM de diseño y visualización.	+ Levantamiento de condiciones existentes + Elaboración de planos conceptuales + Diseño de diferentes disciplinas + Revisión de diseño + Informe de inspección de obra + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de detección de colisiones.	+ Diseño optimizado (Coordinación 3D)	+ Reducción de retrabajos. + Reducción de los conflictos de coordinación durante la etapa de obra. + Reducción de los costos de construcción.	C28
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29
	Herramienta BIM de simulación.	+ Planificación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de análisis energético y sustentabilidad.	+ Evaluación de sostenibilidad	+ Reducción de los costos de construcción. + Reducción de los costos de operación del activo.	C31
R.06-04	Herramienta BIM de diseño y visualización.	+ Modelos y diseños aprobados. + Informe de inspección de obra. + Modelación <i>as-built</i> .	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de simulación.	+ Programación de obra. + Simulación del proceso constructivo.	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
R.04-08	Herramienta BIM de diseño y visualización.	+ Verificar requerimientos de entrega.	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente.	C27; C29
	Herramienta BIM de cuantificación.			
R.06-08	Herramienta BIM de diseño y visualización.	+ Modelo de información del activo (AIM) en inglés (<i>as-built</i>).	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente.	C24; C27; C29; C32
	Herramienta BIM de cuantificación.			
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos).			

Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
R.08-09	Herramienta BIM de diseño y visualización. Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos).	+ Modelo de información del activo (AIM) en inglés (<i>as-built</i>).	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente. + Reducción de los costos de operación del activo.	C24; C27; C32

Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B2: Mejorar la gestión de compras por la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.

Figura 21. Diagrama de obtención de Beneficio B2 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Tabla 14. Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B2.

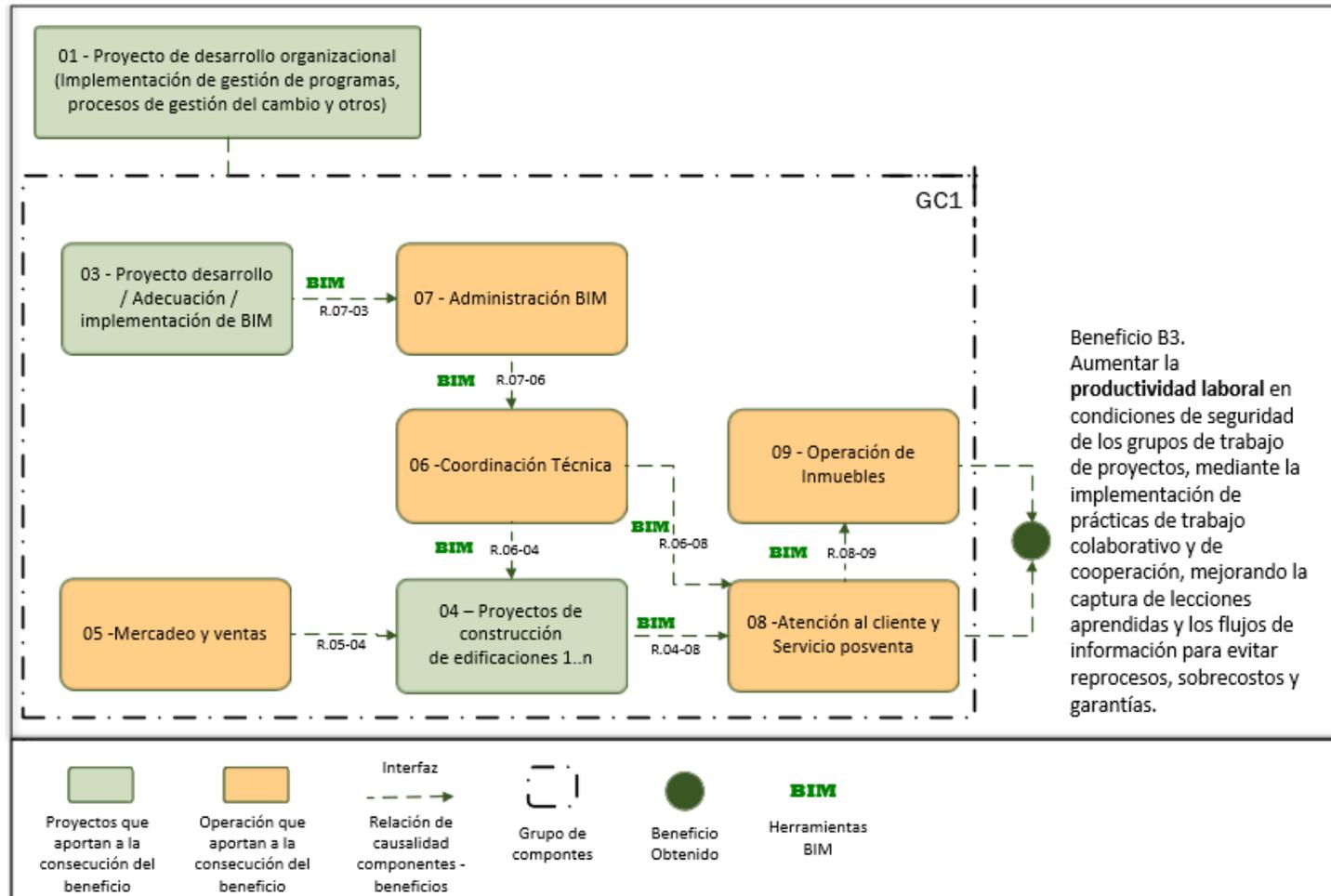
Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
R.06-03	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Diseño de diferentes disciplinas + Revisión de diseño + Informe de inspección de obra + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29
	Herramienta BIM de simulación.	+ Planificación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de detección de colisiones.	+ Diseño optimizado (Coordinación 3D)	+ Reducción de retrabajos. + Reducción de los conflictos de coordinación durante la etapa de obra. + Reducción de los costos de construcción.	C28
	Herramienta BIM de análisis energético y sustentabilidad.	+ Evaluación de sostenibilidad	+ Reducción de los costos de construcción. + Reducción de los costos de operación del activo.	C31
R.03-07	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Modelo de información del proyecto (PIM) optimizado	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos.	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos)			
R.06-07	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Diseño de diferentes disciplinas + Revisión de diseño + Informe de inspección de obra + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29
	Herramienta BIM de simulación.	+ Planificación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de detección de colisiones.	+ Diseño optimizado (Coordinación 3D)	+ Reducción de retrabajos. + Reducción de los conflictos de coordinación durante la etapa de obra. + Reducción de los costos de construcción.	C28

Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
	Herramienta BIM de análisis energético y sustentabilidad.	+ Evaluación de sostenibilidad	+ Reducción de los costos de construcción. + Reducción de los costos de operación del activo.	C31
	Herramienta BIM de visualización.	+ Modelo de información del proyecto (PIM) optimizado	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos.	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos)			
R.06-04	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Modelos y diseños aprobados. + Informe de inspección de obra. + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de simulación.	+ Programación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29

Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B3: Aumentar la productividad laboral en condiciones de seguridad de los grupos de trabajo de proyectos mediante la implementación de prácticas de trabajo colaborativo y de cooperación, mejorando la captura de lecciones aprendidas y los flujos de información para evitar reprocesos, sobrecostos y garantías.

Figura 22. Diagrama de obtención de Beneficio B3 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Tabla 15. Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B3.

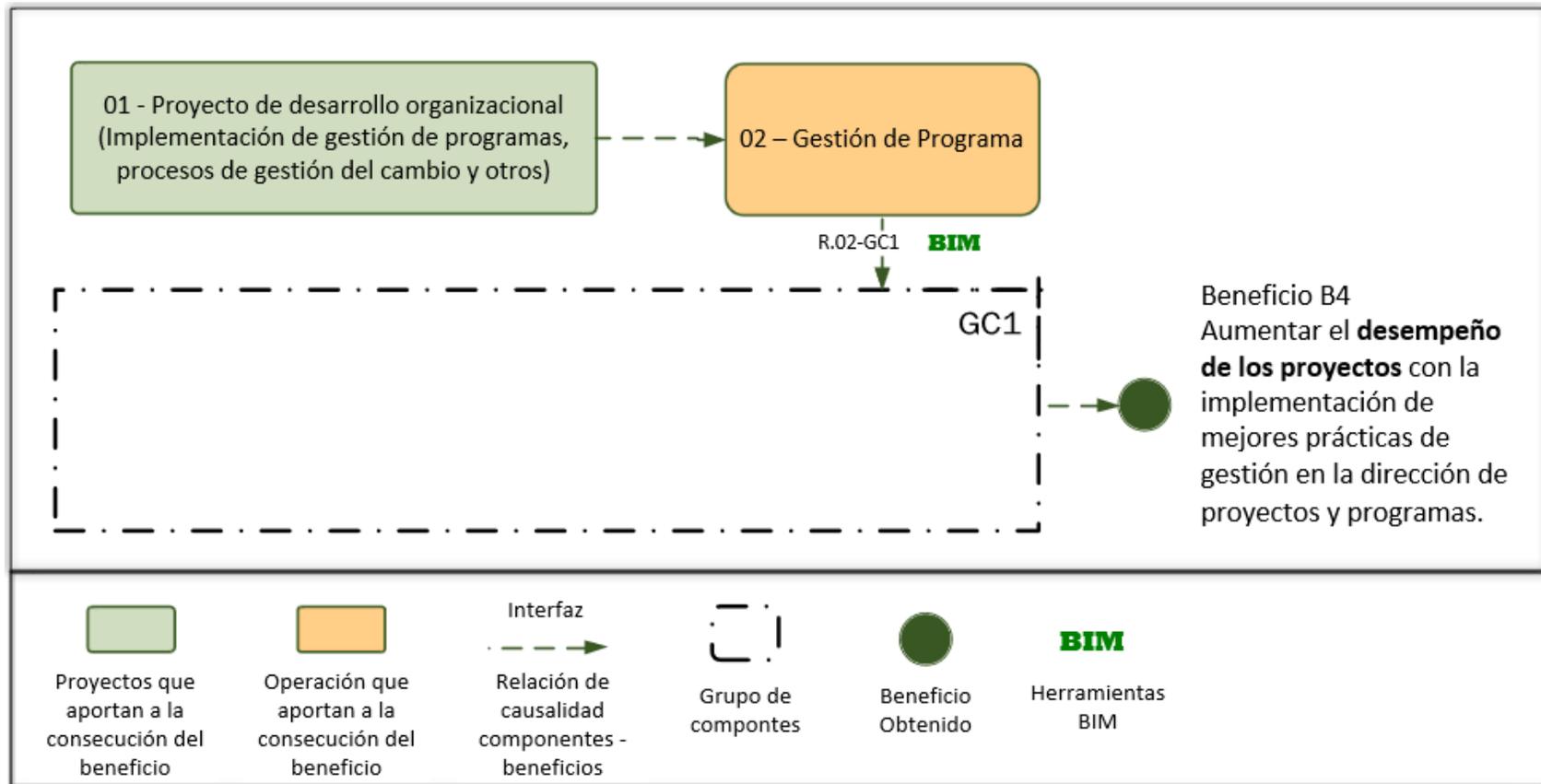
Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
R.03-07	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Modelo de información del proyecto (PIM) optimizado	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos.	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos)			
R.07-06	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Diseño de diferentes disciplinas + Revisión de diseño + Informe de inspección de obra + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos.	C27
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29
	Herramienta BIM de simulación.	+ Planificación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de detección de colisiones.	+ Diseño optimizado (Coordinación 3D)	+ Reducción de retrabajos. + Reducción de los conflictos de coordinación durante la etapa de obra. + Reducción de los costos de construcción.	C28
	Herramienta BIM de análisis energético y sustentabilidad.	+ Evaluación de sostenibilidad	+ Reducción de los costos de construcción. + Reducción de los costos de operación del activo.	C31
	Herramienta BIM de visualización.	+ Modelo de información del proyecto (PIM) optimizado	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos.	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos)			
R.06-04	Herramienta BIM de visualización y diseño.	+ Modelos y diseños aprobados. + Informe de inspección de obra. + Modelación <i>as-built</i>	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción de retrabajos. + Menor tiempo documentando, mayor tiempo diseñando.	C27
	Herramienta BIM de simulación.	+ Programación de obra	+ Reducción de la duración integral del proyecto.	C30
	Herramienta BIM de cuantificación.	+ Estimación de cantidades y costos	+ Mejora del control de costos (Predictibilidad)	C29
R.04-08	Herramienta BIM de diseño y visualización.	Verificar requerimientos de entrega.	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros. + Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente.	C27; C29
	Herramienta BIM de cuantificación.			
R.06-08	Herramienta BIM de diseño y visualización.	Modelo de información del activo (AIM) en inglés (<i>as-built</i>).	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros.	C27; C29
	Herramienta BIM de cuantificación.			

Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos).		+ Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente.	C24; C32
R.08-09	Herramienta BIM de diseño y visualización.	Modelo de información del activo (AIM) en inglés (<i>as-built</i>).	+ Mejora en la eficiencia a través de la colaboración con propietarios u otros miembros.	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos).		+ Reducción en el ciclo de aprobación con el cliente. + Reducción de los costos de operación del activo.	

Nota. Fuente. Autores, 2021.

Beneficio B4: Aumentar el desempeño de los proyectos con la implementación de mejores prácticas de gestión en la dirección de proyectos y programas.

Figura 23. Diagrama de obtención de Beneficio B4 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Tabla 16. Aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B4.

Relación	Herramienta BIM	Entregable BIM	Aporte	Conclusión
R.02-GC1	Herramienta BIM de diseño y visualización.	+ Modelo de información del proyecto (PIM) optimizado + Modelo de información del activo (AIM) en inglés (<i>as-built</i>).	+ Mejora generalizada de la imagen de su organización como líder de la industria. + Ofrecer nuevos servicios. + Marketing de nuevos negocios para clientes nuevos. + Mantener negocios tradicionales con clientes existentes. + Menores reclamos / litigiosidad	C24; C27; C32
	Plataformas de gestión de información BIM (Entorno común de datos).			

Nota. Fuente. Autores, 2021.

8.4.2. Verificación con experto en Building Information Modeling (BIM).

En aras de garantizar que la integración de herramientas BIM como soporte a la arquitectura de programa este acorde a las necesidades del sector, se hace la verificación con una experta, en estructuración de negocios inmobiliarios, con experiencia gerenciando diferentes unidades de negocio de empresas constructoras de edificaciones y la implementación de BIM. Esta actividad dio como resultado la verificación de los siguientes puntos.

- ✓ Los beneficios que se pretenden alcanzar con el programa tipo, están alineados a objetivos estratégicos perseguidos por las empresas del sector construcciones en Colombia.
- ✓ Los componentes presentados en la arquitectura de programa propuesta, son acordes y adaptables a las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.
- ✓ Las relaciones entre componentes son coherentes.
- ✓ Es clara la integración de herramientas BIM en las relaciones de la arquitectura de programas, de igual manera es acertado como se muestran los entregables usuales en el proceso de estructuración, gerencia, ejecución y cierres de proyectos constructivos de edificaciones.

Una vez realizada la verificación de la integración de herramientas BIM como soporte a la arquitectura de programa, la experta concluye que la misma cumple como ejercicio académico de un Trabajo de Grado a nivel de maestría y propone el siguiente trabajo futuro que permita facilitar la aplicabilidad en el sector real.

El trabajo futuro propuesto para próximas investigaciones, es el de realizar el diseño de unos indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés Key Performance Indicator), para medir los beneficios esperados por el programa que permitan a los gerentes de las empresas constructoras de edificaciones tomar decisiones al implementar la arquitectura del programa.

También como parte del trabajo futuro es las tablas del aporte de integración BIM a la obtención de beneficios (ver Tabla 13, 14, 15 y 16), se podrían complementar con casuísticas de empresas del sector construcción, que permita ejemplificar aún más el aporte de BIM.

La verificación de integración de herramientas building information modeling (BIM) como soporte a la arquitectura de programa, los detalles de la verificación, el perfil de profesional de la experta, las

recomendaciones realizadas y el tratamiento realizado de las recomendaciones pueden ser consultadas en el Anexo 6.

9. DISCUSIÓN

En Colombia se presenta baja productividad del sector construcción de edificaciones en comparación con referentes internacionales. Para contrarrestar este panorama se vienen haciendo esfuerzos por parte del sector privado, la academia y el gobierno que permita mejorar la situación. De esta manera ayudar a los empresarios en la productividad de sus empresas y con ello impactar positivamente las condiciones económicas y sociales del país.

Como parte de las acciones, el gobierno nacional lanzó la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026, cuya visión se propone la “**transformación digital** del sector de la **construcción** para un mejor uso de los **recursos** disponibles y una mayor **productividad**”. Sin embargo, en aras de lograr esta ambiciosa estrategia se requieren de caminos que permitan materializarla; estos caminos son los portafolios, programas y proyectos. En el presente Trabajo de Grado se hace énfasis en los programas, ya que están enfocados en maximizar los beneficios de la organización, lo cual está íntimamente relacionado con mayor productividad.

La arquitectura de programa se propone como una herramienta de gestión de programas que permite construir una diagramación por procesos de los componentes del programa y sus relaciones para la obtención de los beneficios propuestos.

El proceso de abstracción y visualización de la obtención de beneficios a través de la diagramación de la interacción lógica entre componentes que permite la arquitectura de programa, se constituye en la base para establecer la planeación del programa en términos de una obtención de beneficios de manera incremental, que pueda ser representada en una hoja de ruta para planear el cumplimiento de hitos, puntos de decisión del programa y para la obtención de cronogramas detallados.

El diseño de una arquitectura de programa que considere la interrelación de los componentes representativos en el sector de la construcción en Colombia, integrando herramientas BIM, se ofrece como una posibilidad para que las empresas del sector la adopten como parte de las mejores prácticas con componente tecnológico, en su estrategia para la obtención de los beneficios esperados, mejorando así su productividad.

Las herramientas BIM en programas de construcción tienen un gran potencial para la mejora de la productividad y la obtención de beneficios de las empresas de este sector si se consideran, entre otras, las siguientes posibilidades de BIM:

- Estandarización de diseños: Diseñar con conceptos modulares y parametrizados que son fácilmente replicables y escalables en los proyectos del Programa.
- Gestión del conocimiento: Aprovechar las lecciones aprendidas e información de los proyectos ejecutados y capitalizarlas en la ejecución de los nuevos proyectos que hacen parte del programa.
- Gestión de residuos: Permitir el seguimiento de materiales y avances de construcción para mejorar la logística de materiales. Con esto, identificar fácilmente la posibilidad de aprovechar material sobrante de un proyecto, en otro proyecto del programa.
- Gestión de información: Mejorar los flujos de información en todos los componentes que intervienen en el programa.

Sin embargo, una mayor productividad debe ir acompañada de un cambio en la cultura organizacional, apoyado de manera decidida desde la alta dirección, que habilite el uso de programas y herramientas BIM, integrado mediante una arquitectura de programa para empresas de este sector.

10. CONCLUSIONES

- Las empresas de construcción de edificaciones tienen similitudes con esquemas, bondades y retos propios del sector que fueron evidenciadas en la literatura, así como en el ejercicio de entrevistas y encuestas realizadas; por esta razón, se logra plantear un modelo de programa “tipo” que pueda aplicarse a este tipo de organizaciones con alguna generalidad. Cada empresa del sector de la construcción puede realizar las adaptaciones necesarias de acuerdo a las necesidades y su contexto particular.
- Los componentes de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM) requieren el apoyo de áreas de soporte para su ejecución, por esta razón la arquitectura propuesta involucra otras actividades que no hacen parte del programa. El grado de contribución a la obtención de los beneficios esperados de estas actividades puede variar o incluso incorporarse como actividades propias del programa, dependiendo de la estructura organizacional de cada empresa y los beneficios que se proponga obtener.
- En los cuatro (4) diagramas de obtención de beneficios con integración de BIM, se encontraron un total de 19 relaciones de causalidad en las cuales se realiza integración de herramientas BIM en 16 de las relaciones lo que significa un 84% de integración de herramientas BIM a la arquitectura de programa.
- El uso de building information modeling (BIM) en los proyectos en Colombia va en aumento como lo muestra la encuesta BIM latam 2020, esto sumado al impulso que el Gobierno Nacional pretende dar mediante la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026 se constituye en una oportunidad para que este tipo de herramientas se incorporen cada vez más a los procesos de gestión de proyectos del sector de la construcción de edificaciones. En todo caso, es posible que en el primer acercamiento a BIM, una empresa constructora intente la implementación de una herramienta BIM motivada por el ejercicio comercial de algún productor de software o alguna otra motivación sin contexto estratégico para su organización. El camino que ofrece el resultado de la presente investigación, es la configuración de una arquitectura de programa que sirva como herramienta de planeación para una implementación de BIM alineada de forma estratégica con los proyectos de construcción y otros componentes de desarrollo, de tal manera que se alcancen los objetivos y se obtengan los beneficios propuestos de forma escalable y sostenible en el tiempo.
- Como ejercicio investigativo se logró como resultado un esquema de arquitectura de programa, utilizando notación de BPMN, con una vocación adaptativa que puede ser apropiada por empresas del sector construcción de edificaciones incorporando o suprimiendo componentes de acuerdo a sus propias necesidades, incluso una vez implementada y de acuerdo a los resultados obtenidos, se pueden incorporar nuevos ajustes que permitan el logro progresivo de los beneficios propuestos.

- El desarrollo de la arquitectura obtenida en esta investigación, considera y sugiere una elaboración secuencial en la que primero se realiza la disposición de los componentes identificados en el lienzo, luego se realizan la diagramación de obtención de cada uno de los beneficios, para identificar las interacciones claves entre componentes y finalmente se hace la integración de componentes en un solo lienzo teniendo como resultado la arquitectura de programa completa.

11. TRABAJO FUTURO

El presente trabajo es punto de partida de nuevas investigaciones. Se presentan las siguientes oportunidades para trabajos futuros:

1. Realizar investigaciones relacionadas a casos de estudios de empresas del sector construcción de edificaciones que estén implementando formalmente programas para gestionar los beneficios de la organización.
2. Realizar investigaciones que permitan construir indicadores clave de desempeño (kpi) para medir los beneficios esperados de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM).
3. Continuar con otras investigaciones que adicional a la integración de herramientas building information modeling (BIM), también pueda realizar la integración a la arquitectura de programa con otros instrumentos o documentos claves en los procesos de BIM, recomendados en el BIM KIT del BIM FORUM COLOMBIA o en la norma ISO-19650 de 2018 “Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (building information modeling)”, que para Colombia se denominan la NTC-ISO 19650-1 (Parte 1: Conceptos y principios) y NTC-ISO 19650-2 (Parte 2: Fase de desarrollo de los activos).
4. Realizar diagnóstico de la implementación en empresas de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM).
5. Completar los planes de gestión de los procesos de soporte que establece el PMI en el estándar de gestión de programas cuarta edición, al implementar la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Saven, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *Int. J. Production Economics*, 129-149. Obtenido de http://secure.com.sg/courses/ICT353/Session_Collateral/TOP_04_ART_03_ARTICLE_AGUILAR_Biz_Proc_Modelling.pdf
- Analítica. (s.f.). <http://www.analitica.co/wordpress/>. Obtenido de Analítica Web site: <http://www.analitica.co/wordpress/>
- Autodesk. (2002). *White Paper, Building Information Modeling; Autodesk Building Industry Solutions*. Autodesk. Obtenido de http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf
- BID y FIIC. (03 de Noviembre de 2020). Encuesta BIM LATAM 2020. *Diagnostico del estado de BIM para América Latina 2020; Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con el apoyo de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC); Grupo de Trabajo BIM FORUM LATAM de INCONET*. América Latina. Obtenido de URL 01: <https://camacol.co/sites/default/files/ENCUESTA%20BIM%20LATAM%202020.pdf> / URL 02: <http://bit.ly/2G9myNS>
- BIM FORUM COLOMBIA y CAMACOL. (2020). *BIM KIT 1 y 2 guías para la adopción BIM en las organizaciones*. Bogotá: BIM Forum Colombia con el apoyo de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Obtenido de <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>
- CAMACOL [BIMCO]. (2019). De BIM a la Transformación Digital de la Industria; presentado en el BIMCO 2019 evento organizado por La Cámara Colombiana para la Construcción (CAMACOL) y el BIM FORUM COLOMBIA. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://camacol.co/file/4696/download?token=opgMmboj>
- CAMACOL[1]; McKinsey & Co. (2018). *Informe de productividad. Sector construcción de edificaciones*. Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/INFORME-PRODUCTIVIDAD-VF.PDF>
- CAMACOL[2]. (2020). *Cámara Colombiana de la Construcción; Construcción en Cifras*. Obtenido de www.camacol.co: <https://camacol.co/documentos/construccion-en-cifras>
- CAMACOL[3]. (2020). Hacia la construcción de una nueva normalidad. *URBANA Revista de la construcción sostenible ISSN 211-7388* (Número 85 Abril-Junio 2020), Pag. 6. Obtenido de <https://camacol.co/revista-urbana/85/mobile/index.html>
- CAMACOL[4]. (2020). *Informe de Actividad Edificadora*. Cámara Colombiana de la Construcción. Bogotá: CAMACOL. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/IAE%20Julio%20VF.pdf>
- CMAA. (12 de Marzo de 2021). *The Construction Management Association of America (CMAA)*. Obtenido de <https://www.cmaanet.org/>
- Coloma, E., Ayats, C., Miquel, S., Molas, I., Puig, P., & Armengol, M. (2019). La parte humana del BIM: Tres estudios de caso. *Journal of BIM and Construction Management*, 1(1), 1-13. Obtenido de journalbim.org/index.php/jb/article/view/6

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2019). *CEPALSTAT*. Obtenido de https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil_Regional_Economico.html?idioma=spanish
- Confecámaras. (2018). *Nuevos hallazgos de la supervivencia y crecimiento de las empresas en Colombia*. Red de Cámaras de Comercio. Bogotá: Confecámaras. Obtenido de http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/2018/Cuadernos_An%C3%A1lisis_Econ%C3%B3mico/Cuaderno_demografia_empresarial/Cartilla17.pdf
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2019). *CONPES 3975 - Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. República de Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- DANE. (2020). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)*. Bogotá: DANE. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_ltrim20.pdf
- Delaney, J. (2014). *Construction Program Management; ISBN: 978-1-4665-7504-2*. Boca Raton, Florida, EE. UU.: Taylor & Francis Group, LLC. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=6Cna_yKf0gQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false
- Eastman et al. (1974). An Outline of the Building Description System. *Research Report No. 50; Carnegie Mellon University, Institute of Physical Planning*, Pag. 1-23. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=ED113833>
- Eastman et al. (2011). *BIM Handbook* (Second Edition ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc. Obtenido de https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors
- Estrenar Vivienda. (04 de Junio de 2020). Así avanza la Gran Feria Inmobiliaria 2020. *EL TIEMPO*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/asi-avanza-la-gran-feria-inmobiliaria-2020-503384>
- EUBIM Task Group. (2017). *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*. Colaboración entidades de 21 países de Europa: EUBIM Task Group. Obtenido de <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/02/GROW-2017-01356-00-00-ES-TRA-00.pdf>
- Fedesarrollo. (2019). *Prospectiva Económica*. Bogotá: Fedesarrollo. Obtenido de https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/prospectivaeconomica/1ersion_libre-prospectiva_abril_2019.pdf
- Gobierno de Colombia. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Con apoyo de: Embajada Británica Colombia; MOTT MACDONALD; CAMACOL; BIM FORUM COLOMBIA*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Graciani García, A. (2000). Hacia el nacimiento de la Historia de la Construcción. Origen y devenir de una Ciencia. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, (págs. pp. 469-477). Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/86048/GRACIANI%202.pdf?sequence=1>

- Hommel, B.-J. (2004). *The evaluation of business process modeling techniques (doctoral thesis)*. Oud-Beijerland, Países Bajos: Chimedia.
- Huerta Fernández, S. (2011). *Historia de la construcción: la fundación de una disciplina*. Coimbra: Almedina, Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra. ISBN 978-972-40-4452-1. Obtenido de <http://oa.upm.es/7465/>
- ICONTEC. (01 de Enero de 2021). NTC-ISO 19650-1 y 2 (Consulta Pública), Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.icontec.org/wp-content/uploads/2020/11/CP-del-01-de-noviembre.pdf>
- International Project Management Association [IPMA]. (2015). *Estándar IPMA "Organisational Competence Baseline for Programme Management"*. Versión 4.0. International Project Management Association [IPMA].
- Jimenez, V., & Comet, C. (Diciembre de 2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2).
- Jovanov et al. (2019). Construction Management of projects via BIM. *ResearchGate; Zbornik Radova Građevinskog Fakulteta*, 35, 39-51. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338120059_PRIMENA_BIMA_U_UPRAVLJANJU_PROJEKTA
- Laiserin, J. (2002). Comparing Pommés and Naranjas. *The Laiserin Letter*, Pag 1. Obtenido de <http://laiserin.com/features/issue15/feature01.php>
- Landaeta, L., Sissa, P., & Navarro, C. (2018). *Trabajo de Grado: Elaboración del diagnóstico del grado de madurez organizacional en gerencia de proyectos de la empresa ESTYMA S.A.* Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/918>
- Lozano et al. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Revista Ingeniería y Ciencia*, Vol. 14, Pg. 117-151. Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/ingciencia>
- Matus. (2015). *Diferencia entre Programas, Proyectos y Portafolios*. Obtenido de <https://sg.com.mx/buzz/diferencia-entre-programas-proyectos-y-portafolios>
- McKinsey & Co. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.pdf>
- Messner et al. (2019). *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2*. Pennsylvania, USA: Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. Obtenido de <http://bim.psu.edu>

- MinComercio. (2019). *Decreto 957 de 05 Junio de 2019*. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. Bogotá: MinComercio. Obtenido de <http://www.mipymes.gov.co/temas-de-interes/definicion-tamano-empresarial-micro-pequena-median>
- Ministerio de Vivienda. (2020). *Resolución 0441 de 2020; Por la cual se fijan los lineamientos para los curadores urbanos y las autoridades municipales o distritales competentes, encargadas del estudio, trámite y expedición de licencias urbanísticas...* Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/NormativaInstitucional/0441%20-%202020.pdf>
- Minvivienda. (2020). *Documento de coyuntura económica; Empleo en el sector constructor de edificaciones: perspectivas en el corto plazo*. Bogotá: Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documentos_covid19/EmpleoyConstruccion_junio2020_DSH.pdf
- National Institute of Building Sciences. (2015). *National BIM Standard-United States (NBIMS-US™) Versión 3; Term and Definitions*. Washington, D.C.: Sciences, National Institute of Building. Obtenido de https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_V3_3_Terms_and_Definitions.pdf
- Object Management Group [OMG]. (2011). *Business Process Model And Notation [BPMN] version 2.0*. Obtenido de OMG Web site: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2012). *Guía para la gestión de proyectos*. Organización Internacional de Normalización [ISO].
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015). *Sistemas de Gestión de la Calidad (ISO 9000)*. Organización Internacional de Normalización [ISO].
- PlanBim. (2019). *¿Qué es BIM?; PlanBim Chile*. (G. d. Comité de Transformación Digital CORFO, Editor) Recuperado el 12 de 03 de 2019, de <https://planbim.cl/bim/>
- Prado, L., & Orobio, A. (2019). Grado de madurez en gestión de proyectos de una empresa constructora de vivienda: Un análisis en Colombia. *Revista Espacios, Vol. 40(43)*, Pg 20.
- Project Management Institute [PMI]. (2017). *Estándar PMI "The Standard for Program Management". Cuarta edición*. Project Management Institute [PMI].
- Project Management Institute [PMI]. (2018). *Estándar PMI "The Standard for Organizational Project Management [OPM]"*. Project Management Institute [PMI].
- Sampieri et al. (2014). *Metodología de la Investigación ISBN: 978-1-4562-2396-0 (Sexta Edición ed.)*. Mexico: McGRAW-HILL. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Sanchis Gisbert, R. (2020). *Diagramación de procesos*. Obtenido de www.ruinet.upv.es:https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%c3%b3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Succar, B. (21 de febrero de 2019). *Building Information Modelling (BIM)*, v1. Obtenido de bimdictionary.com: <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1>
- The Conference Board. (2019). *Productividad: el reto estructural*. Consejo Privado de Competitividad. Obtenido de https://compite.com.co/blog_cpc/productividad-el-reto-estructural/
- Toribio , R. (2014). ¿De Dónde Salió el Concepto BIM? (T. Group, Ed.) *Innovation, Information and Construction*, Pag. 1. Obtenido de <http://blog.triart.com.do/2018/04/04/concepto-bim/#easy-footnote-1-379>
- United Kingdom Office of Government Commerce [OGC]. (2011). *Guía MSP® “Managing Successful Programmes”*. Cuarta edición. London: The Stationery Office.
- Valdés, L. A. (noviembre de 2003). *Manual para la diagramación de procesos*. Obtenido de accioneduca.org: http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/disenio-de-procesos-y-diagrama-de-flujo_1563806036.pdf
- Velasco. (24 de Abril de 2020). El sector inmobiliario y de construcción en tiempos del Covid 19; Pódcast minuto 16:27. (www.dinero.com, Ed.) Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.dinero.com/podcast/conversaciones/articulo/el-sector-inmobiliario-y-de-construccion-en-tiempos-del-covid-19/284561>
- Yacuzzi, E. (2005). *El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación*. Universidad del CEMA. Obtenido de <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods*. SAGE Publications Inc.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Ficha instrumento de entrevista.

ANEXO 2. Ficha instrumento de encuesta.

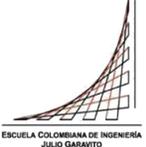
ANEXO 3. Análisis cualitativo.

ANEXO 4. Análisis cuantitativo.

ANEXO 5. Verificación de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM).

ANEXO 6. Verificación de integración de herramientas building information modeling (BIM) como soporte a la arquitectura de programa.

ANEXO 1. Ficha instrumento de entrevista.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	

ANEXO 1

INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA

El instrumento de investigación seleccionado para aplicar a este entorno es una entrevista cuyo cuestionario semiestructurado está conformado por 22 preguntas abiertas agrupadas en 2 módulos: 1. proyectos y programas en la empresa, 2. BIM en la empresa, con la ficha técnica de la Tabla A1.1.

Para el desarrollo de la entrevista se plantea una guía como ayuda de memoria para que los integrantes del equipo de trabajo (entrevistadores) puedan conducir el ejercicio de investigación de forma organizada, con un lenguaje adecuado y recordar lo temas a tratar.

Tabla A1.1. Ficha técnica entrevista.

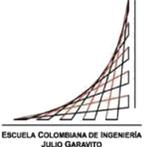
Metodología de la investigación	Cualitativa.
Técnica de recolección	Entrevista semiestructurada.
Instrumento	Entrevista.
Grupo objetivo	Gerentes de Proyectos o Programas vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia con experiencia mayor a 5 años o al menos 2 proyectos de construcción de edificaciones realizados como Gerente de Proyecto o Programa que actualmente se desempeñe en empresas que actualmente se encuentran usando herramientas BIM.
Tamaño de la población	4 entrevistados.
Fecha de trabajo en campo	
Medio de realización de la entrevista	Virtual
Diseño y realización	Investigadores (Grupo de Trabajo de Grado)

Nota: Elaboración propia

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

Grupo 1. Orientadas a programas.

1. ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué? *Ayuda: ¿lo entrega a un cliente?, ¿lo opera?, ¿lo comercializa?*
2. ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? *Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos.*
3. ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos?
4. ¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? *Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos.*

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/09/02	REVISIÓN: 0

5. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado?
6. ¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos?
7. ¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?

Grupo 2. Orientadas a Procesos

8. ¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?
9. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?
10. Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas?
11. ¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma?
12. ¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? *Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano*

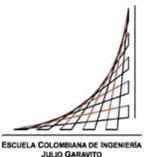
MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 1. Orientadas a herramientas.

13. ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?
14. ¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos?
15. ¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? *Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo.*
16. ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM?
17. ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?

Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

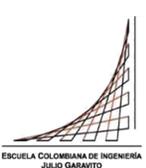
18. De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM?
19. ¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa?

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/09/02 REVISIÓN: 0	

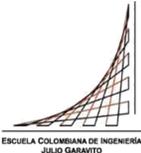
20. ¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?
21. ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener ventaja competitiva? ¿Cómo considera que se lograría esta ventaja?
22. ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia?

Tabla A1.2. Análisis prueba piloto.

Preguntas		Respuestas Esperada
MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa		
Grupo 1. Orientadas a programas.		
1	¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué?	Interacción de la empresa con el producto del proyecto.
2	¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? <i>Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos.</i>	Estructura de gobierno en ambientes “multiproyecto”.
3	¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos?	Beneficios y dificultades de ambientes “multiproyecto”.
4	¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? <i>Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos.</i>	Como es la gestión de beneficios
5	Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado?	Forma de coordinar proyectos relacionados o dependientes.
6	¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos?	Forma de asegurar información entre proyectos relacionados.
7	¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?	Identificación y forma de medir beneficios de programas estratégicos.
MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa		
Grupo 2. Orientadas a Procesos		
8	¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?	Forma de conformar grupos de proyecto en ambientes “multiproyecto”.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	

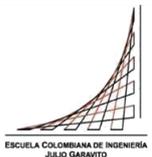
9	Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa que se ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?	Procesos continuos al servicio de los Proyectos/Programas.
10	Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas?	Interacciones clave entre procesos.
11	¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma?	Recursos o procesos de la empresa compartidos entre los proyectos.
12	¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano	Actividades que generalmente se tercerizan o subcontratan.
MODULO 2 – BIM en la empresa. Grupo 1. Orientadas a herramientas.		
13	¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?	Herramientas o plataformas de trabajo colaborativo.
14	¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos?	Criterios para usar herramientas BIM en los proyectos.
15	¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? <i>Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo.</i>	Procesos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM.
16	¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM?	Procesos con posibilidad de incorporar herramientas BIM.
17	¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?	Información producida por herramientas BIM compartida entre procesos o áreas.
MODULO 2 – BIM en la empresa. Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.		
18	De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM?	Definición de BIM.
19	¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa?	Razones para implementar BIM.
20	¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?	Logro de ventaja competitiva con BIM.
21	¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener mayor ventaja competitiva?	Oportunidades de BIM para obtener ventaja competitiva.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/09/02	REVISIÓN: 0

22	¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia?	Percepción del nivel de madurez del sector en BIM.
----	---	--

Nota: Elaboración propia

ANEXO 2. Ficha instrumento de encuesta.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA: 2020/09/02 REVISIÓN: 0	

ANEXO 2

INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA

El instrumento de investigación seleccionado para aplicar a este entorno es una encuesta cuyo cuestionario estructurado está conformado por 16 preguntas relacionadas con: 1. Perfil del encuestado; 2. Procesos de la empresa; 3. proyectos y programas en la empresa, 2. BIM en la empresa.

La encuesta está dirigida a profesionales vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia que hayan participado en proyectos de construcción de edificaciones y con conocimientos en herramientas BIM.

DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS:

PROGRAMA: *Un grupo de proyectos relacionados y gestionados de forma coordinada para obtener beneficios y mantenerlos bajo control de una forma que no sería posible al gestionarlos individualmente. Los programas pueden incluir actividades relacionadas que están fuera del alcance particular de los proyectos que están dentro del programa. (PMI Estándar para la Dirección de Programas 4 Edición)*

COMPONENTES DE PROGRAMA: *Son considerados componentes de un programa los subprogramas, proyectos y actividades del programa que tienen una relación coherente entre sí con el propósito del programa. Sus interrelaciones son las que guían la forma de gestionar los Programas.*

OPERACIONES CONTINUAS: *Actividades que se ejecutan dentro de la empresa u organización y que pueden ser referidas a áreas funcionales de la misma.*

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): *Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. (Basado en la definición de Bilal Succar)*

Herramientas BIM: *Aplicaciones para tareas específicas que produce un resultado específico; las herramientas BIM son por ejemplo las de generación de modelos 2D y 3D, producción de dibujos, escritura de especificaciones, estimación de costos, detección de choques y errores, análisis de energía, renderizado, programación y visualización. La salida de la herramienta suele ser independiente, como informes, dibujos, etc. En muchos casos, sin embargo, la salida de la herramienta se exporta a otras aplicaciones, como la extracción de cantidades para la estimación de costos y cálculos estructurales, así como el diseño de diferentes instalaciones. (BIM HandBook – Chuck Eastman y otros)*

Preguntas.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA: 2020/09/02 REVISIÓN: 0	

Módulo 1. Perfil del encuestado

1. ¿Qué rol ha desempeñado en proyectos o programas de construcción de edificaciones? (*seleccione tantas opciones como sea necesario*)
 - a. Gerente de proyectos.
 - b. Director/Residente de obra.
 - c. Diseñador.
 - d. Analista de costos y presupuestos.
 - e. Director/Analista BIM
 - f. Consultor BIM
 - g. Otro ¿cuál? _____

Módulo 2. Procesos de la Organización.

Pensando en los procesos de empresas de construcción de edificaciones responda:

2. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa que generalmente se ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas? (*seleccione tantas opciones como sea necesario*)
 - a. Ventas.
 - b. Diseños.
 - c. Compras.
 - d. Gestión riesgos.
 - e. Tecnología información.
 - f. Jurídica.
 - g. Talento humano.
 - h. Costos y presupuesto
 - i. Trámites y gestión de permisos
 - j. Otro ¿cuál? _____

3. ¿De los siguientes procesos u operaciones continuas, cuáles se convierten en subordinación exclusiva del proyecto? (*seleccione tantas opciones como sea necesario*)
 - a. Ventas.
 - b. Diseños.
 - c. Compras.
 - d. Gestión riesgos.
 - e. Tecnología información.
 - f. Jurídica.
 - g. Talento humano.
 - h. Costos y presupuesto.
 - i. Trámites y gestión de permisos.
 - j. Ninguna
 - k. Otro ¿cuál? _____

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA:	2020/09/02
		REVISIÓN:	0

4. ¿Cuándo hay proyectos simultáneos, ¿con qué frecuencia son compartidos los siguientes procesos u operaciones continuas de la empresa entre los proyectos?
(Marca solo una opción por fila)

	Nunca	Poco frecuente	Frecuente	Muy Frecuente
Ventas				
Diseños e Ingeniería				
Compras				
Gestión Riesgos				
Tecnología de Información				
Jurídica				
Talento Humano				
Costos y presupuesto				
Trámites y gestión de permisos				
Construcción				

5. Para las siguientes ventajas de trabajar proyectos con procesos u operaciones compartidos, por favor califíquelas según su experiencia en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “generalmente no se obtiene la ventaja” y 5 corresponde a “se obtiene la ventaja en alta medida”.

(Marca solo una opción por fila)

	1	2	3	4	5
Disminuyen los costos en la empresa					
Mejora el flujo de información					
Aumenta el conocimiento dentro de la empresa					
Mejora la coordinación entre equipos					
Se estandarizan procesos					
Hay mayor claridad en el gobierno de los proyectos					
Los equipos son más comprometidos con el proyecto					
Mayor aprovechamiento de las herramientas y recursos de la empresa					

6. ¿Con que frecuencia la empresa terceriza o subcontratan las siguientes actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas? (nunca, poco frecuente, frecuente y muy frecuente)

(Marca solo una opción por fila)

	Nunca	Poco frecuente	Frecuente	Muy Frecuente
Ventas				
Diseños e Ingeniería				
Compras				
Gestión Riesgos				
Tecnología de Información				
Jurídica				

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA:	2020/09/02
		REVISIÓN:	0

Talento Humano				
Costos y presupuesto				
Trámites y gestión de permisos				
Construcción				

Módulo 3. Proyectos y programas en la empresa

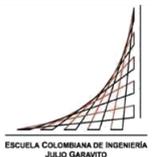
7. ¿Cuál es el mayor número de proyectos de construcción de edificaciones que se han ejecutado simultáneamente en la empresa?
 - a. 1 proyectos
 - b. 2 a 5 proyectos
 - c. 6 a 10 proyectos
 - d. Más de 11 proyectos.

8. Según su experiencia califique en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se obtiene el beneficio” y 5 corresponde a “se obtiene el beneficio en alta medida”, los siguientes beneficios de trabajar proyectos en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

(Marca solo una opción por fila)

	1	2	3	4	5
Optimización de recursos					
Disminución de errores					
Menor tiempo de ejecución de proyectos					
Menor costo de proyectos					
Mejor control de proyectos					
Mayor claridad en el gobierno de proyectos					
Mayor obtención de ingresos o beneficios					
Equipos mejor coordinados					
Disminución de retrabajo					

9. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Con que frecuencia se configuran programas para la construcción de edificaciones dentro de la empresa?
 - a. Nunca
 - b. Poco frecuente
 - c. Frecuente
 - d. Muy frecuente

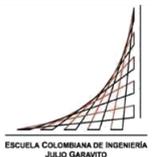
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA:	2020/09/02
		REVISIÓN:	0

10. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. Califique de 1 a 5 los siguientes beneficios de gestionar PROGRAMAS en el sector de la construcción de edificaciones teniendo en cuenta que 1 corresponde a “difícilmente se lograría” y 5 corresponde a “fácilmente se lograría”.
(Marca solo una opción por fila)

	1	2	3	4	5
Mayores ingresos					
Mayor rentabilidad					
Menores costos					
Mejoramiento de la reputación					
Mayor participación en el mercado					
Mayor capitalización de conocimiento					
Aumento de la productividad					

11. ¿Después de que un proyecto concluye, con qué frecuencia la empresa elige continuar con actividades de operación de las edificaciones que se construyen?
a. Nunca
b. Poco frecuente
b. Frecuente
c. Muy frecuente
12. Para las siguientes fortalezas que puede desarrollar una empresa del sector de la construcción para aumentar su productividad, por favor realice una calificación según su experiencia en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se encuentra desarrollada en la empresa” y 5 corresponde a “se encuentra desarrollada en gran medida en la empresa”
(Marca solo una opción por fila)

	1	2	3	4	5
Uso de procesos estandarizados					
Parametrización de diseños					
Implementación de herramientas tecnológicas como BIM (<i>Building Information Modeling</i>)					
Competencia de los gerentes de proyectos					
Configurar programas de proyectos relacionados entre sí para maximizar beneficios.					
Trabajo colaborativo implementado en plataformas digitales					
Cultura del conocimiento y transferencia de información					
Estrategias de mercadeo vinculadas con las posibilidades técnicas					

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA:	2020/09/02
		REVISIÓN:	0

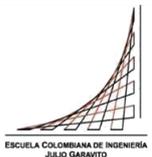
Configuración de programas mediante la identificación de proyectos que gestionados en conjunto permitan maximizar beneficios					
--	--	--	--	--	--

Módulo 4. BIM en la empresa.

13. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Qué tan de acuerdo está en que las herramientas BIM (*Building Information Modeling*) promueven la interacción entre los grupos de proyectos y las actividades de programa?
- En desacuerdo
 - No veo relación entre BIM y la gestión de proyectos/programas
 - De acuerdo
 - Completamente de acuerdo
14. ¿En cuál de los siguientes procesos ha visto implementado herramientas BIM (*Building Information Modeling*)? (seleccione tantas opciones como sea necesario)
- Diseño e Ingeniería.
 - Programación (estimación de cronogramas).
 - Estimación de costos.
 - Análisis energético.
 - Coordinación de diseños.
 - Control de avance de ejecución.
 - Diseño del sistema de construcción (Constructibilidad).
 - Gestión comercial.
 - Gestión de activos.
 - Mantenimiento y operación.
 - Análisis del edificio.
 - Otro ¿cuál? _____
15. Pensando en que se implementan herramientas BIM como soporte en los siguientes procesos con la idea de obtener beneficios adicionales en los proyectos, por favor realice una calificación de la obtención de beneficios que considera se obtendría en cada uno usando una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se obtendrían beneficios adicionales con BIM” y 5 corresponde a “se obtendrían beneficios adicionales en gran medida con BIM”.

(Marca solo una opción por fila)

	1	2	3	4	5
Diseño e Ingeniería					
Programación (estimación de cronogramas)					
Estimación de costos					
Análisis energético					
Análisis de interferencias					
Control de avance de ejecución					

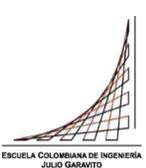
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 2 – INSTRUMENTO Y GUÍA ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA	FECHA: 2020/09/02 REVISIÓN: 0	

Diseño del sistema de construcción (Constructibilidad)					
Gestión comercial					
Gestión de activos					
Mantenimiento y operación					
Análisis del edificio					

16. Por favor escriba a continuación su correo electrónico o número de teléfono celular. Muchas gracias por su ayuda con el diligenciamiento de la encuesta. Saludos.

Para cualquier aclaración u observación puede comunicarse con los investigadores del proyecto a los correos jorge.paternina@mail.escuelaing.edu.co y german.pardo@mail.escuelaing.edu.co

ANEXO 3. Análisis cualitativo.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

ANEXO 3

ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA

El instrumento de investigación entrevista aplicado corresponde a un cuestionario semiestructurado conformado por 22 preguntas abiertas agrupadas en 2 módulos: 1. proyectos y programas en la empresa, 2. BIM en la empresa, con la ficha técnica de la Tabla A3.1.

El detalle de la entrevista y el cuestionario completo se encuentra en el Anexo 1 del documento Trabajo de Grado.

Tabla A3.1. Ficha técnica entrevista.

Metodología de la investigación	Cualitativa.
Técnica de recolección	Entrevista semiestructurada.
Instrumento	Entrevista.
Grupo objetivo	Gerentes de Proyectos o Programas vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia con experiencia mayor a 5 años o al menos 2 proyectos de construcción de edificaciones realizados como Gerente de Proyecto o Programa que actualmente se desempeñe en empresas que actualmente se encuentran usando herramientas BIM.
Tamaño de la población	4 entrevistados.
Fecha de trabajo en campo	4 de noviembre – 1 de diciembre de 2020
Medio de realización de la entrevista	Virtual
Diseño y realización	Investigadores (Grupo de Trabajo de Grado)

Nota: Elaboración propia

DATOS DE ENTREVISTADOS:

ENTREVISTA 1

Fecha de aplicación del instrumento: 04 noviembre de 2020

EntrevistadoS:

Ing. Marcelo Cifuentes (MC)

Coordinador de Proyectos Constructora Mendebal S.A

Ingeniero Civil Universidad Nacional de Colombia

Especialización en Edificación Sostenible

Experiencia de 15 años de experiencia.

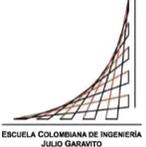
e-mail: marcelocifuentesr@gmail.com

Arq. Karolina Cruz (KC)

Arquitecta de Universidad Piloto de Colombia

Cursando Especialización de Gerencia de Proyectos Universidad Sergio Arboleda

Experiencia profesional de 5 años

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING				
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>2020/12/19</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN:</td> <td>0</td> </tr> </table>	FECHA:	2020/12/19
FECHA:	2020/12/19				
REVISIÓN:	0				

Coordinadora de diseños de 2 años empresa Constructora Mendebal S.A
e-mail: giselle93cruz@gmail.com

ENTREVISTA 2

Fecha de aplicación del instrumento: 23 noviembre de 2020

Entrevistado:

Ing. Paula Gómez (PG)
Gerente General Skema Promotora S.A.
Ingeniero Civil Universidad Nacional de Colombia
Especialización en Edificación Sostenible
Experiencia de 15 años de experiencia.
e-mail: paula.gomez@civilteknia.com

ENTREVISTA 3

Fecha de aplicación del instrumento: 01 diciembre de 2020

Entrevistado:

Ing. Camilo Martínez (CM)
Gerente de Proyectos Ospinas y compañía
Arquitecto
Experiencia de 13 años.
e-mail: cmartinez@dom-re.com

ENTREVISTA 4

Fecha de aplicación del instrumento: 01 diciembre de 2020

Entrevistado:

Ing. Víctor Hugo Dávila Figuera (VHD)
Coordinador técnico de Proyectos en Construcciones Planificadas (Construcciones planificadas hace parte del BIM FORUM Colombia).
Ingeniero Civil
Estudiante de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
Experiencia de 10 años.
e-mail:

Al final de este anexo se encuentra la transcripción completa realizada a partir de la grabación de cada una de las entrevistas.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19 REVISIÓN: 0	

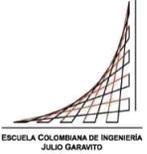
MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

Grupo 1. Orientadas a programas.

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
1 ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué?	Dependiendo de las configuraciones de los proyectos la empresa se queda con algunas áreas en especial cuando es comercial o de oficinas, sin embargo, es explotada mediante otras empresas de los socios que se trata como otro cliente.	El modelo típico es que se entrega, sin embargo, también hay fondos inmobiliarios que construyen para quedárselo y operarlo. En el mercado colombiano no hay una regla general, se ve de todo.	Ospinas tiene dos escenarios, uno en el que se llega hasta la entrega a los propietarios. En los centros comerciales generalmente nos quedamos como administradores de los activos. En el segundo escenario se hace relevante la entrega con ciertos estándares de calidad y de tecnología	Los proyectos en general son construidos y entregados a los propietarios y administradores del activo. Sin embargo, siguen prestando servicio a las garantías a las instalaciones, para el caso del CTIC es de 2 años.	HI01: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas del sector construcción que construyen un activo y lo entregan a un cliente, administración o propietario para la operación del activo. Sin embargo, en algunos negocios inmobiliarios la empresa entra a hacer parte de la operación del activo.	HI01
					HI02: En los casos que hay operación de inmuebles es cuando el desarrollo mobiliario tiene carácter comercial como por ejemplo centros comerciales, oficinas y locales comerciales.	HI02
					HI03: Existe una interacción entre la empresa y el producto obtenido que es inherente al negocio, que corresponde a las garantías posventas relacionadas con acabados por (1) año y la estabilidad de la obra por (10) años en proyectos inmobiliarios, de acuerdo con lo señalado en la ley 1480 de 2011 (estatuto del consumidor).	HI03
2 ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? <i>Ayuda: Hay</i>	Hay gerentes por líneas de negocio, como por ejemplo vis y vip, proyectos de baja altura y proyectos especiales. Entonces hay gerencia que se encarga estrictamente de ese tipo de proyectos	Depende, hay empresas organizadas que asignan según líneas de negocio, aunque hay otras que asignan en función del volumen de trabajo. En Apiros esas gerencias funcionales por líneas de negocio se	Depende de la escala del proyecto y del modelo con los socios. Generalmente se tiene Gerencia Integral, Gerencia de Comercialización, Gerencia Técnica y Administración (operación).	Desde el área de planeación hay una Gerente de Proyectos encargado de hacer la planeación y seguimiento al proyecto durante toda la vida del proyecto ósea desde el diseño hasta la entrega al propietario, esta	HI04: Se presentan gerencias de proyectos por líneas de negocios o de acuerdo con la magnitud de los proyectos. Por ejemplo, construcciones VIS (Vivienda de interés Social), VIP (Vivienda de interés prioritario), No VIS, edificaciones oficinas, centros comerciales, bodegas, proyectos especiales entre otros. En los casos de líneas de negocios, un gerente de	HI04

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
		ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	
		FECHA:	2020/12/19
		REVISIÓN:	0

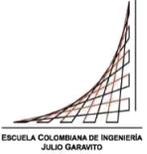
Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos.	porque requieren un cuidado especial, es un proceso constructivo un poco manual y requiere que ese conocimiento se transmita en todos los proyectos subsiguientes.	asemejan a gerencias de programas.	Dependiendo de la magnitud del proyecto puede haber un solo Gerente con un grupo que lo apoye.	persona maneja varios proyectos al tiempo.	proyectos está a cargo de los diferentes proyectos de dicha línea estratégica.	
3 ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos?	Lo experiencia en Ciudad Verde calza con lo que usted llama multiproyecto, la empresa inicio entre el año 2010 y 2011 la construcción del primer proyecto de mampostería estructural de 6 pisos, y en este momento estamos construyendo ese mismo de proyectos en esa zona, al inicio la empresa se demoraba algo así como 6 meses por torre de 24 apartamentos y a la fecha con todo lo que se ha hecho como mejoras en el diseño y de tomar todas esas experiencias e implementarlas en la construcción la duración de esa misma torre está en 4 meses y	Hay apalancamiento porque la estructura es matricial, todos los recursos son compartidos excepto los gerentes de negocio.	El apalancamiento entre proyectos permite que un Gerente sea multiproyecto y pueda tener diferentes roles en varios proyectos. Actualmente hay un departamento de coordinación técnica para todos los proyectos con conocimiento especializado y específico, es más funcional pero estos equipos deben ser muy robustos para atender la demanda de necesidades. Con una coordinación técnica transversal hay dificultades en la comunicación para entender las necesidades	Hay es un apalancamiento estratégico a nivel de directivas. En lo referente a las estructuras de trabajo de los proyectos en diseños y construcción son totalmente independientes.	HI05: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran estructuras matriciales en las que un gerente de proyectos tiene el soporte de áreas funcionales transversales y donde la comunicación presenta ciertos niveles de dificultad para entender las particularidades de cada proyecto.	HI05
					HI06: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas del sector es usual contar con áreas compartidas que dan soporte a los proyectos.	HI06

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

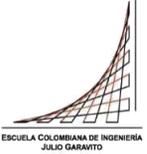
Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD	
	con una gran diferencia en calidad, en menores postventas.		particulares de cada proyecto.				
4	<p>¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? Ayuda: <i>Los beneficios son más que solo ahorros en costos.</i></p>	Se hace por lecciones aprendidas, sin embargo, buscan capitalizarlas proyecto tras proyecto. Buscando mayor productividad y beneficios económicos.	Se aprovechamiento de beneficios se da por lecciones aprendidas, pero no es planeado.	Ospinas tiene capacidad de amoldarse para asumir cualquier rol para obtener beneficios, puede asumir el rol comercial, el rol de gerencia técnica o el rol de gerencia integral.	El aprovechamiento de los beneficios se hace por lecciones aprendidas parece que no hay una planeación consciente.	HI07: Los beneficios asociados al conocimiento se dan por oportunidad (lecciones aprendidas), no se evidencia una planeación consciente de la obtención de este tipo de beneficios.	HI07
		Hacer proyectos consecutivos de tal forma que la gente que va saliendo de un proyecto vaya entrando en el siguiente proyecto y aprovechar esas experiencias del capital humano.	Es importante tener informes de costos de los proyectos, que les permitan tener proyecciones de utilidades y con esto tener una idea de las				HI08: Los beneficios asociados al conocimiento que logran ser identificados, buscan ser capitalizados en los proyectos subsiguientes.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD	
	utilidades y cual sería en orden de magnitud las reinversiones para los nuevos proyectos.						
5	<p>Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado?</p>	<p>Las experiencias de los distintos proyectos si se capitalizan en la estructuración de los proyectos, en los procesos de construcción y así mitigar las desviaciones en los proyectos.</p> <p>Una parte donde se capitalizan las sinergias es el área de coordinación de diseños ya que las normas constructivas son las mismas.</p> <p>También se capitalizan las sinergias en la cadena de suministro dado que hay ciertos materiales comunes como el acero y lo que me pase para un</p>	<p>La coordinación se da mediante organigramas claros donde está definido a quien le responde cada persona exactamente.</p>	<p>Dependiendo de la magnitud y la complejidad, un gerente a cargo de varios proyectos balancea cargas de sus recursos para atender sus proyectos.</p> <p>La creación de la gerencia técnica integral ayuda en la coordinación entre proyectos, son los encargados de la administración de BIM y de asegurar que esté al servicio de todos los proyectos manejando toda la información de coordinación técnica.</p>	<p>A nivel estratégico se observa sinergia entre los consultores de diseño que apoyan varios proyectos de la compañía, sin embargo, en los equipos técnicos de diseño se solicita que sean exclusivo para cada uno de los proyectos.</p> <p>Comentario: Sin embargo, en la Ciudad empresarial Sarmiento Angulo, si parece haber una estructura de programa y la obtención de beneficios de manera planeada.</p>	<p>HI09: Existe coordinación mediante la sinergia en las fases de diseño, ya que se aprovecha la interrelación de los diferentes consultores para el diseño de los proyectos y la experiencia en los conocimientos técnicos, generalmente centralizada en una coordinación técnica.</p> <p>HI10: Existe sinergia entre proyectos en la parte de adquisición de suministros, ya que, esto le permite mayor de poder negociación a la empresa.</p> <p>HI11: Existe coordinación entre proyectos relacionados, a través de la definición clara de organigramas, roles y responsabilidades; permitiendo definir un responsable y el aporte de los colaboradores para el logro de objetivos.</p>	<p>HI09</p> <p>HI10</p> <p>HI11</p>

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD	
	proyecto me impacta en el otro.						
6	¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos?	<p>> Una persona encargada de la coordinación de diseños.</p> <p>> Constantes socializaciones para que los involucrados respeten las últimas versiones.</p> <p>> Se cuenta con un VPN para tener controlada la última versión de los diseños.</p> <p>> Se cuenta con una plataforma de apoyo a la gerencia de proyectos denominada GERPRO</p>	En Apiros toda la información se encuentra digitalizada, pero está fuera de BIM, por el momento el control de planos sigue siendo deficiente, se espera que esto lo resuelva BIM.	Se empezaron a implementar nubes de información para desarrollar un modelo de gestión de la información que manejan los gerentes para que estuviera disponible para todos en la empresa. Con esto se trató de centralizar la información para mejorar su disponibilidad.	<p>Se maneja la plataforma de trabajo colaborativo Autodesk Docs 360, con lo cual se asegura que la última versión de la información esté disponible y protegida para todos los involucrados.</p> <p>Adicionalmente dotaron a las obras de Tabletas para la consulta de la información.</p>	<p>HI12: Las empresas del sector muestran tendencia al uso de nubes de información y plataformas de trabajo colaborativo, con protocolos definidos para su uso.</p> <p>HI13: Algunas empresas presentan dificultades en el versionamiento de planos y garantizar el acceso a la última información aprobada para la obra.</p>	<p>HI12</p> <p>HI13</p>
7	¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?	La empresa todos los viernes se reúne en un Comité de gerencia de proyectos transversal, cada Coordinador expone cada proyecto, en qué estado esta, que dificultades se han tenido y puede ser que otro Coordinador de otro proyecto tenga la	La reputación como beneficio para apalancar la estrategia de mercadeo de la organización.	Ospinas tiene capacidad de amoldarse para asumir cualquier rol para obtener beneficios, puede asumir el rol comercial, el rol de gerencia técnica o el rol de gerencia integral.	<p>Buscan generar proyectos con alto impacto para la sociedad.</p> <p>Beneficios tributarios Fortalecer relaciones con lazos comerciales</p>	<p>HI14: Las empresas buscan mayor reputación que le permita capitalizar nuevos negocios, buscan mayor productividad capitalizando las lecciones aprendidas.</p> <p>HI15: Existe obtención de ventaja competitiva por la capacidad de adaptación a diferentes modelos del negocio inmobiliario, obtenida por</p>	<p>HI14</p> <p>HI15</p>

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
		ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	
		FECHA:	2020/12/19
		REVISIÓN:	0

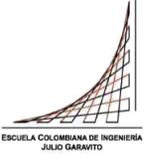
Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
	solución o comentario ante la dificultad de un proyecto particular de esta manera lo hacemos.				construcción de lazos comerciales y experiencia en el sector.	

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa
Grupo 2. Orientadas a Procesos

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
8 ¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?	Todo el tema de ingresos se verifica con un departamento de control de costos, y van presentando unos informes bimensuales y una proyección de cuál sería el resultado del proyecto, de acuerdo con esto las gerencias pueden tener una idea de las utilidades y cual sería en orden de magnitud las reinversiones para los nuevos proyectos.	Los grupos de trabajo se conforman en muy alto nivel. Luego de que el grupo está conformado se establece el plan de proyecto.	Vr respuestas a preguntas 2, 3 y 5.	La empresa cuenta con un Gerente General, para cada proyecto designa una estructura de proyecto compuesta por Gerente de Diseño, de Construcción principalmente.	HI16: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas constructoras agrupan los proyectos por líneas de negocio.	HI16
					HI17: La gerencia del proyecto es asignada por la alta dirección.	HI17
					HI18: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran estructuras matriciales, en las que los recursos se asignan a los gerentes de proyectos desde las áreas funcionales transversales.	HI18

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
9 Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa que se ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?	El coordinador de diseños es transversal. El coordinador financiero es transversal. El área jurídica es transversal. El área de costos y presupuestos es transversal. Tramites mobiliarios es transversal. Un comité de proyectos transversal. El área de ventas no es transversal.	Área de Presupuestos (entrega y control presupuestal), Área Financiera (gestión de créditos y control financiero), Área Administrativa (manejo de pólizas y recursos humanos), Área de Servicio al Cliente (proceso dentro de la dirección técnica, pero debe ser transversal para tender quejas de proyectos anteriores como lo exige la póliza decenal). Área Jurídica (está atento a requerimientos de servicio al cliente, ambientales, licencias, etc.). La Oficina Técnica es más proyectizada pero en su parte de compras aporta a realimentar la base de datos de BIM que es transversal. Área Comercial también es muy proyectizada pero también tiene operaciones continuas. En los proyectos VIS	Es el llamado "back office" y son compartidos entre proyectos. En el "back office" está la comercialización, el área jurídica, el área contable, el área financiera, el área de informática y gerencia de tecnología. Conclusión: En la estructura se tiene Gerencia Integral, Gerencia de Comercialización, Gerencia Técnica y Administración (operación). Como grupos de apoyo de estas gerencias se encuentra el "back office".	Los procesos transversales son el área de compras, área de recursos humanos y administrativa, la gerencia financiera, estas tres áreas son transversales a todos los proyectos y están apoyando independiente la cantidad de proyectos que se estén desarrollando. Cada proyecto tiene un equipo diseño dedicado.	HI19: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas cuentan con un Back Office compuesto por el área financiera (costos y presupuesto), compras, área jurídica (licencias y trámites), área administrativa (recursos humanos) y el área de informática principalmente.	HI19
					HI20: Las áreas de comercialización, ventas y servicio al cliente, así como la oficina técnica (diseños) en algunas empresas dan soporte transversalmente y en otras tienen dedicación exclusiva a un proyecto en particular.	HI20

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
		BIM llegaba únicamente a fase de diseño sin llegar a nivel de detalle 400 porque no hay necesidad.				
10	<p>Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas?</p> <p>El coordinador de diseños es transversal. El coordinador financiero es transversal. El área jurídica es transversal. El área de costos y presupuestos es transversal. Tramites mobiliarios es transversal. Un comité de proyectos transversal. La planeación del proyecto si está a cargo de la Coordinación del proyecto y a partir de este cronograma general todos los equipos generan sus propios cronogramas</p>	<p>La interacción depende de la organización, si hay recursos se asigna una cabeza para cada grupo de procesos, esta forma es más organizada, pero genera complejidad por dilución de responsabilidad. La otra forma es un responsable por proceso que se puede apoyar en áreas funcionales.</p>	<p>La estructuración de proyectos y la gerencia integral son el gran valor de Ospinas, le sigue la comercialización y luego la coordinación técnica. Pero la clave está en la adaptación de los diseños según los cambios en el mercado.</p>	<p>> Es muy importante el acceso a la información. Un proyecto va teniendo diferentes etapas de diseños, de compras, en obra, al propietario, en todas esas etapas es muy importante la socialización y el entendimiento del proyecto. > Coordinación entre de información entre diseños. > Contar con la información actualizada y disponible para todos interesados.</p>	<p>HI21: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que para las empresas es muy importante que los involucrados en el proyecto cuenten con última versión de la información y que esté socializada en cada uno de los equipos de trabajo para no generar reprocesos.</p> <p>HI22: Las interacciones claves corresponden a las relaciones entre el proyecto y las áreas funcionales de la empresa, que prestan apoyo de forma transversal a todos los proyectos.</p>	<p>HI21</p> <p>HI22</p>

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas		MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
11	¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma?	<p>El coordinador de diseños es transversal.</p> <p>El coordinador financiero es transversal.</p> <p>El área jurídica es transversal.</p> <p>El área de costos y presupuestos es transversal.</p> <p>Tramites mobiliarios es transversal.</p> <p>Un comité de proyectos transversal.</p> <p>Buscan mantener una relación de confianza con los consultores de los diferentes diseños, de tal forma que se puedan tomar decisiones rápidas y que los flujos de trabajo fluyan en la organización.</p>	<p>Procesos y operaciones que se comparten se encuentran en respuesta a pregunta 9.</p> <p>La interacción depende de la organización, si hay recursos se asigna una cabeza para cada grupo de procesos, esta forma es más organizada, pero genera complejidad por dilución de responsabilidad. La otra forma es un responsable por proceso que se puede apoyar en áreas funcionales.</p>	<p>Es el llamado "back office" y son compartidos entre proyectos. En el "back office" está la comercialización, el área jurídica, el área contable, el área financiera, el área de impuestos, el área de informática y gerencia de tecnología.</p> <p>Conclusión: En la estructura se tiene Gerencia Integral, Gerencia de Comercialización, Gerencia Técnica y Administración (operación). Como grupos de apoyo de estas gerencias se encuentra el "back office".</p>	<p>Los procesos transversales son el área de compras, área de recursos humanos y administrativa, la gerencia financiera, estas tres áreas son transversales a todos los proyectos y están apoyando independiente la cantidad de proyectos que se estén desarrollando.</p> <p>Cada proyecto tiene un equipo diseño dedicado.</p>	<p>HI23: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que, en las empresas constructoras, los procesos continuos son compartidos entre proyectos, independiente de si existe alguna relación entre sí o la fase de desarrollo en la que se encuentren.</p>	HI23
12	¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o	<p>La Construcción se en algunos casos en alianzas y socios, u otros constructores nos buscan para que desarrollemos la construcción bajo la</p>	<p>- Inicio de estructuración (Paula mencionó que no entendía por qué).</p> <p>- El diseño y toda la parte arquitectónica mediante la</p>	<p>Depende de qué tan especializada se requiere el entregable. Si no se puede atender con el "back office" se terceriza. Generalmente lo que</p>	<p>El área de diseños se apoya en consultores externos.</p> <p>Algunos contratos de obra se tercerizan.</p>	<p>HI24: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas constructoras generalmente tercerizan la realización de diseños de distintas especialidades, así como contratos de obras o instalaciones específicas.</p>	HI24

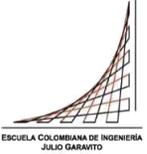
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano	<p>figura de alianza o socios.</p> <p>Las áreas de Diseños se subcontratan, diseños arquitectónicos, estructural, eléctrico, hidrosanitario, sin embargo, se hace generalmente con los mismos diseñadores de esta manera construido relaciones de confianza.</p>	implementación de un BIM de coordinación (no de modelación).	tiene que ver con temas de tierras, saneamiento de lotes, temas con Planeación o con el IDU. (Soporte Jurídico y de trámites de permisos y licencias)		<p>HI25: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas constructoras también es común tercerizar algunas actividades especializadas que no atiende el Back Office como saneamiento de lotes, trámites ante entidades, consultorías jurídicas especializadas entre otras.</p>	HI25

MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 1. Orientadas a herramientas.

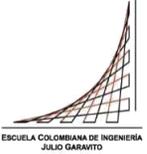
Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
13 ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?	Usan un VPN para hacer el trabajo colaborativo. Usan otras herramientas como Ingemax, Autodesk Revit, Gerpro, ERP CINCO.	Se usa A360 y BIM 360 para el trabajo colaborativo, también hay implementado ERP y software de modelos financieros para la gestión de beneficios.	Nubes de información.	La empresa usa BIM 360 de Autodesk (https://www.autodesk.com/bim-360/)	<p>HI26: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que usan repositorios de información compartidos como VPN y plataformas colaborativas especializadas como BIM 360 de Autodesk.</p>	HI26

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA: 2020/12/19	
			REVISIÓN: 0	

	Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
14	¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos?	Se está usando BIM en todos los proyectos, se encuentran en proceso de implementación.	En todos los proyectos, pero con diferente nivel de detalle. En los proyectos VIS BIM llegaba únicamente a fase de diseño sin llegar a nivel de detalle 400 porque no hay necesidad.	Si, para todos. Inicialmente se dijo que solo para proyectos grandes, que para la parte de vivienda se podía seguir trabajando como antes pero poco a poco se necesita y beneficio de incorporarlo en vivienda también. Facilita el proceso de construcción y el manejo de información, mejora la accesibilidad y se hace de fácil consulta.	La empresa escogió Revit y Naviswork, tal vez por el acompañamiento que ofrece Autodesk, como proveedor ha prestado un muy buen servicio, se ha contado con un buen respaldo y acompañamiento. Estas herramientas se usan en todos los proyectos.	HI27: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que se hace uso de BIM en proyectos independientemente del grado de implementación que tenga la empresa al respecto.	HI27
15	¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? <i>Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo.</i>	En este momento estamos en proceso de implementación, se quiere llegar a la conexión con ERP (CINCO). Se han realizado algunas simulaciones del proceso constructivo.	Presupuestación y compras. Esto permite hacer control financiero porque se modela y se extraen cantidades con el nivel de detalle deseado. No se ha logrado usar en la parte de ventas.	En la gestión de la información necesaria para los procesos de planeación de la coordinación técnica.	Se usan adicionalmente en presupuestos, control y cortes de obra.	HI28: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas usando BIM adicionalmente al modelamiento, en los procesos de presupuestos, control de obra y análisis de interferencias..	HI28

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
16 ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM?	Trabajo colaborativo en la coordinación de Diseños, Cantidades de obra, Compras y presupuestos, En simulación de obras, En integración de costos con ERP.	- En entregas y trazabilidad de entregas por los controles que se están implementando para responder a los compradores. - En estructuración esquemática y conceptual de proyectos.	En la planeación y en la ejecución. En operación estamos lejos porque las administraciones no han evidenciado esa necesidad y no exigen BIM. Cuando Ospinas va a operar los inmuebles ya está exigiendo un nivel de BIM dentro del recibo de las construcciones porque ha aprendido que de ahí se puede sacar información valiosa.	En la entrega del activo. Para que el operador saque el máximo provecho en mantenimiento. Como herramienta en la estructuración preliminar de proyectos.	HI29: Las empresas están estudiando la posibilidad de integrar BIM con otras plataformas tecnologías como el sistema ERP (Enterprise Resource Planning – Planificación de Recursos Empresariales).	HI29
17 ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?	Diseños, Cantidades de obra, Información para Compras y presupuestos Información para Obra y construcción.	Presupuestación y compras. Esto permite hacer control financiero porque se modela y se extraen cantidades con el nivel de detalle deseado.	Se habló de la información que no se entrega: Hay una dificultad porque el área de planeación generalmente entrega el proyecto al área de ejecución sin	Es muy importante el acceso a la información. Un proyecto va teniendo diferentes etapas de diseños, de compras, en obra, al propietario, en todas esas etapas es muy importante la socialización y el	HI30: De la información producida por las herramientas BIM se comparte la información de diseños, de cantidades de obra, como información para la elaboración de costos y presupuestos, y las actividades de construcción.	HI30

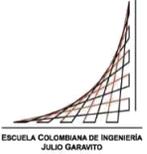
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
			<p>considerar la parte de BIM y hay carencia de recursos.</p> <p>Otra dificultad se da por la atención de cambio durante los procesos de coordinación técnica con BIM ya que estos reprocesos pueden ser más demorados que en la coordinación técnica tradicional, con BIM cualquier cambio es evidente por el nivel de detalle que maneja.</p>	<p>entendimiento del proyecto.</p> <p>Coordinación entre de información entre diseños.</p> <p>Contar con la información actualizada y disponible para todos interesados.</p>	<p>HI31: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que completan los modelos BIM realizados de los proyectos constructivos para ser entregada al propietario, cliente o administrados para facilitar el mantenimiento de la edificación, sin embargo, se requiere mejorar el nivel de madurez con que se entrega la información en la medida que los clientes sean más exigentes con la calidad y completitud de la información.</p>	HI31

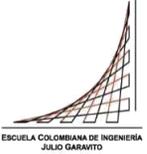
MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

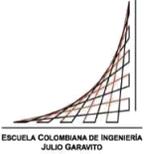
Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
18 De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM?	Un proceso de generación y gestión de datos, de un edificio utilizando un software que nos da información en tres dimensiones y en tiempo real, que nos ayuda a ahorrar tiempo, nos ayuda a optimizar el recurso en diseños y también	“Construir dos veces”, primero digitalmente y después en la vida real, pero vistos desde una fase de planeación. Para mí es una metodología	Es un modelo de gestión que organiza la información en un mismo lenguaje mediante la estandarización de procesos.	BIM es una herramienta de apoyo indiscutible para el desarrollo de los proyectos, que involucra muchos programas informáticos que se pueden engranar para lograr un buen entregable de la obra.	HI32: Entre los entrevistados la definición de BIM, puede ser entendida como herramientas tecnológicas, metodologías, modelos de gestión, conjunto de procesos o una combinación de estas anteriores que brindan un apoyo fundamental a los proyectos del sector de la construcción.	HI32

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA:	2020/12/19
		REVISIÓN:	0

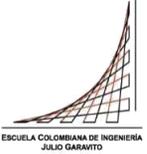
Preguntas		MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
		en construcción, que cuenta con un modelo geométrico que relaciona toda la información de la espacialidad y toda la información geográfica.					
19	¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa?	<p>Porque BIM es conocido por temas para mejorar la productividad y disminuir los reprocesos. Por un tema Legal y normativo,</p> <p>Y actualmente en la empresa sigue habiendo reprocesos en las obras y queremos reducir esos procesos.</p>	Conciencia absoluta de que el que no lo haga se va a quedar atrás.	<p>Se decidió empezar a montar un piloto con un socio internacional que exigía BIM dentro de sus proyectos como modelo de gestión por la calidad, por los ahorros, por la eficiencia, por una serie de beneficios. Se seleccionó para ello un proyecto complejo, luego se montaron otros proyectos en parte porque estaba siendo costoso para un solo proyecto. Se escogió Revit porque era lo que estaban usando varias consultorías externas y eso facilitaba integración.</p>	<p>Hacia el año 2013 o 2014 el personal de Autodesk visito la empresa y la empresa empieza empezaron a incursionar en el uso de Revit.</p> <p>Para mejorar la productividad y ahorrar costos, evitar reprocesos de obra y mayor velocidad en la ejecución de la obra.</p>	<p>HI33: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que hay empresas que han implementado BIM buscando mejorar la productividad de la empresa, aumentar eficiencia, evitar reprocesos en la obra y preparación a posibles exigencias legales y normativas.</p> <p>HI34: La implementación de BIM también obedece a fuerzas externas del sector como estar a la vanguardia, exigencias de clientes o aliados estratégicos y por tendencias del sector construcción.</p>	<p>HI33</p> <p>HI34</p>

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

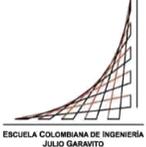
Preguntas		MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
20	¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?	<p>Si, se ha mejorado la productividad por ejemplo antes en una torre nos demorábamos de 1 año y ahora nos demoramos 8 meses, este es un claro reflejo de la competitividad.</p> <p>Es muy raro la constructora que cumpla la fecha de entrega lo que general un malestar general de los clientes, cumplir las fechas de entrega es algo que habla muy bien de Mendebal.</p>	--	<p>Se obtienen beneficios y ventajas si en la implementación de BIM se incorpora un equipo multifuncional para prorratar los costos entre varios proyectos. Igualmente, si la programación de del cronograma está enfocado en el recurso BIM para que se pueda adaptar a los cambios que puedan surgir durante la comercialización.</p>	<p>Todo apunta a ahorros de tiempo, el tiempo de diseño es menor, la coordinación y sinergia entre contratistas que se genera al tener la información centralizada y disponible hace que todo fluya más rápido. Los tiempos de diseño no se acortan, pero si los tiempos en la coordinación y con estos los honorarios en los diseños disminuyan considerablemente.</p>	<p>HI35: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que la implementación de BIM ha aportado en la competitividad en cumplimiento de cronogramas, reducción de tiempos en la coordinación de diseños y reducción de reprocesos de obra.</p>	HI35

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA		FECHA:	2020/12/19
			REVISIÓN:	0

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
21 ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener mayor ventaja competitiva?	Llegar a las demás áreas de la organización, una reingeniería de procesos. Llegar a un BIM empresarial y no solo aplicada en el tema de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> - Automatización, robótica y optimización de tareas, esto requiere hacer un trabajo previo de estandarización. - Mejora de procesos administrativos. 	<p>En la planeación y en la ejecución.</p> <p>En operación estamos lejos porque las administraciones no han evidenciado esa necesidad y no exigen BIM.</p>	<p>En el tema de costos, poder vincular la información de la obra con el sistema contable de la empresa y enlazarlo al ERP de la empresa.</p>	<p>HI36: Los entrevistados consideran que BIM debe estar alineado con la estrategia empresarial.</p>	HI36
			<p>Cuando Ospinas va a operar los inmuebles ya está exigiendo un nivel de BIM dentro del recibo de las construcciones porque ha aprendido que de ahí se puede sacar información valiosa.</p>		<p>HI37: Los entrevistados consideran que a futuro se va a explotar con BIM posibilidades de Robótica, Automatización y optimización de tareas.</p>	HI37
			<p>HI38: Es necesario considerar los modelos finales de BIM como información de vital importancia al momento de realizar la entrega de un proyecto al administrador, cliente o propietario para facilitar el mantenimiento.</p>		HI38	
22 ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia?	Los niveles más altos de Madurez se encuentran las empresas grandes como Colpatria, Amarillo todas esas grandes empresas que mueven el sector son las pioneras y son	Hay mucha conciencia de que es una necesidad, pero todavía nos falta trecho por recorrer. Muchos están en pilotos, han intentado arrancar a montarlo, pero se les hace	La implementación de BIM debe ser en cascada viniendo desde la alta gerencia, que en todos los niveles se conozca la herramienta y se asignen los recursos adecuados.	Sin lugar a duda este es el futuro, como percepción del nivel de madurez, este se encuentra iniciando, sin embargo, hay que seguir apoyando, con la exigencia de las curadurías va a impulsar	<p>HI39: Se percibe un nivel de madurez importante en las empresas constructoras grandes, en las empresas pequeñas y medianas se percibe un nivel de madurez incipiente y con muchas oportunidades de mejora.</p>	HI39

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
		ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	
	FECHA:	2020/12/19	REVISIÓN:

Preguntas	MARCELO CIFUENTES	PAULA GÓMEZ	CAMILO MARTÍNEZ	VICTOR HUGO DÁVILA	HALLAZGOS	COD
	<p>los que conforman el BIM fórum Colombia de Camacol son los que están impulsando a que BIM se convierta en un estandarizado para nivel Colombia.</p> <p>Las pequeñas y medianas empresas van en el proceso.</p> <p>BIM requiere inversiones en tecnologías y capacitación y será una realidad para todas las empresas en los próximos 2 a 3 años.</p>	<p>costoso o que toma demasiado tiempo y desisten de ese proceso.</p> <p>Todavía nos falta muchísimo para lograr sacarle todo el provecho que ofrece la herramienta dentro de los procesos de calidad.</p>		<p>el tema, contando con estándares altos y un mejor nivel hasta llegar a los niveles de otros países como Inglaterra donde se exigen estos estándares desde hace tiempo.</p>	<p>HI40: De acuerdo con las entrevistas realizadas, se encuentran que las empresas donde hay una mayor implementación de BIM se percibe un fuerte compromiso de la alta dirección.</p>	HI40

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTAS:

A continuación, se presenta la transcripción de las entrevistas realizadas para la recolección de información cualitativa. En total se hicieron cuatro (4) entrevistas entre el 4 de noviembre y el 1 de diciembre de 2020.

ENTREVISTA 1

Fecha de aplicación del instrumento: 04 noviembre de 2020

Entrevistados:

Ing. Marcelo Cifuentes (MC)
 Coordinador de Proyectos Constructora Mendebal S.A
 Ingeniero Civil Universidad Nacional de Colombia
 Especialización en Edificación Sostenible
 Experiencia de 15 años de experiencia.
 e-mail: marcelocifuentesr@gmail.com

Arq. Karolina Cruz (KC)
 Arquitecta de Universidad Piloto de Colombia
 Cursando Especialización de Gerencia de Proyectos Universidad Sergio Arboleda
 Experiencia profesional de 5 años
 Coordinadora de diseños de 2 años empresa Constructora Mendebal S.A
 e-mail: giselle93cruz@gmail.com

Entrevistadores (Investigadores):

German Andrés Pardo González (GAPG)
 Jorge Mario Paternina Martínez (JMPPM)

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

Grupo 1. Orientadas a programas.

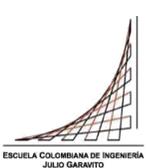
- 1. ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué? *Ayuda: ¿lo entrega a un cliente?, ¿lo opera?, ¿lo comercializa?***

MC: Terminar el proyecto de construcción de vivienda va hasta el momento en se le entrega toda la documentación a la junta de la copropiedad.

Toda la información del proyecto queda almacenada digitalmente y guardado en los servidores de la empresa para consultas posteriores.

JMPPM: ¿La empresa se reserva alguna propiedad o todo lo venden?

MC: Dependiendo de las configuraciones de los proyectos la empresa se queda con algunas áreas en especial cuando es comercial o de oficinas, sin embargo, es explotada mediante otras empresas de los socios que se trata como otro cliente.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

2. ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos.

MC: La estructura organizacional está dividido en de proyectos VIS y VIP; de baja altura y el resto de los proyectos. MC está en proyectos VIS y VIP en altura y otros proyectos, está dividido así porque la gran experiencia de MENDEBAL es en la construcción de VIS y VIP como en el macroproyecto de Ciudad Verde donde se han desarrollado entre 16 y 17 proyectos a la fecha.

Entonces hay gerencia que se encarga estrictamente de ese tipo de proyectos porque requieren un cuidado especial, es un proceso constructivo un poco manual y requiere que ese conocimiento se trasmita en todos los proyectos subsiguientes.

Para el resto de proyectos VIS y VIP cuando se hace en altura, por ejemplo, se ha asociado con constructoras reconocidas del país que son expertos en construcción como por ejemplo CONINSA RAMON H (www.coninsa.co), Arquitectura y concreto (www.arquitecturayconcreto.com), donde ellos hacen la construcción y la empresa es socio, se dedica a la gerencia y ventas, de esta forma se reparten las cargas, es así que se han hecho muchas alianzas y muchos metros cuadrados construidos.

JMPM: ¿Pero un Gerente de proyectos tiene a cargo otros Gerentes de Proyectos o tiene a cargo directores de obra?

MC: En la empresa hay un par de gerentes de proyectos, debajo de estos gerentes hay Coordinadores de proyectos y debajo de los coordinadores hay directores de obra.

JMPM: Ósea, ¿Un Gerente de Proyectos tiene a cargo varios Coordinadores de Proyectos?

MC: Si

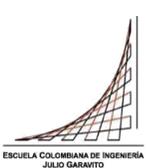
JMPM: ¿En este tipo de proyectos inmobiliarios, una torre la consideran un proyecto o por ejemplo las trece torres la consideran un proyecto?

MC: Para la empresa en este ejemplo las trece torres son consideradas un proyecto, es decir todas las torres que estén en el lote a desarrollar se consideran un proyecto.

3. ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos?

MC: Lo experiencia en Ciudad Verde calza con lo que usted llama multiproyecto, la empresa inicio entre el año 2010 y 2011 la construcción del primer proyecto de mampostería estructural de 6 pisos, y en este momento estamos construyendo ese mismo de proyectos en esa zona, al inicio la empresa se demoraba algo así como 6 meses por torre de 24 apartamentos y a la fecha con todo lo que se ha hecho como mejoras en el diseño y de tomar todas esas experiencias e implementarlas en la construcción la duración de esa misma torre está en 4 meses y con una gran diferencia en calidad, en menores postventas.

4. ¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

MC: A nivel de comités manejamos unos documentos de Lecciones Aprendidas los cuales se socializan con otros directores de obra y otros coordinadores de proyectos para evitar que las experiencias malas no se repitan y las experiencias buenas mirar cómo se pueden replicar.

MC: Por ejemplo, en Ciudad Verde en Soacha, donde la empresa tenía mayores garantías postventas era por goteras en los techos de las primeras torres construidas y eso con el tiempo cambio muchísimo, eso se refleja que en esos últimos pisos al principio se vendían más económicos y hoy en día los precios de esos últimos pisos son iguales a los apartamentos de los pisos inferiores.

MC: Ha sido clave también tener un personal técnico estable para capitalizar conocimiento en los proyectos subsiguientes y así poder obtener los ahorros en tiempo en la construcción de las torres en Ciudad Verde.

JMPM: ¿Para el caso de Ciudad Verde, han tenido dos proyectos en paralelo, se comparten recursos materiales o humanos?

MC: Si, en Ciudad Verde varias veces se han tenido proyectos en paralelo.

MC: En el tema de materiales es política no compartir materiales, cada proyecto debe ser autosuficiente.

MC: Para el caso de recurso humano si se hace con frecuencia de acuerdo con las necesidades puntuales, como por ejemplo una fundida compleja, el izaje de una torre grúa, incluso en etapas de escrituración dado que son obras masivas se pide apoyo de recurso humano de otros proyectos desarrollados en la empresa.

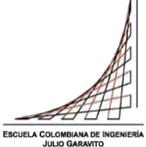
GAPG: ¿Dentro de la estrategia que están manejando han identificado la oportunidad o la necesidad de tener proyectos que trabajen en paralelo buscando como un mismo objetivo o generar como subproyectos relacionados?

MC: Hacer proyectos en paralelo no es una búsqueda de la empresa, la empresa prefiere tener un crecimiento controlado. La empresa prefiere ir haciendo proyectos consecutivos de tal forma que la gente que va saliendo de un proyecto vaya entrando en el siguiente proyecto y aprovechar esas experiencias del capital humano.

MC: Todo el tema de ingresos se verifica con un departamento de control de costos, y van presentando unos informes bimensuales y una proyección de cuál sería el resultado del proyecto, de acuerdo con esto las gerencias pueden tener una idea de las utilidades y cual sería en orden de magnitud las reinversiones para los nuevos proyectos.

5. **Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado?**

MC: Para el caso en la gerencia que estoy apoyando tenemos proyectos que en su sistema de construcción son muy diferentes, ejemplo tenemos la construcción de unas casas en la sabana de Bogotá, otro de vivienda en estructura aporricada en altura en el centro de Bogotá y otro proyecto de construcción industrializada de muros vaciados en concreto.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19 REVISIÓN: 0	

MC: Uno pensaría que, dado que el proceso constructivo de los diferentes proyectos es diferente, no es mucho en lo que se asemejan estos proyectos, sin embargo, las experiencias de los distintos proyectos si se capitalizan en la estructuración de los proyectos y así mitigar las desviaciones en los proyectos.

MC: Una parte donde se capitalizan las sinergias es el área de coordinación de diseños ya que las normas constructivas son las mismas, también se capitalizan las sinergias en la cadena de suministro dado que hay ciertos materiales comunes como el acero y lo que me pase para un proyecto me impacta en el otro, igualmente hay otras experiencias que independiente del tipo de sistema constructivo utilizado son capitalizadas ya que hacen parte es del proceso de construcción de los proyectos.

JMPM: ¿El área de ventas se comparte o es exclusivo de cada proyecto?

MC: El área de ventas es exclusivo para cada proyecto ya que se hacen ventas en paralelo de cada uno de los proyectos.

6. ¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos?

KC: En Mendebal debajo del Coordinador de Proyectos hay una figura de Coordinador de Diseños, y es la persona encargada de canalizar toda la información planimétrica, de licenciamiento y jurídica.

KC: Para canalizar la información la empresa tiene un VPN y en este se manejan carpetas

por proyecto cada carpeta tiene las especialidades del diseño como arquitectura, estructura, eléctrico, ect, y esas carpetas se subdividen en esquema básico, anteproyecto y proyecto. De esta forma desde la Coordinación de Diseños va administrando las últimas versiones de la información.

KC: En obra funciona diferente, ya que, la empresa cuenta con una plataforma denominada GERPRO de Ingemax (<https://ingemax.co>) y el Coordinador de Diseños es el responsable de tener actualizada la planimetría.

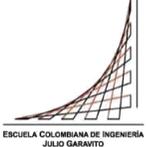
KC: Todavía se maneja un archivo físico, y así se revisa en obra de tal forma que la planimetría que está en GERPRO debe coincidir con la planimetría que está impresa. El control de cambios de obra se hace con memorando de planos, el coordinador de diseños es responsable de eliminar la información vieja y que en obra estén trabajando con la última versión.

7. ¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?

MC: La empresa Gerencia proyectos y tiene áreas transversales que dan soporte a esos proyectos, ejemplo: El coordinador de diseños es trasversal, el coordinador financiero es trasversal, el área jurídica es trasversal, el área de costos y presupuestos es transversal, tramites mobiliarios es transversal.

MC: La empresa todos los viernes se reúne en un Comité de gerencia de proyectos transversal, cada Coordinador expone cada proyecto, en qué estado esta, que dificultades se han tenido y puede ser que otro Coordinador de otro proyecto tenga la solución o comentario ante la dificultad de un proyecto particular de esta manera lo hacemos.

Grupo 2. Orientadas a Procesos

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

8. ¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?

MC: Todo el tema de ingresos se verifica con un departamento de control de costos, y van presentando unos informes bimensuales y una proyección de cuál sería el resultado del proyecto, de acuerdo con esto las gerencias pueden tener una idea de las utilidades y cual sería en orden de magnitud las reinversiones para los nuevos proyectos.

9. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?

MC:

- El coordinador de diseños es transversal.*
- El coordinador financiero es transversal.*
- El área jurídica es transversal.*
- El área de costos y presupuestos es transversal.*
- Tramites mobiliarios es transversal.*
- Un comité de proyectos transversal.*
- El área de ventas no es transversal.*

10. Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas?

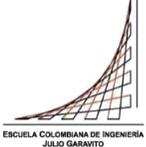
MC: La planeación del proyecto si está a cargo de la Coordinación del proyecto y a partir de este cronograma general todos los equipos generan sus propios cronogramas.

11. ¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma?

MC: Uno de los mayores beneficios es trabajar con el mismo equipo de diseño externo y no rotarlo mucho, es decir el diseñador estructural, hidráulico, eléctrico, bioclimático, etc., casi siempre son los mismos en todos los proyectos, con esto logramos que cuando tengo una reunión de diseño puedo analizar tres y cuatro proyectos a la vez con el mismo equipo de diseño, adicional al ahorro de tiempo es tener la información centralizada, y dado que es la misma pensamiento del diseñador puedo predecir cuál es el resultado esperado y construir una relaciones de confianza que me permiten reaccionar rápido ante una dificultad y de esta manera no afectar el desarrollo de los proyectos.

También se construyen sinergias de equipos valiosas para el proyecto.

12. ¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

MC: La Construcción se en algunos casos en alianzas y socios, u otros constructores nos buscan para que desarrollemos la construcción bajo la figura de alianza o socios.

Las áreas de Diseños se subcontratan, diseños arquitectónicos, estructural, eléctrico, hidrosanitario, sin embargo, se hace generalmente con los mismos diseñadores de esta manera construido relaciones de confianza.

El coordinador de diseños es interno.

El coordinador financiero es interno

El área jurídica es interna.

El área de costos y presupuestos es interna.

Tramites mobiliarios es interna.

El área de ventas es interna.

El área de talento humano es interna.

Un jefe de tecnología interno.

El tema de riesgos se maneja en alto nivel en la gerencia de proyectos y por la junta directiva.

MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 1. Orientadas a herramientas.

13. ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?

KC:

VPN

Ingemax

Autodesk Revit

Gerpro

ERP CINCO

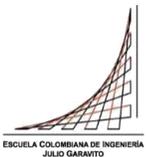
14. ¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos?

KC: Se está usando BIM en todos los proyectos. Estamos en proceso de implementación. Todo el proceso de interferencias se terceriza con una persona utilizando Autodesk Naviswork. La herramienta principal es Autodesk Revit.

15. ¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? Ayuda: Análisis de constructibilidad, Planeación logística, Mercadeo.

KC: En este momento estamos en proceso de implementación, se quiere llegar a la conexión con ERP (CINCO)

En el tema de diseños tenemos la carpeta de publicados y el área de comercial ellos toman la información y lo pasan a terceros para hacer los renders comerciales.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Para un proyecto en el centro de Bogotá se simuló el proceso constructivo del edificio y ayudo para poder hacer las cotizaciones de la parte de estructuras.

16. ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM?

KC:

Trabajo colaborativo en la coordinación de Diseños,
 Cantidades de obra,
 Compras y presupuestos,
 En simulación de obras,
 En integración de costos con ERP,

17. ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?

MC:

Diseños,
 Cantidades de obra,
 Información para Compras y presupuestos
 Información para Obra y construcción,

Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

18. De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM?

MC: Es construir digitalmente, es coger y hacer un proyecto desde ceros con todos los niveles de detalle que se pactan desde el inicio y de esta manera determinar costos, duraciones, interferencias, posibilidades de mejora en el proceso constructivo y mayor certeza en el tema de cantidades y especificaciones. Eso es lo que yo más aprovecho.

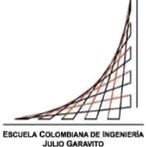
MC: Un proceso, que nace desde la compra el lote para cumplir los objetivos del proyecto de construcción.

KC: Un proceso de generación y gestión de datos, de un edificio utilizando un software que nos da información en tres dimensiones y en tiempo real, que nos ayuda a ahorrar tiempo, nos ayuda a optimizar el recurso en diseños y también en construcción, que cuenta con un modelo geométrico que relaciona toda la información de la espacialidad y toda la información geográfica.

19. ¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa?

KC: Porque BIM es conocido por temas para mejorar la productividad y disminuir los reprocesos. Por un tema Legal y normativo y actualmente en la empresa sigue habiendo reprocesos en las obras y queremos reducir esos procesos.

20. ¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

KC: Si, se ha mejorado la productividad por ejemplo antes en una torre nos demorábamos de 1 año y ahora nos demoramos 8 meses, este es un claro reflejo de la competitividad.

Es muy raro la constructora que cumpla la fecha de entrega lo que genera un malestar general de los clientes, cumplir las fechas de entrega es algo que habla muy bien de Mendebal.

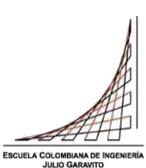
21. ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener ventaja competitiva? ¿Cómo considera que se lograría esta ventaja?

KC: Llegar a las demás áreas de la organización, una reingeniería de procesos. Llegar a un BIM empresarial y no solo aplicada en el tema de proyectos.

22. ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia?

KC: Los niveles más altos de Madurez se encuentran las empresas grandes como Colpatria, Amarillo todas esas grandes empresas que mueven el sector son las pioneras y son los que conforman el BIM fórum Colombia de Camacol son los que están impulsando a que BIM se convierta en un estandarizado para nivel Colombia.

Las pequeñas y medianas empresas van en el proceso. BIM requiere inversiones en tecnologías y capacitación y será una realidad para todas las empresas en los próximos 2 a 3 años.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

ENTREVISTA 2

Fecha de aplicación del instrumento: 23 noviembre de 2020

Entrevistados:

Ing. Paula Gómez (PG)
 Gerente General Skema Promotora S.A.
 Ingeniero Civil Universidad Nacional de Colombia
 Especialización en Edificación Sostenible
 Experiencia de 15 años de experiencia.
 e-mail: paula.gomez@civilteknia.com

Entrevistadores (Investigadores):

German Andrés Pardo González (GAPG)
 Jorge Mario Paternina Martínez (JMPPM)

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

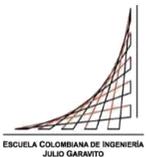
Grupo 1. Orientadas a programas.

- 1. ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué? Ayuda: ¿lo entrega a un cliente?, ¿lo opera?, ¿lo comercializa? (09:26)**

PG: Esa pregunta tiene tres respuestas posibles, la primera es ninguna, en construcción vertical el modelo típico es que tú arrancas, lo vendes y lo entregas; el segundo es si tu modelo es quedarte con algunas unidades en renta y conviertes una unidad de tu negocio en un tema de renta, ahí se vuelve importante quedarse con una información ordenada, organizada, entonces uno se vuelve como cliente de sí mismo y ahí se empieza a volver relevante el tema de ese nivel de desarrollo 500 (me parece que es el de operación); y hay una tercera manera que es la filosóficamente correcta que es, independiente que uno entregue o que uno vaya a ser el usuario de ese entregable, uno debería tener la información de operación súper clara, porque más temprano que tarde se va a volver un elemento diferenciador en la manera como entregas, porque la verdad los constructores colombianos entregamos mal, hay excepciones pero son pocas y no son asociadas a esta empresa entrega bien o esta empresa entrega mejor, son asociadas a los profesionales que están encargados de las entregas, depende mucho de ese factor humano, si hay le metemos un tema tecnológico y empezamos a entregar con planos organizados y con una cultura de organización, eso puede mejorar mucho y estoy seguro que es uno de los cambios que se van a ver en los próximos 10 años en este sector.

JMPPM: ¿en lo que conociste, el modelo de construir y reservarse algunas unidades, la empresa como tal lo opera o se lo cede a otra empresa aliada?

PG: Eso no está inventado en Colombia, hay de todo un poco, lo más estructurado son los fondos inmobiliarios, que son los que construyen para quedárselo, entonces más que construir, desarrollan, desarrollar es desde estructurarlo hasta operarlo, entonces de eso hay de todo y no hay como una buena práctica establecida. Hay una empresa que se llama Valor que tiene una unidad que opera que se llama MTS y lo que yo he visto es que MTS ha cogido más fuerza que Valor... ahora Terranum, es un desarrollador

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

y tenía una unidad que se llamaba Terranum Administración que dividió que ya se llama Quoro, entonces intentar estandarizar que eso opera de una forma en el mercado colombiano, no, desde lo que yo he visto no es cierto.

2. ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos. (14:14)

PG: Eso depende, Apiros era muy organizado en esas líneas de negocio, entonces Apiros tenía VIS, No VIS y proyectos especiales (corporativo); pero también conozco empresas en la que la asignación es en función del volumen de trabajo y lo que dicen es que les gusta que los gerentes de proyectos sean polifacéticos.

JMPM: ¿En Apiros el VIS tenía un solo Gerente de Proyectos para todos los proyectos VIS?

PG: Si, y No VIS también era una sola gerente y los proyectos especiales también había una sola gerente y no lo llamaban Gerente de Proyectos sino Gerente de Negocios. Porque en construcción vertical hay un problema para vincularlo con la metodología PMI y es que PMI no piensa en ingresos, los negocios si se piensan en ingresos... cuando ustedes ven toda la metodología PMI, está pensando siempre solo en gasto, en egresos, pero no piensan como controlar esos ingresos y controlar los ingresos es el 50% de la ecuación... (*JMPM:* ahí es cuando entra Programas) proyectos VIS en Apiros que eran dos proyectos gigantescos, ahí hay un programa.

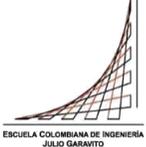
GAPG: ¿Cómo hacían esa gestión de ingresos, existían compuertas que se abrían en función de los beneficios esperados para tomar la decisión de continuar con otras fases de los proyectos hasta lograr algún tipo de beneficio esperado?

PG: En PMI tienes programas, Proyectos y Portafolios; cuando llegas al nivel de portafolio es que se toman los ingresos y tomas decisiones de por ejemplo dejar reservas para comprar tierras, dejar reservas para operar y tengo un fondo de capital y según la planeación estratégica tomo decisiones... aunque en realidad el concepto de Portafolio, Programa y Proyecto no fluye en las empresas pero uno se adapta con lo que hay y los intenta meter lo más que puede... pero los ingresos se administran a nivel de portafolio, lo que pasa es que aunque estés administrando un proyecto, también hay unos ingresos y también tienes que gestionar esos ingresos y la metodología PMI se olvida de esos ingresos cuando está en el nivel de proyectos... en Colombia que yo sepa que están administrando Portafolios obviamente no sé nada, al único que medio le escuché eso fue a Terranum.

“Al final se llegó a la conclusión de que las Gerencias Funcionales de Apiros pueden asemejarse a Gerencias de Programas”

3. ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos? (26:12)

PG: Apiros tenía una estructura matricial, entonces por ejemplo en las filas estaban los Gerentes de Negocio y en las columnas estaban los Gerentes Funcionales, entonces excepto los Gerentes de Negocio, todo lo demás eran recursos compartidos.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

4. **¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos. (42:55)**

PG: Lecciones aprendidas, debería ser planeado y consciente pero no fluye así en la vida real, se hace más por un ejercicio de lecciones aprendidas.

5. **Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado? (44:21)**

PG: Se logra con un buen organigrama, con un organigrama claro. Yo he visto que las cosas fallan cuando no están claras las “accountabilidades” de las personas en los organigramas, a quien le responde cada persona exactamente.

6. **¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos? (47:10)**

PG: Apiros es súper organizado en ese sentido, ellos tienen toda la información digitalizada, pero eso es información fuera de ambientes BIM, tenían un centro de información documental pero el control de planos si sigue siendo un dolor de cabeza, en teoría BIM lo va a resolver, eso me gustaría preguntárselo a un Luis Morales de Amarillo para ver si ellos lo lograron resolver a través de tablets y modelos virtuales... pero en general Apiros es súper organizado en ambientes informáticos y en plataformas de control documental.

7. **¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos? (48:45)**

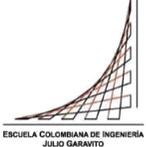
PG: La reputación, la gente más que plata busca reputación porque la reputación trae plata. Si tú haces buenos proyectos, ordenados, eso genera las estrategias de mercado más económicas que son las de la voz a voz.

Grupo 2. Orientadas a Procesos

8. **¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”? (49:39)**

PG: En las empresas en las que yo he estado eso se define a un nivel muy alto en el que Gerente de Proyecto o Gerente de Negocio no opina, más bien esa es una discusión para el Gerente de las áreas de estructuración que es donde se arman proyectos. Pero la verdad armar proyectos es tan difícil que uno arma el que le salga, pero uno diseña el plan y lo intenta seguir para tener una línea de conducta sobre la cual operar, pero la verdad uno arma los proyectos que le salen, porque es que armar proyectos en Colombia es complejo y yo me imagino que en todo el mundo... eso es ciencia y arte.

9. **Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas? (52:25)**

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

PG: Está la parte de presupuestos, que si bien tiene un hito que es la entrega del presupuesto, todo el tiempo está controlando ese presupuesto. Financiera, que si bien tiene un hito que es el trámite del crédito constructor, todo el tiempo está haciendo control financiero. Administrativo, es una operación que todo el tiempo está controlando pólizas, recursos humanos. Servicio al cliente, es un proceso que debería ser transversal y más ahora con la póliza decenal, puede que yo haya entregado hace 5 años, pero si recibo una queja la tengo que atender, es un proceso dentro de la dirección técnica (lo dije más adelante). Jurídica, es el más transversal porque uno todo el tiempo está atento a requerimientos de servicio al cliente, ambientales, etc. Oficina técnica, que es muy proyectizada, era compras, todo el tiempo está haciendo evaluaciones de proveedores, retroalimentar la base de datos de ellos con la de BIM porque trabajamos interconectadas compras con el modelo de BIM. La Dirección Técnica, diseñaba en ambientes BIM y construía.

GAPG: ¿por qué BIM se quedaba solamente hasta el diseño y no iba más allá?

PG: Primero porque era un BIM naciente, de hecho, llegó más lejos de lo que yo quería; segundo, porque era un proyecto VIS y en VIS tú no tienes que llegar a nivel de detalle 400 porque no hay necesidad; y tercero porque aún no estábamos lo suficiente maduros para jalonar una fase de operación... porque si ni siquiera servicio al cliente se veía transversal, pues no tenía cómo proponer el nivel 500...

También está el área de comercial, que también es muy proyectizado, pero comercial también tiene operaciones, entonces todas las áreas, así uno esté en una empresa muy proyectizada, tienen proyectos y operaciones, hay es que entender el detalle de lo que hacen para entender qué es proyecto y qué es operaciones.

10. Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas? (58:25)

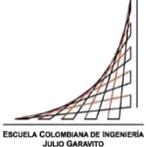
PG: Hay una diferencia entre Apiros y Skema, Apiros es una compañía con plata y Skema es una compañía sin plata, entonces era muy fácil asignar una cabeza para cada grupo de procesos en Apiros, mientras que en Skema se asignaban responsables por proceso que se apoya en todos los demás para algunas cosas, pero cada proceso con un único responsable... En Apiros era más claro organizacionalmente, pero generaba una complejidad en la que se diluía la responsabilidad.

11. ¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma? (1:02:14)

Ver respuesta a preguntas 9 y 10.

12. ¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano (1:02:32)

PG: Se tercerizaba el inicio de la estructuración (me dolía que lo hicieran). El diseño también era tercerizado, toda la parte arquitectónica se tercerizaba, yo estoy de acuerdo en tercerizar el diseño de detalle. Entonces el BIM implementado era un BIM de coordinación, no un BIM de modelación, esa es la gran diferencia... yo soy súper fan de las tercerizaciones, usted dedíquese a lo que es bueno, lo demás tercericelo porque otro va a ser más barato que usted. La filosofía de nuestro BIM era que nosotros montamos un manual de

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

estándares muy sencillo copiado de cualquiera de las redes, se lo entregamos a nuestros diseñadores, cuando los contratamos les obligamos a que utilizaran ese manual de estándares de forma contractual y yo si tenía un coordinador in-house que integraba. Eso en contraposición a Concreto por ejemplo, yo sé que ellos tienen in-house las especialidades (eléctrico, hidráulico, etc.) pero es súper complejo.

JMPM: ¿Pero las áreas de soporte (presupuesto, financiero, jurídico, etc.) si eran directos de la empresa?

PG: Si. Todos estos eran personal de la empresa. Se tercerizaban cosas como específicas, se tercerizaba el diseño, la comercialización se hacía in-house, la ejecución se hacía in-house... pero yo personalmente tercerizaría la obra.

MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 1. Orientadas a herramientas.

13. ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos? (1:06:52)

PG: Se usaba A360 y BIM 360.

JMPM: ¿Qué ERP tenían?

PG: Apiros tiene Cinco, Skema tiene 1E.

JMPM: ¿alguna otra aplicación importante para el tema de gestión?

PG: En Apiros yo era la Gerente de Proyectos Organizacionales entonces me tocaban las implementaciones de software y ahí implementé uno que se llama MAFP (desarrollo de Gerpro) que es para los modelos financieros para ese tema de beneficios que estamos hablando. Para BIM se usaba Autodesk.

14. ¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos? (1:09:01)

PG: Fue por “top of mind”, la verdad si en este momento me vuelve a caer un proyecto BIM en las manos haría un análisis más completo. No creo que me vaya con el que me digan.

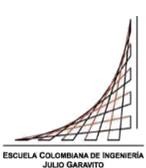
15. ¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo. (1:09:47)

PG: Yo tengo una orientación más administrativa que de diseño, entonces yo amaba BIM para el proceso de presupuestación y de compras y por ende los controles financieros, porque modelábamos en BIM, extraíamos las cantidades de BIM, esas cantidades de BIM se les entregaban a compras, compras con eso compraba y el área financiera con eso controlaba en función de lo que se había presupuestado.

JMPM: ¿Lo lograron usar en la parte de ventas?

PG: No.

16. ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM? (1:11:20)

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

PG: Yo creo que en un tema de entregas y de trazabilidad de la entrega puede ser súper útil. Además, ahora que la entrega va a estar muy vigilada porque cada vez los compradores van a tener más voz, yo creo que ahí se vuelve clave la herramienta.

Yo intenté mucho tener un BIM de estructuración y no encontré una manera práctica de encajar BIM en los procesos de estructuración, pero yo siento que me faltó investigar, pero con una mirada light no encontré cómo meter BIM de una manera óptima en estructuración.

GAPG: ¿si tienes un proyecto hecho en BIM el siguiente proyecto si lo puedes estructurar en BIM?

PG: No. No porque las estructuraciones son esquemáticas, tu no estructuras el detalle porque si estructuras el detalle inviertes mucha plata y tiempo y recursos en un proyecto que pueda que no arranque, entonces las estructuraciones de por si son esquemáticas. A no ser, que estés estructurando un proyecto que sabes que va a salir, y que sabes cómo lo vamos a hacer, pues eso no es estructurar, eso es copiarse de uno que ya está armado y te saltas el proceso de estructuración y pasas de una vez a planeación... pero como estructurar es armar algo nuevo, siempre se hace a nivel esquemático y se procura no invertir muchos recursos porque no sabes si va a tener el ROI que necesitas porque el índice de bateo en estructuración es como de 1:20, uno ve 20 proyectos y le pega a uno.

17. ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?

Ver respuesta a pregunta 15.

Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

18. De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM? (1:15:42)

PG: A mí me dieron una definición cuando empecé BIM que es “construir dos veces”, primero digitalmente y después en la vida real, pero entonces yo le agrego que todos los procesos asociados a construir dos veces, pero vistos desde una fase de planeación. Para mí es una metodología.

19. ¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa? (1:16:43)

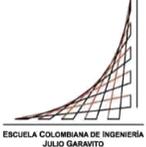
PG: Yo soy PMP entonces por ese rol me dijeron venga impleméntelo y en alguna discusión dije que la forma de implementarlo era con una metodología del PMI, entonces eso me dio la entrada al mundo del BIM. A la empresa lo que los llevo fue una conciencia absoluta de que el que no lo haga se va a quedar atrás.

20. ¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?

No realizada.

21. ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener ventaja competitiva? ¿Cómo considera que se lograría esta ventaja? (1:19:07)

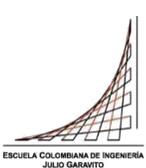
PG: Hoy día y Amarillo lo está haciendo ya, hay robots que automatizan tareas, yo creo que si uno tiene una buena plataforma BIM van a haber muchísimas tareas que se pueden optimizar, pero los procesos tienen que estar estandarizados bajo BIM. Yo doy por descontado que BIM mejora los procesos de diseño, que

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

mejora la coordinación y entonces que hay menos errores en obra, eso es un deber ser, si no lo hace BIM, apague y vámonos; el siguiente paso es mejora de procesos administrativos asociados y el siguiente paso como lo veo yo es meterle robótica al asunto para optimizar tareas.

22. ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia? (1:20:50)

PG: Hay mucha conciencia de que es una necesidad, pero todavía nos falta trecho por recorrer, hay metodologías muy chéveres y simples para medir ese nivel de madurez, eso existe y no es sino buscar en internet... yo hice una medición de madurez en las dos empresas (Apiros y Skema) y la hice yo sola sin necesidad de contratar a nadie.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

ENTREVISTA 3

Fecha de aplicación del instrumento: 01 diciembre de 2020

Entrevistados:

Ing. Camilo Martínez (CM)

Gerente de Proyectos Ospinas y compañía

Arquitecto

Experiencia de 13 años.

e-mail: cmartinez@dom-re.com

Entrevistadores (Investigadores):

German Andrés Pardo González (GAPG)

Jorge Mario Paternina Martínez (JMPPM)

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

Grupo 1. Orientadas a programas.

- 1. ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué? Ayuda: ¿lo entrega a un cliente?, ¿lo opera?, ¿lo comercializa?**

CM: Ospinas tiene dos escenarios, uno en el que hacemos la gestión del proyecto y llegamos hasta la entrega a los propietarios y entrega de zonas comunes y ahí terminamos esa gestión como gerentes de proyectos, pero en los centros comerciales generalmente Ospinas tiene un modelo de negocios que es administración de activos y dentro de los centros comerciales nos quedamos como administradores y gerentes de los activos de esos centros comerciales

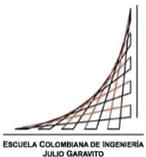
En cada uno la modalidad es distinta, en el tema de operación en el segundo modelo (administración de activos) se hace relevante la entrega con ciertos estándares de calidad y de tecnología, cuándo se hace la administración de los activos se hace vital el manejo de la información en una escala diferente a lo que se venía manejando años atrás.

JMPPM: ¿Esa administración de activos en el lado comercial es otra empresa o sigue siendo la gran empresa Ospinas?

CM: Es otra empresa, pero hace parte del mismo holding de Ospinas y Cia.

- 2. ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos. (04:29)**

CM: Eso depende mucho de la escala del proyecto y del tipo de proyecto en cuanto a socios, en cuanto a roles a cumplir como gerentes. En los proyectos generalmente se tiene un rol de gerencia integral, un rol de gerencia técnica, un rol de comercializadores y un rol de administradores. En algunos proyectos somos o uno o dos o los tres o los cuatro; por ejemplo, en el centro comercial Titán el gerente del proyecto a nivel

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19 REVISIÓN: 0	

macro fue Cusezar y Ospinas hizo la gerencia técnica y la gerencia de comercialización y al final nos quedamos con la administración del centro comercial. Ahora, dependiendo de los roles y de la magnitud del proyecto se asigna un gerente con un grupo de trabajo que lo apoye exclusivo para el proyecto, o por ejemplo si son centros comerciales pequeños eventualmente un gerente de proyecto podría manejar dos centros comerciales o un gerente podría manejar un proyecto de vivienda y un centro comercial, eso depende de la demanda de tiempo y de la escala del proyecto.

GAPG: ¿Entiendo entonces que si puede haber casos en los que hay proyectos que están relacionados entre sí? ¿o siguen siendo proyectos independientes que solo por la temporalidad se dio que el gerente de proyectos los maneje al tiempo?

CM: Cada proyecto es independiente, acá como son socios distintos, la caja es distinta, el ingreso de dinero para los proyectos es distinto, generalmente se manejan independientes desde la parte administrativa y de costos; pero el gerente puede tener asignación por tiempo dependiendo del proyecto. Pero ahí es importante que el equipo que apoya al gerente puede ser también exclusivo para el proyecto o puede ser también compartido.

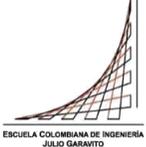
3. ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos? (08:12)

CM: Hay dificultades y retos, el apalancamiento ayuda a que un gerente sea multiproyecto y logre tener varias funciones en varios proyectos. Un gerente que está haciendo gerencia integral de un proyecto de centros comerciales puede estar apoyando la gerencia técnica de un proyecto de oficinas, por ejemplo; pero eventualmente como recurso para un proyecto de oficinas (haciendo la gerencia técnica), se dispone de un director técnico o coordinador técnico exclusivo para ese proyecto. Aunque el gerente sea multifuncional en dos proyectos, tiene asignado un recurso adicional dependiendo del rol que se le asigne.

En la parte de coordinación técnica Ospinas tuvo dos historias, antes cada gerente gestionaba su director técnico y su equipo de coordinación, actualmente manejan un departamento de coordinación técnica para todos los proyectos. Se requieren cada vez más especialidades y más conocimiento técnico dedicado a la coordinación técnica y no tanto un director que este gestionando dos proyectos donde en uno es rol comercial y en otro rol técnico donde le toque desempeñar varias funciones de una línea totalmente diferente. En principio lo hace más funcional el que estén enfocados técnicamente y que un equipo esté haciendo las coordinaciones técnicas, pero eso se vuelve una carga muy grande para ese depto. Técnico, los equipos de trabajo tienen que ser robustos para atender la demanda de necesidades de los proyectos.

JMPM: Hablabas que como que hay pros y contras, ¿algún contra adicional además de requerir equipos robustos?

CM: generalmente los gerentes que tienen el macro del proyecto tienen que tener una comunicación muy estrecha con la gerencia técnica para realmente enfocar los procesos de coordinación y de definiciones en especificaciones técnicas que afectan el proyecto en costos y en funcionalidad y eso solo a veces lo conoce el gerente que participa en las reuniones comerciales o de definición y esa comunicación a veces no es muy expedita porque si el área de gerencia técnica tiene mucha demanda, el tiempo para enterarse de los procesos y los cambios durante la comercialización no le va a permitir acometer los cambios y las especificaciones nuevas de forma más expedita, entonces ahí hay unos retos muy grandes cuando se

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

manejan esas gerencias macro. Antes cuando Ospinas funcionaba de manera independiente y cada gerente tenía su equipo de desarrollo, ese equipo estaba concentrada en un proyecto y lo hacía más efectivo, además las escalas de coordinación técnica de los proyectos también cambian dependiendo del proyecto, a veces no todos los proyectos exigen el mismo tiempo de una coordinación técnica.

Es complejo si uno lo mira con la metodología BIM en los proyectos, la forma en que hacíamos los proyectos de coordinación técnica antes, era más de AutoCAD 2D y de que el arquitecto ayudaba en ciertas coordinaciones y los consultores participaban de comités técnicos, pero se dejaban en el camino muchos temas y mucha incertidumbre que en obra se tenía que corregir. Parte del argumento de empezar a incluir el BIM dentro de los procesos de gestión de proyectos y lograr mejorar esos reprocesos y esas definiciones posterior a la coordinación técnica, pero el BIM como tal trae retos en sí, y retos no solamente conceptuales en los que se requieren ciertas capacidades tecnológicas y de capacitación, otros profesionales y otra serie de cosas que hacen difícil el romper paradigmas en el modelo actual.

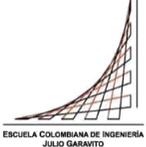
La implementación de las metodologías BIM nos es fácil porque se ve choque de trenes, sin lugar a dudas para lograr la implementación de una manera correcta de la metodología toca empezar desde las cabezas, desde arriba, eso tiene que ser un proceso en cascada que viene desde la alta gerencia, desde los mismos socios, que todos realmente conozcan la herramienta y la metodología y que desde ahí empiece a haber un liderazgo en cascada, porque meter unos dibujantes y no conocer en detalle para donde va esa metodología no va a funcionar, no le van a asignar los recursos adecuados, el personal idóneo y todo eso va a ser más difícil la implementación y no va a lograr los resultados que uno espera a futuro.

- 4. ¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)? Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos. (16:57)**

CM: Ospinas se adaptaba al modelo que exige el proyecto y al rol que tenía que cumplir, Ospinas se amoldaba a los proyectos y le gustaba aportar esa experiencia así sea desde el punto comercial, así sea desde el punto de gerencia o técnica o desde la gerencia integral del proyecto, entonces esa adaptabilidad a cada uno de los modelos le permitía a Ospinas participar en esos proyectos, de ahí a desarrollar hoteles, grandes centros comerciales, oficinas y trabajar sobre todo proyectos de un único dueño como Avianca, Cine Colombia y otros proyectos.

- 5. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado? (19:09)**

CM: Como ejemplos, el área de planeación de proyectos le entrega al área de ejecución de proyectos un proyecto y el gerente arma el equipo que considere necesario y al mismo tiempo recibe otro proyecto que tiene otra área y asignación de recursos totalmente diferente. En este caso suponiendo el primer proyecto como un proyecto de gran magnitud que exige un equipo técnico, se le asigna un director o un coordinador de proyectos que se encargue de gestionar los diseños y hacer la coordinación técnica; el otro proyecto si bien requiere un gerente de proyecto, no necesariamente se requiere un coordinador técnico, uno podría

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

gestionarlo a través del arquitecto de manera preliminar porque en principio no es un proyecto que requiera una gran expertise en la parte de coordinación.

Sin embargo, uno teniendo el equipo del proyecto uno puede asignarle algunos temas del proyecto dos así no estén en el mismo recurso, uno como gerente iba mirando la conveniencia del proyecto y los tiempos de su equipo para gestionar muy bien el proyecto uno, pero también darle una mano al proyecto dos.

Ese nivel de dificultad que representaba que la gerencia tuviera la potestad hizo que se armara una gerencia técnica integral que maneje toda la coordinación de los proyectos independientemente del recurso que tenga o no. Los recursos que se asignen de cada proyecto se destinan a esa gran gerencia técnica y es su responsabilidad gestionar todos los modelos, la gerencia técnica básicamente surgió para tener la implementación del BIM, la necesidad de incluir el BIM en los proyectos hizo que se tuviera que generar un departamento técnico exclusivo para manejar el BIM y para manejar toda la información de la coordinación técnica de los proyectos.

6. ¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos? (se respondió más adelante, minuto 37:55)

CM: Ese fue uno de los temas grandes a reparar porque cada gerente en principio tenía su metodología, había una cabeza que era la vicepresidencia de proyectos que era la que daba las directrices de cómo manejar un proyecto y era la cabeza de los gerentes, eso lo tratamos de implementar con los comités de gerencia donde cada uno exponía sus temas del proyecto y entre todos buscábamos asesorarnos internamente para el manejo de algunos temas importantes que resolver, pero era difícil el tema del manejo de la información, es decir, si uno quería información de un proyecto tocaba pedirle al otro gerente que le permitiera el acceso a la red. Parte de los esfuerzos se centraban en poder centralizar la información y que esa información se volviera conocimiento para todos los de la empresa inclusive para los gerentes.

Se empezaron a implementar unas nubes de información organizadas para poder tener un modelo de gestión de esa información para los gerentes.

7. ¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?

Ver respuesta a pregunta 4

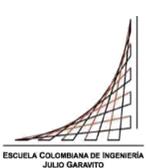
Grupo 2. Orientadas a Procesos

8. ¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?

Ver respuestas a preguntas 2, 3 y 5

9. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?

Ver respuesta a pregunta 11

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19 REVISIÓN: 0	

10. Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas? (28:40)

CM: Ospinas es un estructurador de proyectos, ellos arman todo un proyecto, empiezan a buscar socios en la parte económica, en la parte constructiva, en la parte de diseños porque a veces el mismo diseñador entra como socio al proyecto. Por eso logra adaptarse y por eso logra proyectos grandes.

La estructuración de proyectos y la gerencia integral son el gran valor de Ospinas, le seguiría la comercialización y en tercera línea la coordinación técnica que está ligada cuando hacemos la coordinación del proyecto. Pero el palo de la rueda para la coordinación BIM sin lugar a dudas es adaptarse al mercado, ese mercado cambiante cambia los diseños, cambia el concepto inicial del proyecto y cuando uno está en la implementación BIM, que toma tiempo, eso se vuelve un lío.

11. ¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma? (31:45)

CM: La comercialización y promoción es compartida entre los proyectos, eso lo llamamos el back office, es decir, el gerente podría tener un recurso dedicado al proyecto como lo es un director de proyecto, un coordinador de proyecto o un analista de proyecto, pero él tiene un back office que es el área jurídica, el área contable, el área financiera, el área de impuestos... y cada empresa o cada proyecto maneja su back office dependiendo de su demanda. Muchos temas jurídicos, dependiendo de la escala del proyecto, ya no los maneja el área jurídica de Ospinas, sino que se tercerizan por la especialidad que tenga.

JMPM: ¿El área de tecnología también hace parte de ese back office?

CM: Ospinas no tenía ni una gerencia de desarrollo ni una gerencia de tecnología, tenía una gerencia de informática, pero era más un tema de soporte de redes, de archivo, backup de información, empezó a dar un soporte técnico a la gerencia técnica por el tema de los programas del paquete de Autodesk para la implementación del BIM y empezaron a montar todo el tema de las nubes de información. Eso empezó a manejarlo también la gerencia de tecnología.

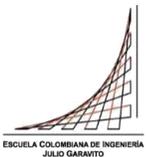
GAPG: Recogiendo para entender el mapa general de Ospinas, yo veo tres áreas grandes importantes en la gestión de proyectos: la gerencia de proyectos, la gerencia técnica y la parte de comercialización y detrás de esas tres está el back office que es lo que acabamos de hablar.

CM: jurídica, informática, financiero, contable impuestos... y del back office del área comercial están los de trámites, cartera, publicidad y mercadeo.

JMPM: ¿compras también hace parte del back office?

CM: Se manejan compras desde la parte comercial y las compras administrativas, pero insumos como tal no.

12. ¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano (35:54)

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

CM: La tercerización depende de que tan especializada se requiere la información o la asesoría, si esa asesoría especializada no la tenía el backoffice de Ospinas tocaba tercerizarla. Había temas de tierras, temas de saneamiento de lotes, temas que toca manejar con Planeación, con el IDU, para eso siempre hay que tener personal especializado que se maneja en ese medio para poder gestionar los proyectos.

MODULO 2 – BIM en la empresa.

Grupo 1. Orientadas a herramientas.

13. ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?

Nubes de información.

14. ¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos? (42:49)

CM: Si, de hecho el discurso era: para proyectos grandes, centros comerciales, hotelería, oficinas, se estaba implementando y se decía que para la parte de vivienda era fácil como lo veníamos trabajando y que no había necesidad, pero se vio que era necesario implementar vivienda también en la metodología y así los cruces no sean tan complejos, siempre uno encuentra cosas que de alguna manera le solucionan la vida al constructor durante el proceso de construcción y sobre todo el manejo de la información... entonces se vuelve muy importante que todos los proyectos estén montados en la misma plataforma con el mismo lenguaje y que la información sirva para todos con la misma base de datos y la misma metodología, es que todo empieza a organizarse en función a la metodología pero también se vuelve de fácil accesibilidad y de fácil consulta.

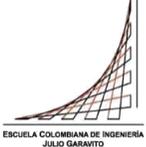
15. ¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo. (44:03)

CM: En la gestión de información, uno puede tener al gurú de los modeladores Revit haciendo la coordinación, pero es más importante la planeación de esa coordinación, la planeación del proyecto macro en función a que la metodología se pueda implementar de la mejor manera y funcione, porque de nada sirve tener un poco de gente muy experta en los temas, muy rápidos en el proceso de modelación si los tiempos de planeación y de modelación no se están dando conforme se necesitan.

Planeación con tiempo de la metodología y los tiempos de la coordinación técnica en aras de iniciar construcción con un proyecto ya 100% coordinado y consciente de que todo se revisó uno a uno en detalle.

16. ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM? (47:27)

CM: BIM en planeación y ejecución, hacia la operación todavía estamos lejos... las administraciones y los consejos de administración de cualquier inmueble no llegan a ese nivel, entonces esa necesidad todavía no la tienen, entonces los modelos de desarrollo bien lastimosamente no están llegando a este ese nivel. Cuando uno es dueño de un proyecto, lo gestiono y es mi proyecto, muy seguramente ese modelo de gestión

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

BIM va a estar más orientado a que en operación se logre tener esa base de datos importante del modelo para la administración y la operación, pero son muy pocos los operadores que exigen esa metodología y por eso creería yo que no se ha llegado a ese otro de nivel de pasar a operación en el BIM.

Camacol está haciendo todo el esfuerzo para que, en la fase de planeación, en la coordinación y en la construcción se implemente la herramienta, pero faltaría esa otra parte de los administradores. Ospinas cuando opera los inmuebles ya está aprendiendo a que de ahí se puede sacar información valiosa y que se exija dentro del recibo de esas construcciones un nivel BIM en la operación.

17. ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas? (se respondió antes, minuto 45:35)

CM: Muchos de los proyectos, cuando el área de planeación se los entregaba a ejecución, nunca consideraron los costos del BIM dentro de la planeación como costos, entonces ya de por sí le entregan a uno un proyecto con esa carencia, ya que si BIM requiere un recurso en costos y en tiempo que toca desde la misma planeación considerar para que el proyecto tenga esa bondad de la coordinación.

Ahora suponiendo que ya le entregan a uno desde la planeación unos costos BIM y unos tiempos para lograr unos tiempos de coordinación sensatos para la metodología, uno arrancarí ahí bien. El otro punto es durante ese proceso de coordinación, lo que les mencionaba sobre los cambios que generan unos reprocesos en la coordinación BIM que son más demorados que un reproceso en la coordinación tradicional como se manejaba antes porque uno no lograba dimensionar los problemas a la magnitud que los dimensiona BIM entonces simplemente uno los daba por hecho y fluían las cosas.

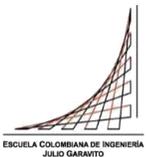
Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

18. De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM? (48:35)

CM: Es un modelo de gestión que le organiza a uno mucha de la información y que lo obliga a estandarizar procesos, eso es lo más importante independientemente de que sea un proyecto pequeño o grande o del uso que sea, la metodología y el proceso es el mismo y hace que toda la información tenga ese mismo lenguaje. Ahora, qué hacer con esa información que ya está organizada y parametrizada en la metodología BIM, eso es como el siguiente paso que hay que mirar, esa curva del ROI del BIM, eso en Europa suena muy bien, yo veo muy difícil lograr esa curva en Colombia, pero estamos como en la mitad de la fase de implementación en la fase de construcción. Todavía nos falta terminar la fase de construcción bien para que ese ROI de retorno de la inversión del BIM se vea reflejado con modelos colombianos y con proyectos colombianos y pasar al siguiente que sería para optimizar la operación.

Pero sin lugar a dudas la metodología BIM es una herramienta que puede que todavía no veamos ese ROI interesante que nos ofrece el BIM pero si está haciendo que todos pensemos de la misma manera en la ejecución del proyecto estandarizando procesos.

19. ¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa? (se respondió antes, minuto 40:28)

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19 REVISIÓN: 0	

CM: Se implementó un piloto, se escogió un proyecto complejo para empezar a montar un piloto para todo el modelo de gestión BIM dentro de ese proyecto, no habíamos terminado de desarrollar bien ese piloto y arrancamos con otros dos o tres proyectos porque ya teníamos la implementación en el primer proyecto y estaba siendo costoso para un solo proyecto. Ya teníamos un BIM manager, ya teníamos el software, ya teníamos la nube, ya teníamos una serie de cosas con las que ya podíamos empezar a integrar varios proyectos aprovechando los recursos que ya se habían invertido en el primero.

JMPM: ¿por qué escogieron Revit y no otro?

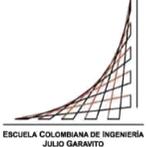
CM: Hay varios temas, varias de las consultorías externas estaban manejado Revit y era fácil de integrarlo por eso, en principio comenzó como una moda en modelación Revit y como ya todos estaban manejando ese lenguaje nos fue más fácil, además el socio americano también usaba el software Revit, además Autodesk nos estaba haciendo una serie de propuestas interesantes en todo el manejo y el soporte.

20. ¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa? (se respondió antes, minuto 23:43)

CM: Se arrancó con un piloto con un socio internacional que exigía BIM dentro de sus proyectos como modelo de gestión por la calidad, por los ahorros, por la eficiencia, por una serie de beneficios; hoy tiene su departamento BIM que es un departamento de coordinación técnica pero incluye BIM y arrancó por esa necesidad de un socio americano que exigía que los proyectos se gestionarían usando esa metodología, entonces armamos un piloto con un proyecto y empezamos a romper todos esos paradigmas y a armar todo un equipo, pero veíamos que era un equipo costoso... creería que para la metodología BIM en una empresa de construcción sin lugar a dudas tiene que ser un equipo multifuncional para prorratar sus costos entre un proyecto y otro, si un proyecto lo paga solo le sale muy costos, pero si se unen 10 proyectos para armar el combo puede salir más económico y los recursos no se subutilizan en el proceso de coordinación. También es muy importante montar la programación para que el cronograma de coordinación de cada uno de los proyectos esté muy bien enfocado hacia el recurso BIM, porque a veces salen dos centros comerciales al tiempo y ahí no hay un departamento BIM que le logre coordinar, cada gerente tirando para su velocidad, para su entrega... ese departamento de coordinación y BIM tiene que tener muy claros los tiempos de entrega y las coordinaciones.

El BIM requiere mucho tiempo para sus modelos de gestión y para sus modelaciones y en centros comerciales y en proyectos de vivienda nos hemos tenido que adaptar al proceso de comercialización y si un apartamento no se está vendiendo bien, la siguiente etapa cambia de modelo, cambia de comercialización y de espíritu y la modelación que uno venía ya trabajando toca arrancarla otra vez de cero, entonces esa parte de cambios en lo comercial hace que la metodología BIM sea compleja de implementar en los procesos de los proyectos.

Acá (en Colombia) nosotros salimos a comercializar, en el proceso que se tiene punto de equilibrio nos animamos a armar una licencia de construcción que se va a parecer al proyecto final pero apenas estamos arrancamos una coordinación técnica cuando ya comercializamos y cuando vamos a iniciar obra... y eso ya es un tema cultural en Colombia. Entonces el modelo BIM que viene de una parte de estructuración de proyectos con una mentalidad totalmente diferente europea o americana se está adaptando a una cultura colombiana que tiene un modelo de gestión totalmente diferente en tiempos.

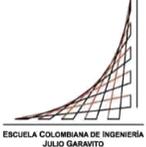
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

21. ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener ventaja competitiva? ¿Cómo considera que se lograría esta ventaja?

Ver respuesta a pregunta 16

22. ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia? (51:51)

CM: Lo que he logrado identificar como concepto personal, creo que en cantidad de proceso de implementación estamos en 50%, cantidad me refiero a que la gente está pensando en metodología BIM, ¿pero de ese 50% quienes están logrando un nivel correcto de la implementación? Yo creo que muchos están en pilotos, muchos han intentado arrancar a montarlo, pero se les hace costoso o que toma demasiado tiempo y desisten de ese proceso... yo creo que en calidad estamos en un 10% de la correcta implementación de la herramienta. Todavía nos falta muchísimo para lograr sacarle todo el provecho que ofrece la herramienta dentro de los procesos de calidad. Hay mucha gente implementándolo, pero muy pocos están haciendo la tarea real de cómo se debe implementar y qué beneficios tiene a futuro, entonces esas otras pruebas que se están haciendo en la implementación nunca van a llegar a tener algún beneficio si no las están implementando correctamente.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

ENTREVISTA 4

Fecha de aplicación del instrumento: 01 diciembre de 2020

Entrevistado:

Ing. Víctor Hugo Dávila Figuera (VHD)

Coordinador técnico de Proyectos en Construcciones Planificadas (Construcciones planificadas hace parte del BIM FORUM Colombia).

Ingeniero Civil

Estudiante de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Experiencia de 10 años.

e-mail:

Entrevistadores (Investigadores):

German Andrés Pardo González (GAPG)

Jorge Mario Paternina Martínez (JMPPM)

MODULO 1 – Proyectos y Programas en la empresa

Grupo 1. Orientadas a programas.

- 1. ¿Después de que un proyecto concluye, cuál es la interacción que generalmente tiene la empresa con el producto obtenido?, ¿por qué? Ayuda: ¿lo entrega a un cliente?, ¿lo opera?, ¿lo comercializa?**

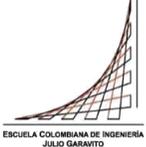
VHD: El proyecto Centro de Tratamiento e Investigación sobre Cáncer Los Luis Carlos Sarmiento Angulo (CTIC) es un proyecto de carácter filantrópico, es una donación que hace la familia Sarmiento para lograr un complejo sostenible y sin ánimo de lucro, el margen operativo se queda para reinvertir en el funcionamiento del CTIC. Construcciones planificadas va a estar 2 años dando garantía en las instalaciones y funcionamiento del proyecto.

En este caso la edificación se entrega a la administración de CTIC.

Para otros proyectos como el Centro Comercial “EL EDEN”, el hotel Gran Hyatt o los edificios T2, T3, T4, T7 y T8 en la ciudad empresarial Sarmiento Angulo se construyen y se entrega a los propietarios o administradores encargados de la operación.

- 2. ¿Cómo se asignan gerentes de proyectos en ambientes “multiproyecto” donde hay varios proyectos relacionados o complementarios? Ayuda: Hay gerentes de proyectos o programas que tengan a cargo otros gerentes de proyectos.**

VHD: La estructura de la empresa está conformada por Gerentes de Diseño, Construcción, Financiero y Administrativo, desde el área de planeación hay una Gerente de Proyectos encargado de hacer la planeación y seguimiento al proyecto durante toda la vida del proyecto ósea desde el diseño hasta la entrega al propietario, esta persona maneja varios proyectos al tiempo.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Cada proyecto tiene un (1) ingeniero y arquitecto responsables de los diseños de arquitectura y las diferentes especialidades, a su vez ellos tienen equipos multidisciplinarios a su cargo o consultores externos para hacer todas las entregas a la obra.

La empresa maneja pocos proyectos sin embargo son de gran magnitud, en este momento la empresa se encuentra desarrollando tres (3) proyectos de los cuales un (1) en construcción y dos (2) en diseños.

3. ¿De qué forma las ventajas y dificultades obtenidas en los ambientes multiproyectos son explotadas, capitalizadas o gestionadas?, ¿hay apalancamiento entre proyectos?

VHD: Hay unas estructuras de apoyo por parte de los directores o los gerentes en lo relacionado con los procesos.

En lo referente a las estructuras de trabajo en diseños y construcción son totalmente independientes en estos casos el personal es de dedicación exclusiva.

Hay un apalancamiento estratégico a nivel de directivas.

4. ¿El aprovechamiento de los beneficios que genera un proyecto o grupo de proyectos se da por oportunidad (lecciones aprendidas) o se hace de una manera planeada y consciente (estrategia)?

Ayuda: Los beneficios son más que solo ahorros en costos.

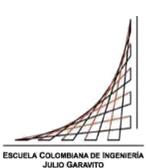
VHD: Lo que la empresa ha aprendido de la implementación de BIM es que realmente no hay un libro como tal que te diga cómo hacer una implementación BIM, hay empresas que te venden la implementación BIM, pero realmente eso es ensayo y error, porque los proyectos que hacen las constructoras son totalmente diferentes, las estructuras de trabajo son totalmente independientes por ejemplo hay empresas que tienen departamentos de diseños de ingeniería y arquitectura, en otras empresas una sola persona se encarga de hacerlo todo, entonces las implementaciones depende de cómo es la estructura de la empresa.

Hablando con Miller&Co (www.homeofbim.com/) una empresa de consultoría en implementación BIM, y se decía que en muchas ocasiones la implantación no es un libro ya escrito, la implementación BIM es una personalización a cada empresa, y a partir de la implementación en un proyecto la empresa adquiere la experiencia y para un segundo proyecto la empresa tiene criterios para realizar su estrategia de implementación.

Es ese proceso van a existir lecciones aprendidas y una vez inicia el proceso de implementación es más fácil el camino en el desarrollo del proyecto constructivo.

5. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Cómo logran la coordinación entre proyectos relacionados o que son dependientes el uno del otro para que el resultado final del trabajo integrado sea el esperado?

VHD: El proyecto CTIC conto con la interacción de 43 consultores para diferentes desde diseños eléctricos, acústicos, audiovisual y muchos otros sin embargo el deber ser es tener una persona o área encargada de integrar y coordinar que todos los requerimientos de cada especialidad sean atendidos.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Hay diferentes fases de coordinación se recomienda una persona que este durante la fase de diseño integrando y atendiendo todos los requerimientos, otra en el proceso de contratación revisando todas las ofertas de contratación y otra en obra porque cuando llegan los equipos muchas veces toca rediseñar, por ejemplo en la red eléctrica se diseña para un equipo resonador magnético de 150 kva y por las condiciones de mercado encontraste otra marca que funciona a 90 kva, entonces toca ajustar la red eléctrica a los 90 kva y esto sucede con muchas cosas como aires acondicionados, equipos de bombeo y otros.

A nivel estratégico se observa sinergia entre los consultores de diseño que apoyan varios proyectos de la compañía, sin embargo, en los equipos técnicos de diseño se solicita que sean exclusivo para cada uno de los proyectos.

6. ¿Cómo aseguran que la información relevante entre proyectos relacionados fluya de forma coordinada para evitar interferencias o retrabajos?

VHD: En el proyecto CTIC se cuenta con alrededor de 4.000 a 5.000 planos, los cuales están cambiando de versión por requerimientos del propietario, por cambios de norma de habilitación, por diferentes normas locales que lo puedan afectar, por buenas prácticas a juicio de expertos, por cada especialidad se podrían estar manejando entre 7 y 9 versiones, lo cual implica un volumen grande de información, para lo cual es importante primero manejar el versionamiento de manera juiciosa y contar con un repositorio que maneje las últimas versiones de la documentación de los planos de tal forma que todos los involucrados cuenten con la última versión la empresa en este momento para ello está manejando la plataforma de Autodesk Docs 360 (<https://docs.b360.autodesk.com/>).

Con el uso de esta plataforma la empresa ha evitado la impresión de 5.000 planos que con sus respectivas versiones más las copias que usualmente eran cinco (5) copias, una (1) para interventoría, una (1) para el contratista, una (1) para el campamento, dos (2) para ingenieros y maestros de obra, lo podrían llegar a una impresión de 225.000 planos lo que significa un consumo excesivo de papel. La compañía opto por una estrategia de paperless y se doto a la obra con ipad con dichos dispositivos se revisan las redes y demás requerimientos de obra.

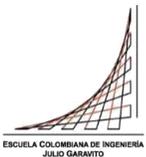
7. ¿Qué beneficios espera de los Programas con enfoque estratégico que realiza la empresa?, ¿De qué forma son identificados o medidos?

VHD: El Centro de Tratamiento e Investigación sobre Cáncer Luis Carlos Sarmiento Angulo (CTIC) busca tener una oferta de integral del Cáncer para todas las personas que requieran el servicio. Hospitales de este tipo hay en Brasil, Chile y Estados Unidos, lo cual es un importante logro para la región, esto va a permitir que personas de otros países vengan a Colombia, así como evitar que los ciudadanos de nuestro país les toquen ir a otros países.

En Colombia actualmente hay 8 aceleradores lineales y el CTIC va a dotor con 8 adicionales, con lo cual se dobla la capacidad que tiene Colombia.

Grupo 2. Orientadas a Procesos

8. ¿De qué forma se conforman los grupos de proyecto o se asignan los recursos de la empresa en los ambientes “multiproyecto”?

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

VHD: El Gerente de Diseño es el encargado de estructurar el proyecto y cuáles son las necesidades para hacer la coordinación de diseños.

El Gerente de Construcción se encarga de definir las necesidades de recursos relacionadas con la construcción.

El Gerente de Planeación y control define los recursos necesarios para realizar la control y seguimiento en obra.

Estos gerentes le reportan al Gerente General.

9. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellos que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles son los procesos u operaciones continuas de la empresa ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas?

VHD: Los procesos transversales son el área de compras, área de recursos humanos y administrativa, la gerencia financiera, estas tres áreas son transversales a todos los proyectos y están apoyando independiente la cantidad de proyectos que se estén desarrollando.

Cada proyecto tiene un equipo diseño dedicado.

En algunas empresas de construcción de viviendas si puedes tener un equipo de diseño para varios proyectos, sin embargo, para proyectos grandes de alta complejidad y especiales si es mejor tener un equipo de diseño exclusivo.

10. Para usted, ¿qué interacciones claves identifica entre procesos (o áreas) para el logro de los objetivos de los Proyectos/Programas?

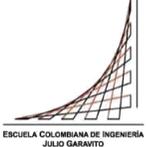
Es muy importante el acceso a la información. Un proyecto va teniendo diferentes etapas de diseños, de compras, en obra, al propietario, en todas esas etapas es muy importante la socialización y el entendimiento del proyecto.

Por ejemplo, se termina un diseño después se entrega al área de compras y muchas veces el área de compras toma las especificaciones, las cantidades y las oferta a los proveedores, sin embargo, si no tienen el entendimiento del proyecto se pueden generar impresiones que conllevan sobrecostos y adicionales en obra, que es lo que se quiere. Una manera de controlarlo es socializar muy bien el proyecto al área de compras y a los proveedores para dejar bien claros los requerimientos del proyecto.

De igual manera el momento de la construcción que haya un total entendimiento por parte de todo el equipo de obra. Puede pasar que se empiece a construir la estructura y no se tiene en cuenta por ejemplo la falta de un desagüe, por eso es muy importante la presencia de un coordinador que verifique todos los diseños en obra que genere un orden en la construcción e instalación.

En la empresa el BIM se lleva a la obra y al contratista, generalmente se cuenta con un nivel de detalle de 350 en diseño y lo que se hace es que en la obra lo lleven a un nivel mayor de detalle como 450.

Para detallar el modelo una vez realice el diseño y fue adjudicado a un contratista, el modelo pasa a manos de contratista de obra, el contratista asigna un modelador con un grado de profesionalismo mayor esta persona en la medida que avanza la construcción va detallado del As Built, y todos los detalles ya realizados

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

en construcción y devuelve el modelo al área diseño e ingeniería para auditarlo, y se le aprueba el corte de obra al contratista con la actualización del modelo, de tal forma que se verifica que lo que este en el modelo haya queda construido y que el modelo cumpla con todos los requerimientos del manual de modelado definido por la empresa.

Al contratista ya no se le entregan unos planos, si no un modelo, se cuenta con un coordinador BIM en obra, que se reúne con todos los contratistas y está verificando la coordinación de todos los diseños, verificando los cortes de obra, a sí mismo alimentando y actualizando el modelo que permita entregarle al operador del activo un modelo BIM actualizado.

El modelo BIM se convierte en un activo del proyecto, una de las recomendaciones un muy buen seguimiento del proyecto en todas sus etapas para un total entendimiento de este.

11. ¿Qué recursos o procesos de la empresa son compartidos entre los proyectos para alcanzar sus objetivos o para ejecutar su alcance?, ¿cuáles son los beneficios que han identificado de trabajar de esta forma?

Ver respuesta pregunta 9.

12. ¿Cuáles son las actividades necesarias para la ejecución de Proyectos o de Programas que generalmente se tercerizan o subcontratan en la empresa? Ayuda: Como ventas, diseños, compras, gestión riesgos, tecnología información, jurídica, talento humano

VHD: El área de diseños se apoya en consultores externos.

El área de tecnología es interna.

El componente jurídico pertenece a la gerencia administrativa y financiera.

Algunos contratos de sistemas que son complejos y puede requerimientos apoyos de consultores jurídicos externos.

Algunos contratos de obra se tercerizan.

MODULO 2 – BIM en la empresa.

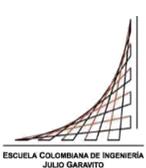
Grupo 1. Orientadas a herramientas.

13. ¿Qué herramientas o plataformas de trabajo colaborativo usan en la empresa para el desarrollo de proyectos?

VHD: La empresa usa BIM 360 de Autodesk (<https://www.autodesk.com/bim-360/>)

Se manejan varios niveles de acceso, se cuenta con acceso a nivel de diseños donde todos los consultores están revisando la información, y un nivel de acceso para obra que es la carpeta de Construcción.

Bajo la plataforma BIM 360 se cuenta con unas firmas digitales, lo cual permite hacer la aprobación de plano, hacer observaciones sobre el plano o devolverlos por si hay inconformidades o no esté completo el plano.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Todo se hace en la plataforma de manera ordenada y escalonada con un flujo de aprobación para que cuando se complete ya quede disponible en la carpeta de Construcción. Entonces todo plano que está en la carpeta de construcción ya ha surtido todo el proceso de aprobación de las diferentes instancias.

14. ¿Qué criterios tienen en cuenta para usar herramientas BIM en los proyectos?, ¿las usan en todos los proyectos?

VHD: La empresa escogió Revit y Naviswork, tal vez por el acompañamiento que ofrece Autodesk, como proveedor ha prestado un muy buen servicio, se ha contado con un buen respaldo y acompañamiento.

Estas herramientas se usan en todos los proyectos.

Todos los planos se exportan en dos formatos. DWF y AutoCAD, el formato PDF para planos ya no se implementa. Estos planos son extraídos del modelo.

El formato DWF tiene la propiedad que al seleccionar el elemento y automáticamente la herramienta arroja información que este cargada del elemento como pendiente, dimensiones, material entre otros.

15. ¿Cuáles son los procesos diferentes al diseño y modelado de productos en los que usan herramientas tecnológicas de BIM? Ayuda: análisis de constructibilidad, planeación logística, mercadeo.

VHD: Se hizo un piloto con el área de presupuestos donde cualquier modificación se pudiera cuantificar de manera rápida, es decir que las cantidades de obra son extraídas del modelo, la ser extraídas del modelo puedo comparar cual ha sido el impacto de las modificaciones, en temas de control puedo saber en cuanto se han subido las cantidades y cuanto representa eso.

Se usa como medida de control de obra y todos los cortes de obras se sacan con los avances en el modelo.

En resumen, se usan adicionalmente en presupuestos, control y cortes de obra.

16. ¿En qué procesos de la empresa ha identificado posibilidad de incorporar herramientas BIM?

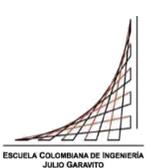
VHD: La expectativa es poder entregar todo el modelo del CTIC, que es el tercer proyecto realizado con herramientas BIM, a la administración del edificio para que puedan sacar el máximo provecho para el mantenimiento.

Ya que el modelo final es una fiel copia de lo que se construyó, por lo tanto, se espera pueda dar orientaciones en el momento del mantenimiento.

Una infraestructura como la de un hospital debe tener mucho cuidado de la asepsia, en este sentido al hacer una reparación y se rompan elementos se puede estar afectando la asepsia del hospital, por lo tanto, se le ve mucho provecho al uso del modelo BIM en momento de la operación del activo.

También se está viendo como herramienta de modelado preliminar de implantaciones, como ayuda para saber cuánta área se va a construir, cuanta área se puede vender, sin tener desarrollado todo el proyecto.

Con tanto con unas volumetrías como apoyo a la factibilidad de proyectos. Y como la topografía se integra en el modelo permite hacer cálculos rápidos de movimientos de tierras, ayudando a estimaciones en implantaciones.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

17. ¿Qué información producida por herramientas BIM es compartida entre los procesos o áreas que interactúan en la ejecución de Proyectos/Programas?

VHD: Ver respuesta pregunta 10.

Grupo 2. Orientadas a contexto BIM.

18. De acuerdo al uso que le dan a BIM en la empresa, ¿Cómo podría definir BIM?

VHD: BIM es una herramienta de apoyo indiscutible para el desarrollo de los proyectos, que involucra muchos programas informáticos que se pueden engranar para lograr un buen entregable de la obra.

Y es un buen entregable al propietario que le permite tener la certeza que lo está construido es lo que está diseñado o proyectado, con un nivel de detalle que le facilite la vida en la operación del activo.

Sin lugar a duda BIM es el futuro. En un principio los honorarios de diseños son mayores al implementar BIM sin embargo al momento de avanzar en diseño se presentan ahorros en menor tiempo de coordinación de diseños, se evitan muchos adicionales en obra y los reprocesos disminuyen significativamente, la obra fluye más rápido porque no llega el problema a la obra, sino que se detecta y se corrige en las etapas de diseño.

19. ¿Qué razones consideraron cuando se implementaron herramientas BIM en la empresa?, ¿por qué son importantes las herramientas BIM actualmente en la empresa?

VHD: Hacia el año 2013 o 2014 el personal de Autodesk visito la empresa y la empresa empieza empezaron a incursionar en el uso de Revit. Al momento se han implementado en (3) tres proyectos.

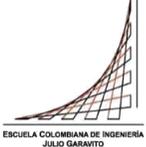
Construcciones planificadas pertenece al BIM Forum Camacol, quien pertenece al comité es el BIM Manager de la empresa.

La empresa ha vivido un proceso de maduración de BIM, desde que se hacían los planos en Autocad y se entregaba una coordinación muy leve en 2D a la obra, hasta pasar a exigirles a los contratistas un modelo 3D en Revit.

Superando retos ya que muchos de los consultores no estaban preparados para implementar los modelos BIM, a nivel de consultores en diseño arquitectónico como RAFAEL DE LA HOZ de España si tienen un amplio recorrido en el tema BIM, sin embargo, en la parte de ingeniería e instalaciones se presentan atrasos en la implementación de BIM.

La empresa inicio el diseño y construcción del Centro de Tratamiento e Investigación sobre cáncer Luis Carlos Sarmiento Angulo (CTIC) en el 2015, ubicado en la Calle 168 No 14 – 42 en la ciudad de Bogotá (Colombia).

En el proyecto se implementó BIM y ha sido un proceso de ensayo y error, se empezó con usando Revit y Naviswork de Autodesk, para el caso de Naviswork ha servido en el proyecto para la coordinación de los diferentes diseños, en el caso de Revit se vuelve muy pesado para hacer ese tipo de tareas de detección de interferencias, en cambio Naviswork lo hace mucho más fácil la visualización y se hacen unos reportes de interferencias muchos más rápidos, por ejemplo, para correr el semi sótano del CTIC se puede demorar 12 horas dependiendo del nivel de detalle que se quiera obtener.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

Para el caso del CTIC se iniciaron diseños en el 2015 y hacia el 2017 estaban los diseños modelados en Revit, en ese entonces al hacer el proceso de coordinación arrojo un aproximado de 130 mil interferencias, dada esa coyuntura en su momento se tomó la determinación de volver hacer los modelos en Revit desde el inicio de acuerdo con el orden constructivo, ejemplo se le dijo al diseñador hidrosanitario que dispusiera las redes muy pegadas a la placa y con recorridos no muy largos, después entro las diseños de redes de aire acondicionado dado que un proyecto hospitalario este tipo de redes es bastante invasivo por los requerimientos de filtrado y presión, después los diseños de redes eléctricas, redes contra incendios, y de esta manera se empezó a hacer todo el modelamiento piso a piso de abajo hacia arriba.

Un gran aprendizaje es modelar y coordinar el proyecto con un trabajo interdisciplinario entre arquitectura y las diferentes especialidades de diseño para ir ajustando lo que se requiera. En el Departamento de Ingeniería que tiene Construcciones Planificadas hay un área de ingeniería conformado por el Director de proyecto, a su vez tiene a cargo ingenieros de diferentes especialidades como eléctricos, mecánicos, hidrosanitario y estructural que permite revisar los modelos que entregan los diferentes consultores, de esta manera se tiene una mesa de trabajo que permite optimizar los diseños del proyecto de manera integral.

Cuando se reciben los modelos de las diferentes disciplinas se parten por piso, se integran en Naviswork, se analizan las interferencias, se realizan los ajustes del caso y se pasan a obra con un grado de coordinación bastante alto, se entregan en un nivel de coordinación superior al 90%, el restante de interferencias como por ejemplos en tuberías sanitarias y eléctricas inferior a 1" se ajustan en obra, ya que obedece más a la disposición en obra de ese tipo de elementos.

La empresa Construcciones Planificadas gano el premio de Excelencia BIM con el proyecto CTIC, como fruto del esfuerzo en la implementación de BIM en dicho proyecto.

Referencias:

<https://www.elespectador.com/noticias/salud/colombia-tendra-un-superhospital-para-tratar-el-canceVHD>:

<https://www.rldiseno.com/proyecto-en-bogota-gana-premio-a-la-arquitectura-hospitalaria/>

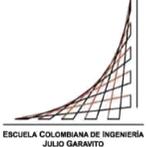
20. ¿Cómo ha aportado la implementación de herramientas BIM a la competitividad de la empresa?

VHD: El tiempo de coordinación de diseño es menor. Los honorarios del diseño.

Todo apunta a ahorros de tiempo, el tiempo de diseño es menor, la coordinación y sinergia entre contratistas que se genera al tener la información centralizada y disponible hace que todo fluya más rápido. Los tiempos de diseño no se acortan, pero si los tiempos en la coordinación y con estos los honorarios en los diseños disminuyan considerablemente.

Por eso hay compañía de construcción de viviendas que tienen equipos de trabajo a cargo de 5 a 10 proyectos en paralelo, ya que la herramienta lo permite manejar.

21. ¿Qué posibilidades de BIM no han sido exploradas aún por la empresa y considera usted que representan una oportunidad para obtener ventaja competitiva? ¿Cómo considera que se lograría esta ventaja?

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	ANEXO 3 – ANÁLISIS CUALITATIVO INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFESIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS O PROGRAMAS VINCULADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA	FECHA: 2020/12/19	REVISIÓN: 0

VHD: En el tema de costos, poder vincular la información de la obra con el sistema contable de la empresa y enlazarlo al ERP de la empresa. Actualmente la empresa no ha llegado a ese nivel de madurez.

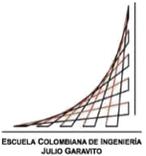
Actualmente la empresa usa el ERP llamado Cinco.

22. ¿Cómo percibe el nivel de madurez de implementación de herramientas BIM en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia?

VHD: El nivel de BIM ha madurado bastante, con la ayuda de CAMACOL y el BIM Forum Colombia se han vinculado varias empresas importantes como Constructora Bolívar, Amarillo, que han participado creando los estándares BIM para Colombia, esto va a permitir que las curadurías van a empezar a exigir los modelos BIM para el trámite de las licencias, y a futuro se va a contar con una ciudad modelada en BIM.

Sin lugar a duda este es el futuro, como percepción del nivel de madurez, este se encuentra iniciando, sin embargo, hay que seguir apoyando, con la exigencia de las curadurías va a impulsar el tema, contando con estándares altos y un mejor nivel hasta llegar a los niveles de otros países como Inglaterra donde se exigen estos estándares desde hace tiempo.

ANEXO 4. Análisis cuantitativo.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

ANEXO 4

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN

“DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING”

Se realiza un análisis cuantitativo mediante la aplicación del formulario de encuesta. Para lo cual se realizan los siguientes pasos:

1. Diseño de cuestionario para levantamiento de información para identificar los componentes involucrados y sus relaciones en el proceso de desarrollo de programas y proyectos que generalmente realizan empresas del sector de la construcción de edificaciones en Colombia y el estado de implementación de herramientas BIM en estos componentes.
2. Revisión general en forma y formulación de las preguntas, por parte del director y el asesor experto en programas del trabajo de grado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
3. Revisión por parte del asesor metodológico del trabajo de grado e incorporación de observaciones.

La aplicación de la encuesta estuvo dirigida a profesionales vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia que hayan participado en proyectos de construcción de edificaciones y con conocimientos en herramientas BIM.

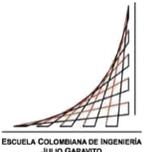
Se utilizó una muestra no probabilística o dirigida, en donde, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (Johnson, 2014, Hernández-Sampieri et al., 2013 y Battaglia, 2008b). Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación (Sampieri et al., 2014).

En las muestras de este tipo, la elección de los casos no depende de que todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos, sino de la decisión de un investigador o grupo de personas que recolectan los datos. La ventaja de una muestra no probabilística – desde la visión cuantitativa – es su utilidad para determinados diseños de estudio que requiere no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características específicas previamente al planteamiento del problema. (Sampieri et al., 2014).

Se escogió a profesionales que han trabajado en el sector de la construcción de edificaciones y profesionales con conocimientos o experiencia en BIM de los siguientes grupos objetivo:

- ✓ Profesionales que participaron en el encuentro BIMCO 2020¹ evento liderado por la Cámara Colombiana de la Construcción de Colombia (CAMACOL).

¹ “BIMCO 2020 es el mejor referente de innovación y digitalización para las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción. Para el Gremio es de vital importancia continuar generando espacios de capacitación y articulación de esfuerzos para los actores involucrados en la transformación digital del país. Hemos avanzado en la formación, la creación de cultura empresarial, la política pública y la adopción efectiva en BIM en el sector”, afirmó la presidenta

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

- ✓ Profesionales estudiantes de los programas de posgrado de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- ✓ Ingenieros Civiles desempeñándose actualmente en el sector con experiencia entre 10 y 15 años.
- ✓ Otros contactos profesionales del equipo del proyecto del trabajo de grado.

La selección de las personas a encuestar no obedeció a cuestiones de probabilidad, sino a que los profesionales seleccionados fueron escogidos por ser considerados profesionales activos, idóneos, con experiencias en el sector de construcción de edificaciones y BIM, lo que corrobora que se usó una muestra No probabilística o dirigida.

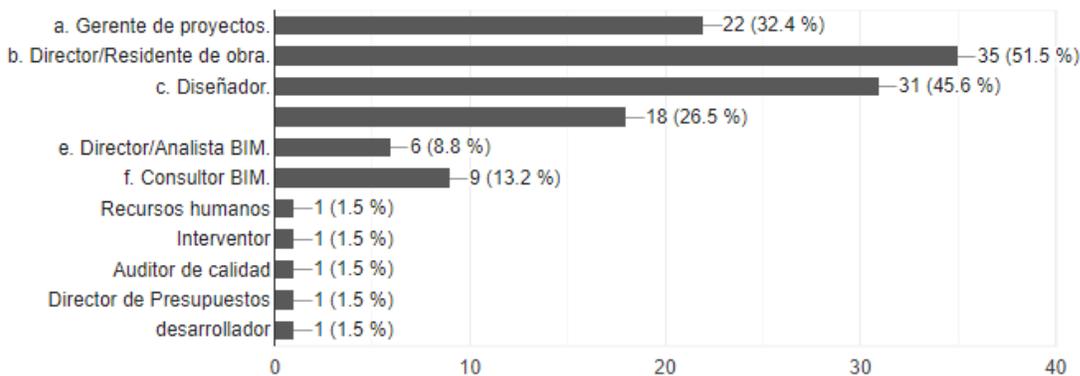
Resultados de la encuesta:

La encuesta se aplica efectivamente a 68 profesionales vinculados al sector de la construcción de edificaciones en Colombia y con conocimientos en herramientas BIM. Los encuestados se han desempeñado como residentes y directores de obra, gerentes de proyectos, coordinadores de proyectos, profesionales de costos y presupuestos, diseñadores de diferentes disciplinas para edificaciones, directores BIM, analista BIM, consultores BIM entre otros.

Realizando los análisis respectivos y encontrando los siguientes hallazgos por pregunta:

1. ¿Qué rol ha desempeñado en proyectos o programas de construcción de edificaciones? (seleccione tantas opciones como sea necesario)

68 respuestas



HE01 – El **98,4%** de los roles registrados por los encuestados tienen relación directa con el desarrollo de proyectos del sector de la construcción o en implementación de BIM.

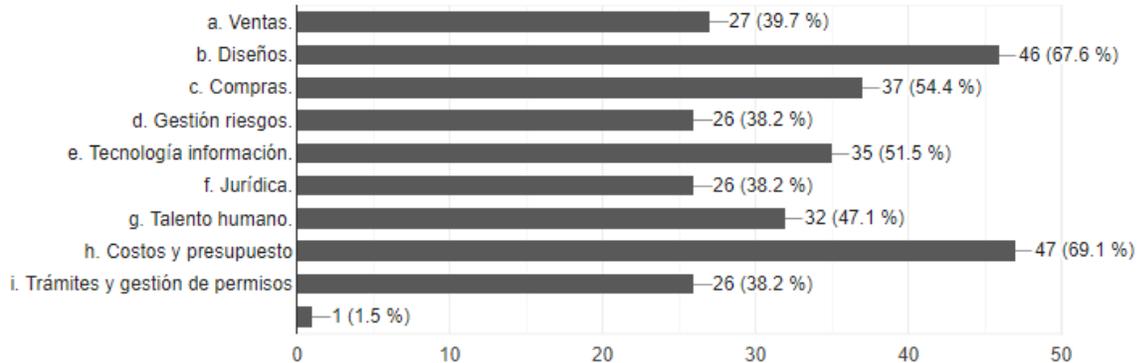
2. Teniendo en cuenta que los procesos u operaciones continuas son aquellas que se mantienen en la empresa independiente de la existencia o la cantidad de proyectos. ¿Cuáles procesos u operaciones

de Camacol, Sandra Forero Ramírez. Las memorias del evento se pueden consultar en <https://camacol.co/presentacion-de-eventos/evento/bimco-2020#>

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

continuas de la empresa han visto que generalmente se ponen al servicio de la ejecución de Proyectos/Programas? (seleccione tantas opciones como sea necesario)

68 respuestas

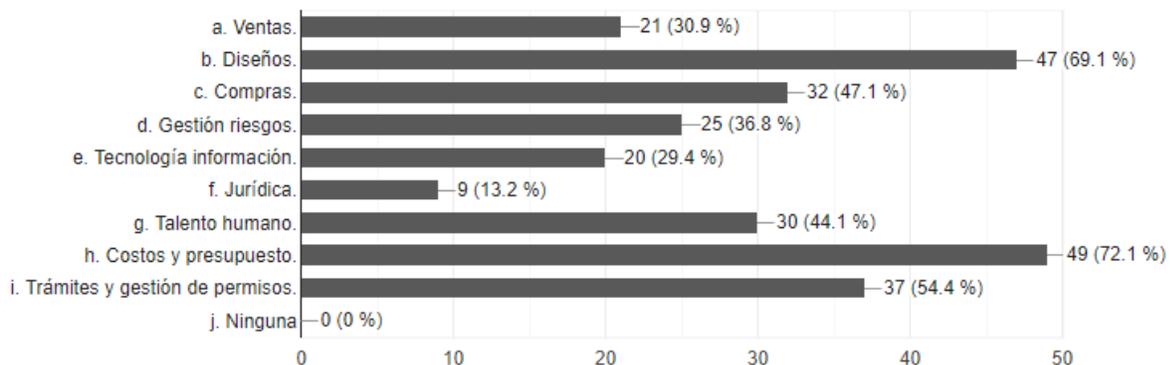


HE02 – Las operaciones continuas que con más frecuencia se ponen al servicio de los proyectos (con un porcentaje de respuestas mayor al 50%) son: “Costos y Presupuesto” (69,1%), “Diseños” (67,6%), “Compras” (54,4%) y “Tecnología de la Información” (51,5%).

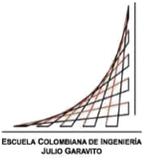
HE03 – Las operaciones continuas que con menor frecuencia se ponen al servicio de los proyectos son: “Ventas” (39,7%), “gestión de riesgos” (38,2%), “Jurídica” (38,2%), y “Trámites y gestión de permisos” (38,2%). Aunque son necesarias para la ejecución de proyectos de construcción de edificaciones, no fueron consideradas en gran medida por los encuestados.

3. ¿De los siguientes procesos u operaciones continuas, ¿cuáles se convierten en subordinación exclusiva del proyecto? (seleccione tantas opciones como sea necesario)

68 respuestas

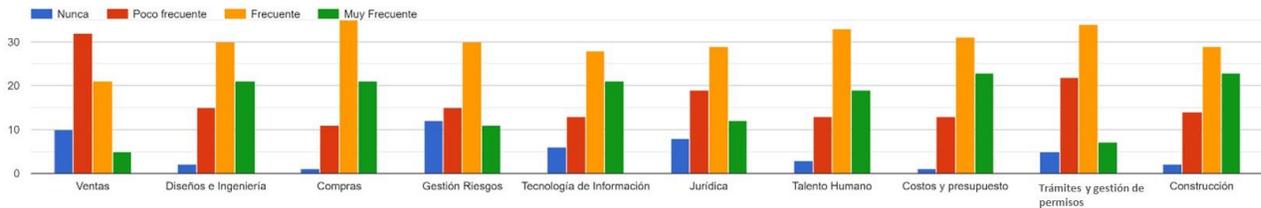


HE04 – Las operaciones que se subordinan de forma exclusiva con más frecuencia para ser parte de los grupos de proyectos de construcción (con un porcentaje de respuestas mayor al 50%) son: “costos y presupuesto” (72,1%), “diseños” (69,1%) y “trámites y gestión de permisos” (54,4%).

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

HE05 – Las operaciones que no se subordinan para ser parte de los grupos de proyecto de construcción y que por consiguiente se pueden considerar como back office son: “ventas” (30,9%), “compras” (47,1%), “gestión de riesgos” (36,8%), “tecnología de la información” (29,4%), “jurídica” (13,2%) y “talento humano” (44,1%).

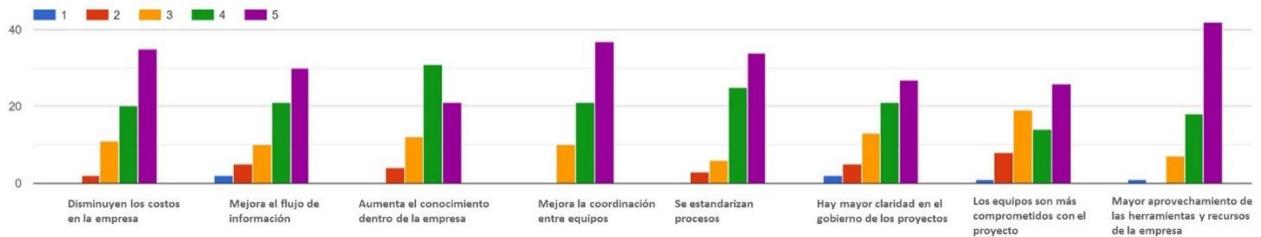
4. Cuando hay proyectos simultáneos, ¿Con qué frecuencia son compartidos los siguientes procesos u operaciones continuas de la empresa entre los proyectos? (nunca, poco frecuente, frecuente y muy frecuente)



HE06 – Cuando hay proyectos simultáneos, las operaciones de “ventas” son las que se comparten con menos frecuencia (el 61,7% respondió nunca o poco frecuente).

HE07 – Cuando hay proyectos simultáneos, las operaciones que se comparten con mayor frecuencia (frecuente y muy frecuente) son: “diseños e ingeniería” (75,0%), “compras” (82,3%), “tecnología de información” (72,0%), “talento humano” (76,5%), “costos y presupuesto” (79,4%) y “construcción” (76,4%).

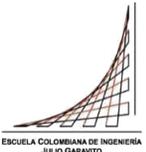
5. Para las siguientes ventajas de trabajar proyectos con procesos u operaciones continuas compartidas, por favor califique según su experiencia en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “generalmente no se obtiene la ventaja” y 5 corresponde a “se obtiene la ventaja en alta medida”.



HE08 – El 89,9% de los encuestados dice que la ventaja “disminuyen los costos en la empresa” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

HE09 – El 75,0% de los encuestados dice que la ventaja “mejora el flujo de información” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

HE10 – El 76,5% de los encuestados dice que la ventaja “aumenta el conocimiento dentro de la empresa” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

HE11 – El **85,3%** de los encuestados dice que la ventaja “**mejora la coordinación entre equipos**” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

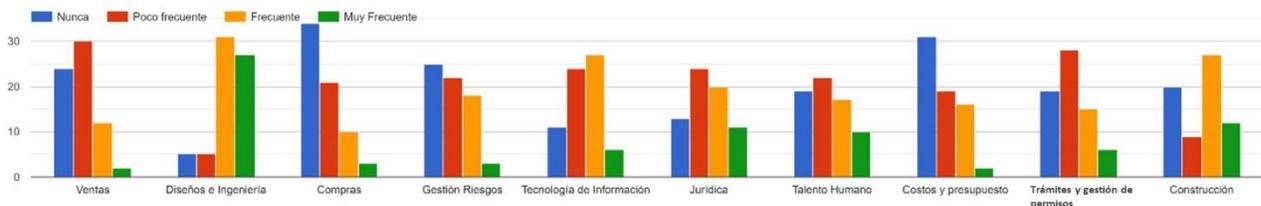
HE12 – El **86,8%** de los encuestados dice que la ventaja “**se estandarizan procesos**” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

HE13 – El **70,6%** de los encuestados dice que la ventaja “**hay mayor claridad en el gobierno de los proyectos**” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

HE14 – El **58,8%** de los encuestados dice que la ventaja “**Los equipos son más comprometidos con el proyecto**” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

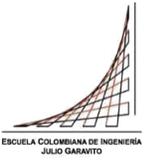
HE15 – El **88,2%** de los encuestados dice que la ventaja “**mayor aprovechamiento de las herramientas y recursos de la empresa**” se obtiene en alta medida cuando se comparten los procesos u operaciones continuas entre los proyectos.

6. ¿Con qué frecuencia la empresa terceriza o subcontratan las siguientes actividades necesarias para la ejecución de proyectos o de programas? (nunca, poco frecuente, frecuente y muy frecuente)



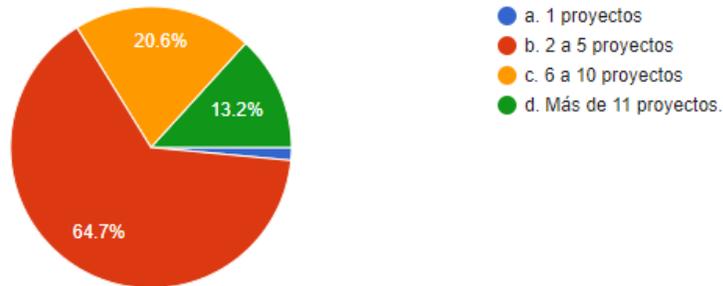
HE16 – Los procesos que nunca o con poca frecuencia se tercerizan son: ventas (**79,4%**); compras (**80,9%**); gestión de riesgos (**69,1%**); tecnologías de información (**51,5%**); jurídica (**54,4%**); talento humano (**60,3%**); costos y presupuestos (**73,5%**); trámites y gestión de permisos (**69,1%**).

HE17 - Los procesos que son tercerizados o se subcontratan con frecuencia o muy frecuentemente son: diseños e ingeniería (**85,3%**); construcción (**57,4%**).

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

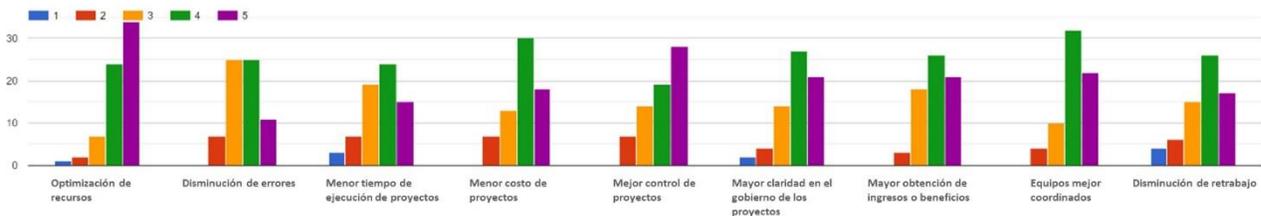
7. ¿Cuál es el mayor número de proyectos de construcción de edificaciones que se han ejecutado simultáneamente en la empresa?

68 respuestas



HE18 - El **97,5%** de los encuestados confirma que se desarrollan proyectos de construcción de forma simultánea. Para el **64,7%** se ejecutan de 2 a 5 proyectos, para el **20,6%** se ejecutan de 6 a 10 proyectos y para el **13,2%** se ejecutan más de 11 proyectos de forma simultánea.

8. Según su experiencia califique en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se obtiene el beneficio” y 5 corresponde a “se obtiene el beneficio en alta medida”, los siguientes beneficios de trabajar proyectos en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.



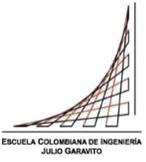
HE19 – El **85,3%** de los encuestados dice que el beneficio “**optimización de recursos**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE20 – El **79,4%** de los encuestados dice que el beneficio “**equipos mejor coordinados**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE21 – El **70,6%** de los encuestados dice que el beneficio “**menor costo de proyectos**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE22 – El **70,6%** de los encuestados dice que el beneficio “**mayor claridad en el gobierno de proyectos**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE23 – El **69,1%** de los encuestados dice que el beneficio “**mejor control de proyectos**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING				
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN		<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>2020/09/02</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN:</td> <td>0</td> </tr> </table>	FECHA:	2020/09/02
FECHA:	2020/09/02				
REVISIÓN:	0				

HE24 – El **69,1%** de los encuestados dice que el beneficio “**mayor obtención de ingresos o beneficios**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

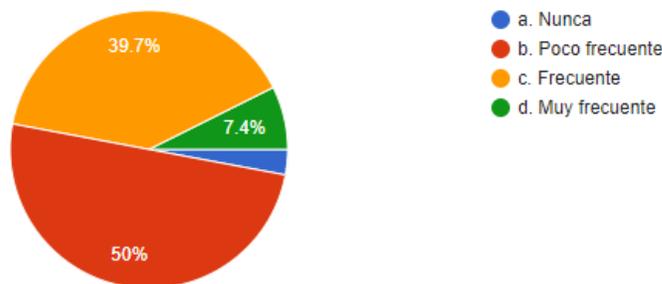
HE25 – El **63,2%** de los encuestados dice que el beneficio “**disminución de retrabajo**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE26 – El **57,3%** de los encuestados dice que el beneficio “**menor tiempo de ejecución de proyectos**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

HE27 – El **52,9%** de los encuestados dice que el beneficio “**disminución de errores**” se obtiene en alta medida en entornos “multiproyectos” en los que los proyectos tienen relaciones entre sí.

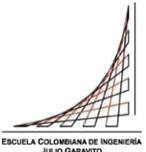
9. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Con que frecuencia se configuran programas para la construcción de edificaciones dentro de la empresa?

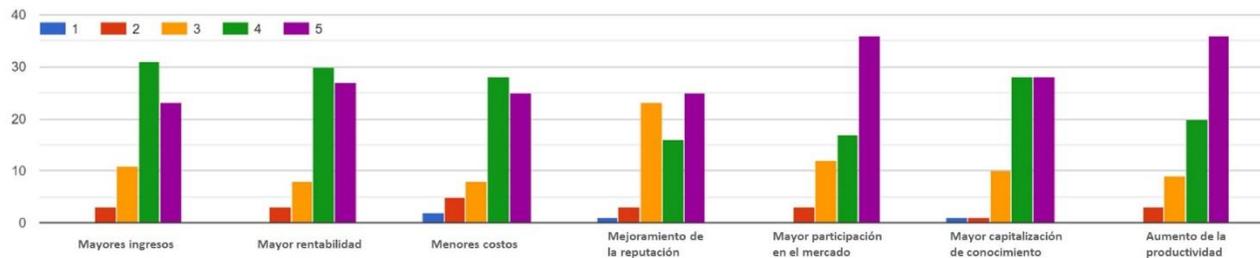
68 respuestas



HE28 – El **47,1%** de los encuestados indica que la configuración de programas es frecuente y muy frecuente.

10. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. Califique de 1 a 5 los siguientes beneficios de gestionar PROGRAMAS en el sector de la construcción de edificaciones teniendo en cuenta que 1 corresponde a "difícilmente se lograría" y 5 corresponde a "fácilmente se lograría".

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	



Nota: es consistente con lo que respondieron en la pregunta 8

HE29 – El **79,4%** de los encuestados dice que el beneficio **“mayores ingresos”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

HE30 – El **83,8%** de los encuestados dice que el beneficio **“mayor rentabilidad”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

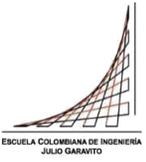
HE31 – El **77,9%** de los encuestados dice que el beneficio **“menores costos”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

HE32 – De acuerdo con las respuestas el **60,2%** de los encuestados dice que el beneficio **“mejoramiento de la reputación”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

HE33 – El **77,9%** de los encuestados dice que el beneficio **“mayor participación en el mercado”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

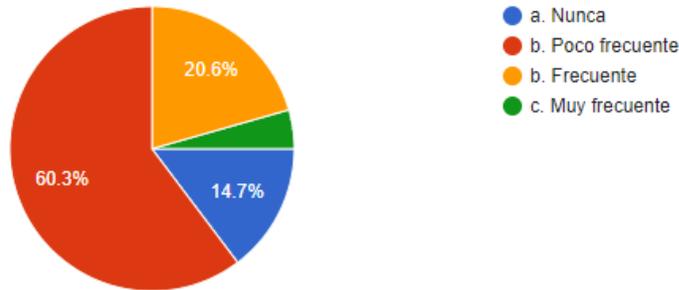
HE34 – El **82,3%** de los encuestados dice que el beneficio **“mayor capitalización del conocimiento”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

HE35 – El **82,3%** de los encuestados dice que el beneficio **“aumento de la productividad”** fácilmente se lograría gestionando programas en el sector de la construcción de edificaciones.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

11. ¿Después de que un proyecto concluye, con qué frecuencia la empresa elige continuar con actividades de operación de las edificaciones que se construyen?

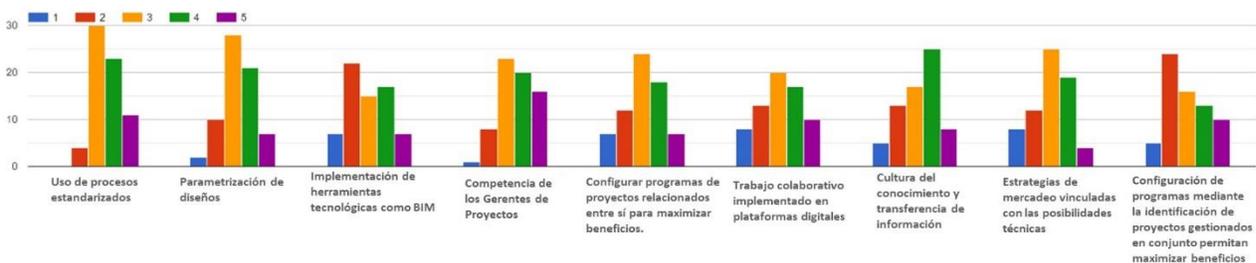
68 respuestas



HE36 – El **75%** de los encuestados dice que es muy poco frecuente (**14,7% nunca** y **60,3% poco frecuente**) que las empresas del sector construcción tengan actividades de operación en las edificaciones que construyen.

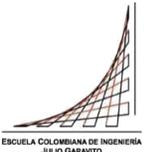
HE37 – El **25%** de los encuestados dice que es frecuente (**20,6% que es frecuente** y **4,4% que es muy frecuente**) que las empresas del sector construcción tengan actividades de operación en las edificaciones que construyen.

12. Para las siguientes fortalezas que puede desarrollar una empresa del sector de la construcción para aumentar su productividad, por favor realice una calificación según su experiencia en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se encuentra desarrollada en la empresa” y 5 corresponde a “se encuentra desarrollada en gran medida en la empresa”.



HE38 – El **52,9%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Competencia de los gerentes de proyectos”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

HE39 – El **50,0%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Uso de procesos estandarizados”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

HE40 – El **48,5%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Cultura del conocimiento y transferencia de información”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

HE41 – El **41,1%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Parametrización de diseños”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

HE42 – El **39,7%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Trabajo colaborativo implementado en plataformas digitales”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

HE43 – El **35,3%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Implementación de herramientas tecnológicas como BIM”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

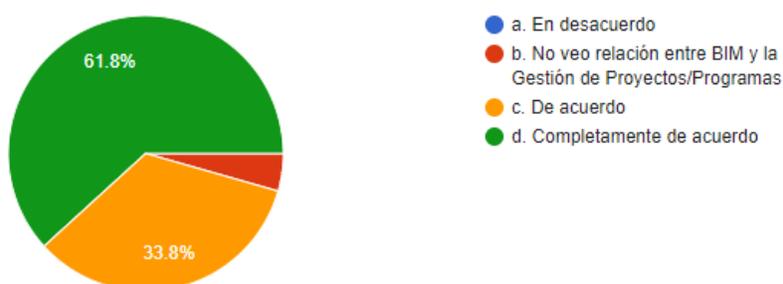
HE44 – El **36,8%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Configurar programas de proyectos relacionados entre sí para maximizar beneficios”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

HE45 – El **33,8%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Configuración de programas mediante la identificación de proyectos que gestionados en conjunto permitan maximizar beneficios”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

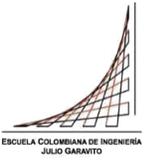
HE46 – El **33,8%** de los encuestados dice que la fortaleza de **“Estrategias de mercadeo vinculadas con las posibilidades técnicas”** se encuentra desarrollada en gran medida en empresas del sector de la construcción para aumentar su productividad.

13. Teniendo en cuenta que un Programa es un grupo de proyectos y actividades relacionadas que se gestionan de forma coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían gestionando los proyectos de forma individual. ¿Qué tan de acuerdo está en que las herramientas BIM (*Building Information Modeling*) promueven la interacción entre los grupos de proyectos y las actividades de programa?

68 respuestas

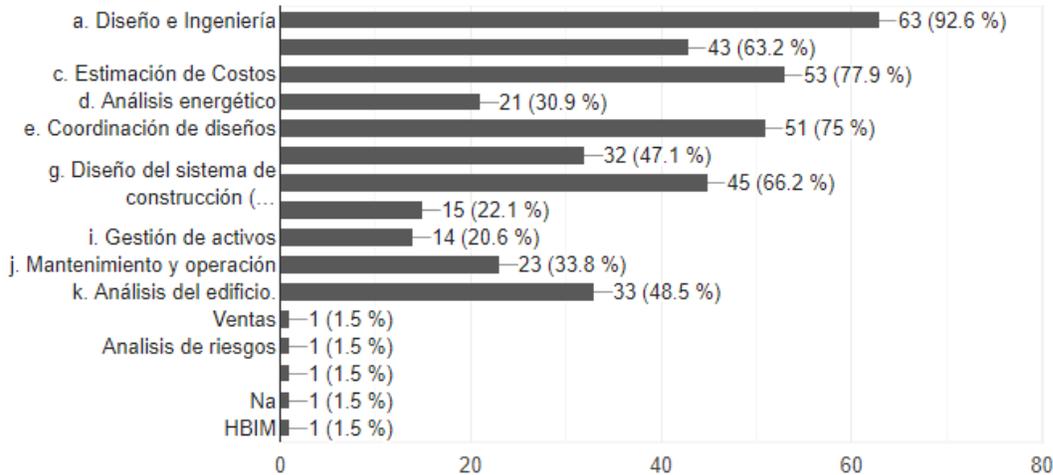


HE47 – El **95,6%** de los encuestados está de acuerdo (Completamente de acuerdo **61,8%**) y de acuerdo **33,8%**) en que las herramientas BIM (*Building Information Modeling*) promueven la interacción entre los grupos de proyectos y las actividades de programa.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	

14. ¿En cuál de los siguientes procesos ha visto implementación de herramientas BIM (*Building Information Modeling*)? (seleccione tantas opciones como sea necesario)

68 respuestas

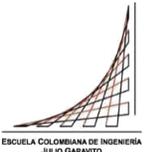


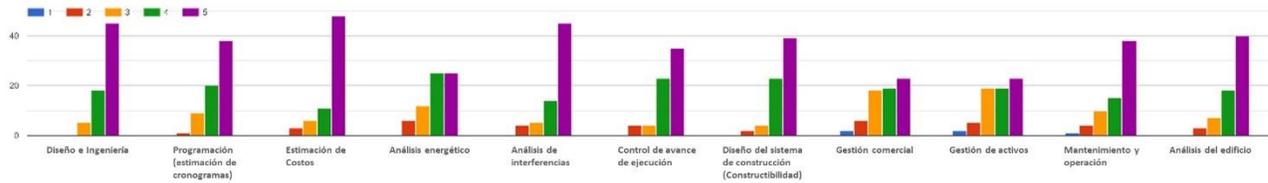
HE48 – Los procesos en los que se ha visto una mayor implementación de herramientas BIM (*Building Information Modeling*) son: a. Diseño e ingeniería (**92,6%**); c. Estimación de costos (**77,9%**); e. Coordinación de diseños (**75%**); g. Diseño del sistema de construcción (Constructibilidad) (**66,2%**); b. Programación (estimación de cronogramas) (**63,2%**).

HE49 – Los procesos en los que se ha visto mediana implementación de herramientas BIM (building information modeling) son: k. Análisis del edificio (**48,5%**); f. Control de avance de ejecución (**47,1%**); Mantenimiento y operación (**33,8%**); d. Análisis energético (**30,9%**); h. Gestión comercial (**22,1%**); i. Gestión de activos (**20,6%**).

HE50 – Los procesos en los que se ha visto baja implementación de herramientas BIM (building information modeling) son: Ventas (**1,5%**); Análisis de riesgos (**1,5%**); historic building information modeling (HBIM) (**1,5%**).

15. Pensando en que se implementan herramientas BIM como soporte en los siguientes procesos con la idea de obtener beneficios adicionales en los proyectos, por favor realice una calificación de la obtención de beneficios que considera se obtendría en cada uno usando una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a “no se obtendrían beneficios adicionales con BIM” y 5 corresponde a “se obtendrían beneficios adicionales en gran medida con BIM”.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING				
	ANEXO 4 – ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INVESTIGACIÓN		<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>2020/09/02</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN:</td> <td>0</td> </tr> </table>	FECHA:	2020/09/02
FECHA:	2020/09/02				
REVISIÓN:	0				



HE51 – El **92,6%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“diseño e ingeniería”**.

HE52 – El **85,3%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“programación (estimación de cronogramas)”**.

HE53 – El **86,8%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“estimación de costos”**.

HE54 – El **73,5%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“análisis energético”**.

HE55 – El **86,8%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“análisis de interferencias”**.

HE56 – El **61,8%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“control de avance de ejecución”**.

HE57 – El **91,2%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“diseño del sistema de construcción (constructibilidad)”**.

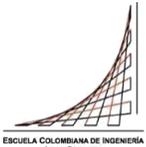
HE58 – El **61,8%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“gestión comercial”**.

HE59 – El **61,8%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“gestión de activos”**.

HE60 – El **77,9%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“mantenimiento y operación”**.

HE61 – El **85,3%** de los encuestados dice que se obtendrían beneficios adicionales implementando herramientas BIM como soporte para el proceso **“análisis del edificio”**.

ANEXO 5. Verificación de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas building information modeling (BIM).

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

1. OBJETO

Este documento tiene como propósito presentar los resultados de verificación de la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones integrando herramientas *building information modeling* (BIM) con el profesional experto en gestión de programas con el fin de obtener su revisión y recomendaciones para su incorporación en el trabajo de grado.

2. PERFIL DEL EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS

La verificación de la arquitectura de programa en la componente de gestión de programas se realiza con el ingeniero Rodrigo Buzeta como profesional experto en la materia, quien es profesor de cátedra de la maestría en desarrollo y gerencia integral de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

El ingeniero Rodrigo Buzeta posee amplia experiencia en la dirección de proyectos y programas. Ha dirigido grupos de proyectos estando a cargo de la administración del grupo de proyectos, brindando coaching a gerentes de proyecto, desarrollando reportes de desempeño de proyectos y definiendo mejores prácticas y metodologías para la gerencia de proyectos. Fue el primer chileno en recibir la certificación como profesional en dirección de programas PgMP del PMI (2009) y uno de los primeros 10 en Latinoamérica. Cuenta con certificación como profesional en dirección de portafolios PfMP del PMI (2016) y certificación como profesional en dirección de proyectos PMP del PMI (2008).

Es propietario de la empresa de consultoría Valor Ganado S.A.S. que cuenta con casi 10 años en el mercado prestando servicios de asesoría en la gestión de programas, proyectos y gestión de valor ganado (EVM).

3. METODOLOGÍA DE VERIFICACIÓN

Para la verificación con el experto se preparó la información concerniente al programa “tipo” dirigido a empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia, indicando los elementos básicos de alineación y los diagramas de beneficios que al final permitieron obtener la arquitectura de programa en un lienzo.

La información recopilada fue presentada en reunión del grupo a cargo de la investigación con el experto en gestión de programas, realizada el día 15 de enero de 2021, en la que se discutieron específicamente los siguientes temas:

- A. Aproximación al programa.
 - Nombre del programa
 - Justificación del programa.
 - Visión del programa.
 - Alineación estratégica del programa.
 - Beneficios esperados del programa.
- B. Identificación de componentes de programa.
- C. Diagramación de la arquitectura de programa:
 - Disposición de los componentes de programa en el lienzo.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

- Diagramas de obtención de beneficios e identificación de relaciones.
- Representación en lienzo de la arquitectura de programa “tipo” (componentes y relaciones).
- Relaciones entre componentes de programa.
- Arquitectura de programa.

4. INFORMACIÓN PARA VERIFICACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS

NOMBRE DEL PROGRAMA:

Programa de construcción de edificaciones integrando herramientas *Building Information Modeling* (BIM).

JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA:

El Programa Construcción de edificaciones integrando herramientas BIM se configura para obtener beneficios que contribuyan al aumento de la productividad fomentando la interrelación coordinada de actividades mediante el aprovechamiento de las posibilidades que ofrece el uso de herramientas BIM para obtener procesos eficientes y que agreguen valor en los planes de inversión que generalmente desarrollan empresas del sector de la construcción de edificaciones.

VISIÓN DEL PROGRAMA

Desarrollar un modelo de gestión de proyectos y programas soportado en la implementación de herramientas BIM que sea un referente para las empresas del sector de la construcción de edificaciones en Colombia como caso exitoso de aumento de la productividad.

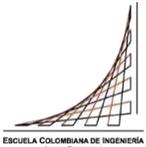
BENEFICIOS:

La identificación de beneficios del Programa se realizó a partir de las causas identificadas en el árbol de problema del trabajo de investigación. La intención es que los beneficios del Programa contribuyan a mitigar las causas de la baja productividad del sector de la construcción de edificaciones en Colombia (problema por resolver) mediante el aprovechamiento de los componentes de gestión que tienen incorporadas las herramientas BIM (oportunidad por aprovechar).

- B1. Aumentar la **rentabilidad** gracias al incremento de la eficiencia (relación costo/beneficio) en los procesos de diseño y construcción de proyectos.
- B2. Mejorar la **gestión de compras** por la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.
- B3. Aumentar la **productividad laboral** de los grupos de trabajo de proyectos mediante la implementación de prácticas de trabajo colaborativo y de cooperación, mejorando la captura de lecciones aprendidas y los flujos de información para evitar reprocesos, sobrecostos y garantías.
- B4. Aumentar el **desempeño de los proyectos** con la implementación de mejores prácticas de gestión en la dirección de proyectos y programas.

IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

La identificación de componentes fue realizada mediante la aplicación de los instrumentos de investigación (revisión de marco conceptual, revisión de estado del arte, entrevistas y encuestas), de esta identificación ha

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

resultado un listado de proyectos y actividades de Programa que se constituyen en los componentes del Programa en sí y un listado de actividades de apoyo que generalmente están presentes en este tipo de organizaciones, que no necesariamente hacen parte del Programa pero cuyo soporte es necesario para llevar a cabo los procesos de los componentes del Programa. En las tablas 1 y 2 a continuación, se presenta el listado con la identificación de los componentes del Programa con su descripción y el listado de las actividades de apoyo:

Tabla 1. Identificación de componentes del Programa.

COMPONENTE	TIPO	COD.	DESCRIPCIÓN
Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	01	Proyecto configurado para la transformación organizacional y el desarrollo de nuevas capacidades de gestión que sean requeridas para el desarrollo del Programa. Se considera un proyecto para la implementación de una metodología de Gestión de Programas que esté apoyado en uno de los marcos reconocidos a nivel internacional como el propuesto por el PMI® en su publicación “Estándar para la Dirección de Programas”
Gestión de Programa	Actividad de programa	02	Actividades de dirección del programa de acuerdo con la metodología de Gestión de Programas implementada con el Proyecto de desarrollo organizacional.
Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	03	Proyectos que se originan de la estructuración de nuevos negocios inmobiliarios y planes de inversión que pueden estar ubicados en Colombia o en exterior. Las edificaciones pueden ser vivienda de interés prioritario (VIP), vivienda de interés social (VIS) y No VIS o edificaciones de carácter comercial como centros comerciales, oficinas, bodegas entre otros.
Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	04	Proyecto que responde a la necesidad y oportunidad de transformación digital del sector por medio de la implementación de un conjunto de herramientas, tecnologías, metodologías, procesos y estándares denominado <i>Building Information Modeling</i> (BIM). Este tipo de proyectos se puede ejecutar por pilotos o fases de acuerdo con el nivel de madurez al que quiera llegar la organización y requieren de inversión distintos ámbitos: Consultoría, capacitación, adquisición de software, desarrollo de infraestructura tecnológica, entre otros.
Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	Operación considerada actividad del programa que garantiza la continuidad de las actividades de mercadeo y ventas de los diferentes proyectos de construcción de edificaciones que hacen parte del programa. Dentro de las actividades están recibir los diseños de la edificación para preparar el material de publicitario de apoyo, las actividades de comercialización, promoción, mercadeo y ventas. Elaborar Reportes de ventas como insumo importante para la planeación y ejecución de los proyectos de construcción de edificaciones.
Coordinación técnica	Actividad de programa	06	Operación encargada de coordinar y establecer lineamientos corporativos estandarizados de la componente técnica (ingeniería, arquitectura y construcción) asociada a los proyectos de construcción de edificaciones y la definición de criterios de diseño para diferentes especialidades como

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

COMPONENTE	TIPO	COD.	DESCRIPCIÓN
			arquitectura, estructura, redes eléctricas, redes sanitarias y otros. Dentro de sus actividades se encuentra el apoyo de factibilidad mediante la estimación de presupuestos; establecimiento de lineamientos para los procesos constructivos y soporte general en los procesos de compra, contrataciones, obtención de licencias y permisos. Realiza seguimiento a la ejecución y al cierre técnico de los proyectos asegurando el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones.
Administración BIM	Actividad de programa	07	Operación encargada de dar continuidad, coordinar y establecer lineamientos corporativos estandarizados de la implementación de <i>Building Information Modeling</i> (BIM) en la empresa, dentro de sus actividades encuentran 1. Alineación de la estrategia organizacional y la estrategia BIM. 2. Definición de plantillas, guías, formatos, codificación de objetos de los modelos BIM. 3. Definir condiciones de especificaciones de detalle de los modelos BIM. 4. Definir condiciones contractuales de modelos BIM. 5. Administrar la infraestructura tecnológica que soporta BIM. 6. Supervisar la calidad de los modelos BIM desarrollados para los proyectos de construcción de edificaciones.
Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	Operación que realiza la transferencia de las edificaciones a los clientes y coordina que se atienden las solicitudes para estabilizar la entrega a satisfacción. Atiende las solicitudes de garantías asegurando que se responden dentro de las condiciones pactadas.
Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	Operación que se realiza en aquellos casos que la empresa por el modelo de negocio desarrollado se encarga de la operación de un activo o parte de un activo resultante del proyecto de construcción de edificaciones. Dentro de sus actividades se encuentra 1. Administrar la infraestructura del activo. 2. Revisar y actualizar los modelos BIM. 3. Arreglos locativos 3. Supervisar ingresos de arrendamientos. 4. Supervisar pagos de servicios públicos e impuestos.

Nota. Fuente. Autores, 2021.

Tabla 2. Listado de actividades de apoyo.

ID	ACTIVIDAD DE APOYO	TIPO
1	Nuevos negocios	Actividad de apoyo
2	Administrativa (RRHH y Capacidad organizacional)	Actividad de apoyo
3	Jurídica, trámites y licencias	Actividad de apoyo
4	Gestión de contratos (Tercerizados)	Actividad de apoyo
5	Compras y Abastecimiento	Actividad de apoyo
6	Financiera (Presupuesto, Contable e Impuestos)	Actividad de apoyo
7	Tecnología	Actividad de apoyo

Nota. Fuente. Autores, 2021.

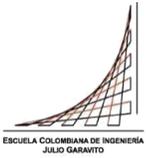
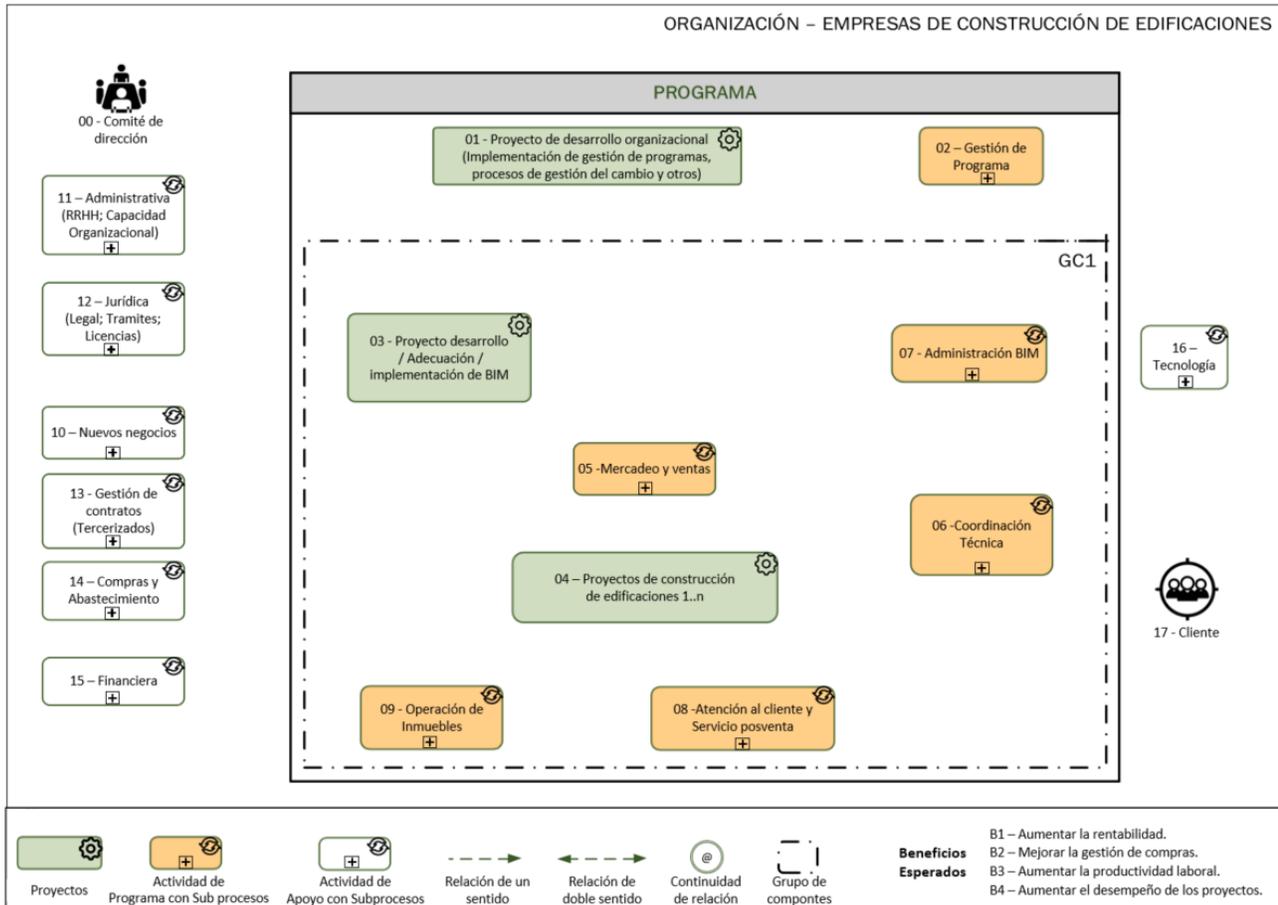
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

Figura 1. Disposición de componentes del Programa.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

RELACIÓN ENTRE COMPONENTES

La relación entre los componentes del Programa se ha realizado a través de la interacción coherente de los componentes del programa, identificando las entradas y salidas necesarias para que la interacción entregue los resultados esperados para la obtención de los beneficios del Programa. En la tabla 3 a continuación, se presenta una matriz de las relaciones identificadas:

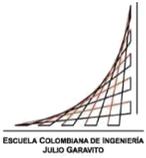
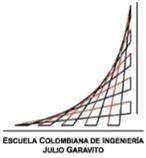
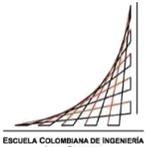
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

Tabla 3. Relación entre componentes.

COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	01	Entrada desde:	Comité de dirección	Actividad de apoyo	00	R.00-01 Aprobación de alta dirección	C03
			Salida hacia:	Gestión de Programa	Actividad de programa	02	R. 01-02 Implementación de gestión de programas	C02
			Salida hacia:	Grupo de Componentes	Grupo de Comp.	GC1	R.01-GC1 Apropiación organizacional	C01
			Salida hacia:	Administrativa (RRHH y Capacidad organizacional)	Actividad de apoyo	11	R.01-11 Actualización cultura organizacional	C01
Gestión de Programa	Actividad de programa	02	Entrada desde:	Proyecto de desarrollo organizacional	Proyecto	01	R.01-02 Aprobación de alta dirección	C01
			Salida hacia:	Grupo de Componentes	Grupo de Comp.	GC1	R.02-GC1 Dirección de programa	C02
Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-03 Entrega de requerimientos técnicos	C15; C16; C21; C22
			Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.03-07 Transferencia de BIM	C23
			Salida hacia:	Tecnología	Actividad de apoyo	16	R.03-16 Entrega de requerimientos técnicos	C11; C24
			Entrada desde:	Tecnología	Actividad de apoyo	16	R.16-03 Respuesta a requerimientos	C11; C24
Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	Salida hacia:	Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	R.04-05 Entrega de diseños para venta	C09; C14
			Entrada desde:	Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	R.05-04 Estado de ventas	C09; C14
			Salida hacia:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.04-06 Gestión de información soportada en BIM	C15; C21; C22

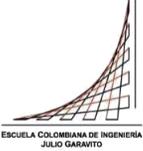
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS		FECHA: 2021/01/15	REVISIÓN: 0

COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-04 Entrega de directrices y gestión de información soportada en BIM	C15; C21; C22
			Salida hacia:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.04-08 Entrega de inmuebles	C04; C19
			Salida hacia:	Compras y Abastecimiento	Actividad de apoyo	14	R.04-14 Entrega de cantidades para compra	C07; C08
			Entrada desde:	Nuevos negocios	Actividad de apoyo	10	R.10-04 Entrega de proyectos para ejecución	C17; C18
Mercadeo y ventas	Actividad de programa	05	Salida hacia:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-05 Entrega de diseños para venta	C09; C14
			Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.05-04 Estado de ventas	C09; C14
			Salida hacia:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.05-17 Cierre de negocios	C14
Coordinación técnica	Actividad de programa	06	Salida hacia:	Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	R.06-03 Entrega de requerimientos técnicos	C15; C16; C21; C22
			Salida hacia:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.06-04 Entrega de directrices y gestión de información soportada en BIM	C15; C21; C22
			Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-06 Gestión de información soportada en BIM	C15; C21; C22
			Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.06-07 Coordinación BIM	C15; C21; C22; C23
			Entrada desde:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.07-06 Coordinación BIM	C15; C21; C22; C23
			Salida hacia:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.06-08 Estabilización de clientes	C19

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING			
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS		FECHA: 2021/01/15	REVISIÓN: 0

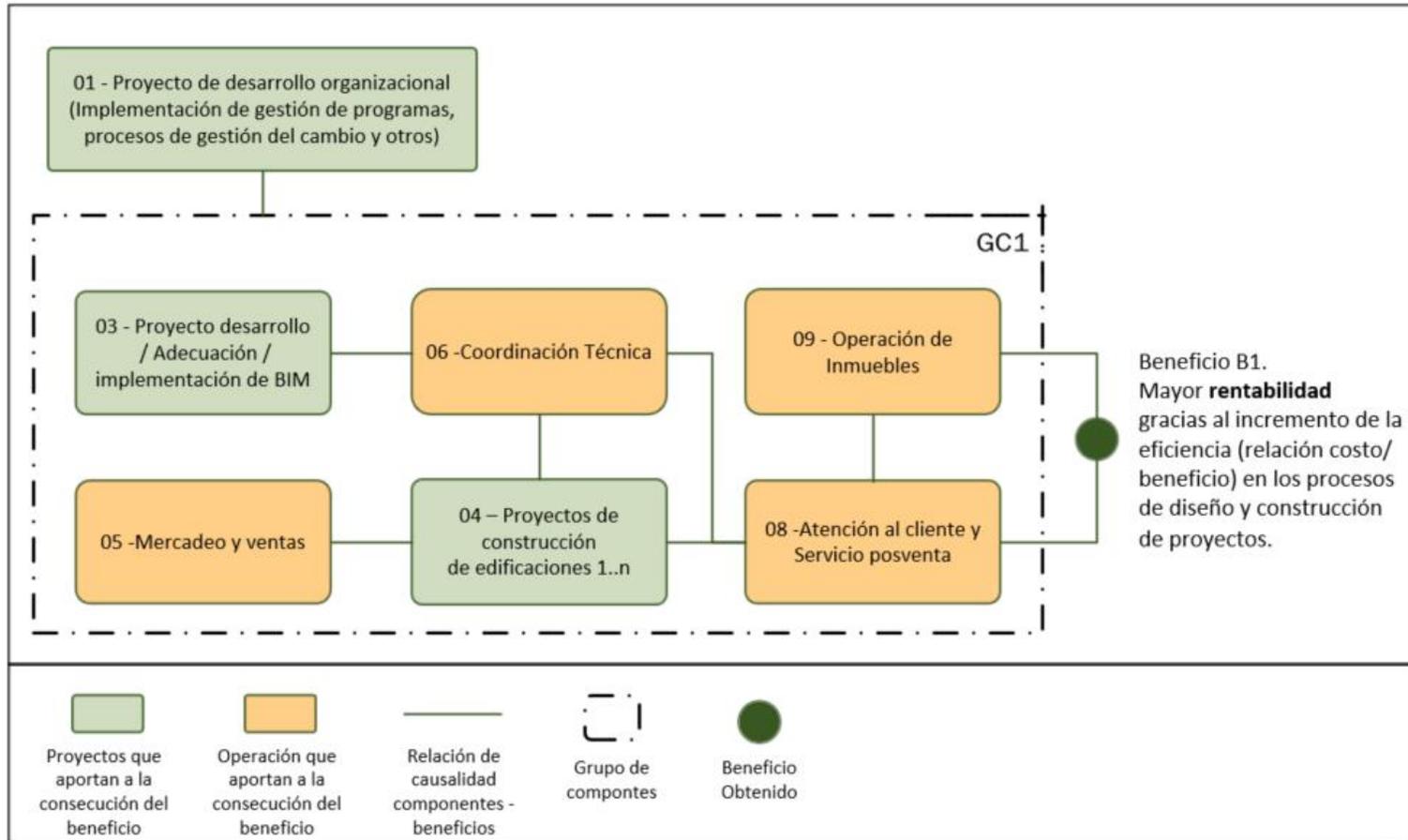
COMPONENTE	TIPO	COD.	ENTRADA / SALIDA	COMPONENTE / ACTIVIDAD APOYO	TIPO	COD.	RELACIÓN	Conclusión
			Salida hacia:	Nuevos negocios	Actividad de apoyo	10	R.06-10 Entrega de ingeniería conceptual	C15; C16; C17; C18
Administración BIM	Actividad de programa	07	Entrada desde:	Proyecto de Implementación y desarrollo de BIM	Proyecto	03	R.03-07 Transferencia de BIM	C23
			Salida hacia:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.07-06 Coordinación BIM	C15; C21; C22; C23
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-07 Coordinación BIM	C15; C21; C22; C23
			Entrada desde:	Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	R.09-07 Actualización de BIM	C19; C20; C23
Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	Entrada desde:	Proyectos de construcción de Edificaciones	Proyecto	04	R.04-08 Entrega de inmuebles	C14; C19
			Entrada desde:	Coordinación técnica	Actividad de programa	06	R.06-08 Estabilización de clientes	C19
			Salida hacia:	Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	R.08-09 Entrega a operaciones	C14; C19
			Salida hacia:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.08-17 Entregas al cliente	C14; C19
			Entrada desde:	Cliente	Actividad de apoyo	17	R.17-08 Solicitudes de garantías	C14; C19
Operación de Inmuebles	Actividad de programa	09	Salida hacia:	Administración BIM	Actividad de programa	07	R.09-07 Actualización de BIM	C19; C20; C23
			Entrada desde:	Atención al cliente y servicio posventa	Actividad de programa	08	R.08-09 Entrega a operaciones	C14; C19

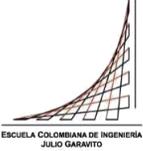
Nota. Fuente. Autores, 2021.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

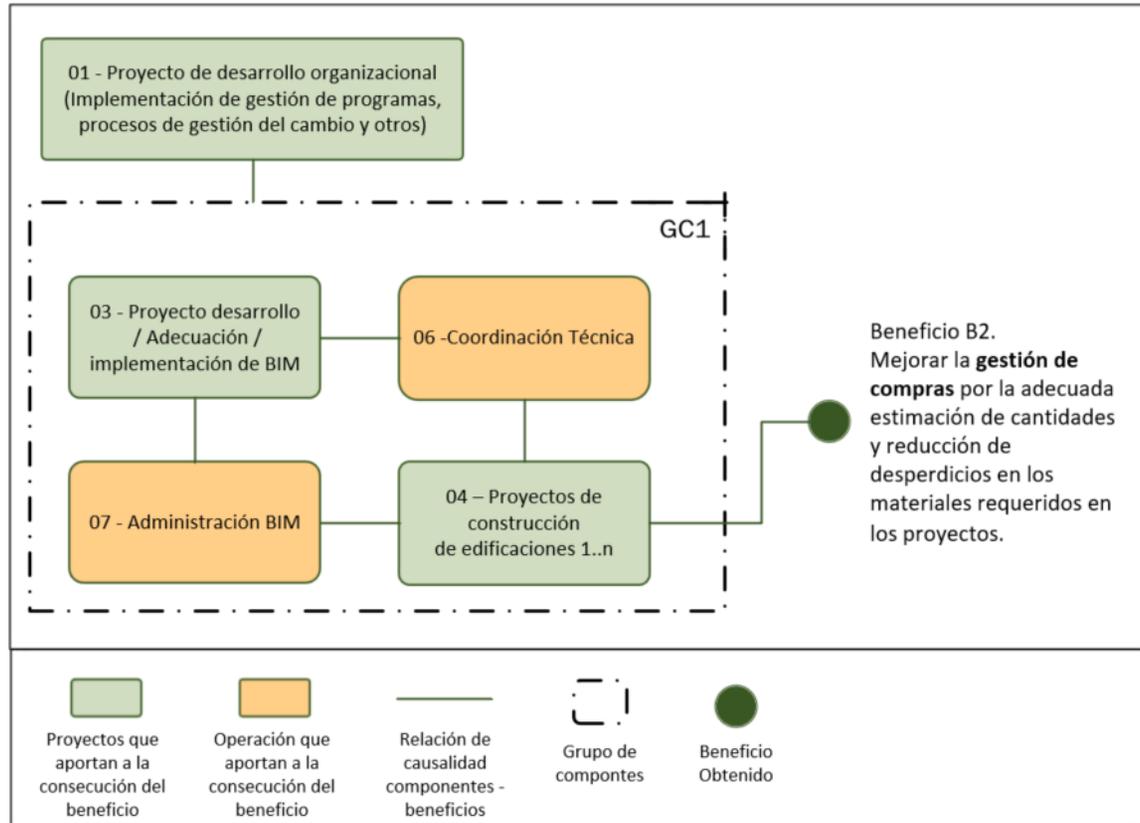
MODELO DE BENEFICIOS

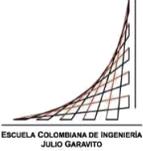
Modelo de beneficio para obtener mayor **rentabilidad** gracias al incremento de la eficiencia (relación costo/beneficio) en los procesos de diseño y construcción de proyectos donde se muestran los componentes más relevantes que influyen para obtener el beneficio.



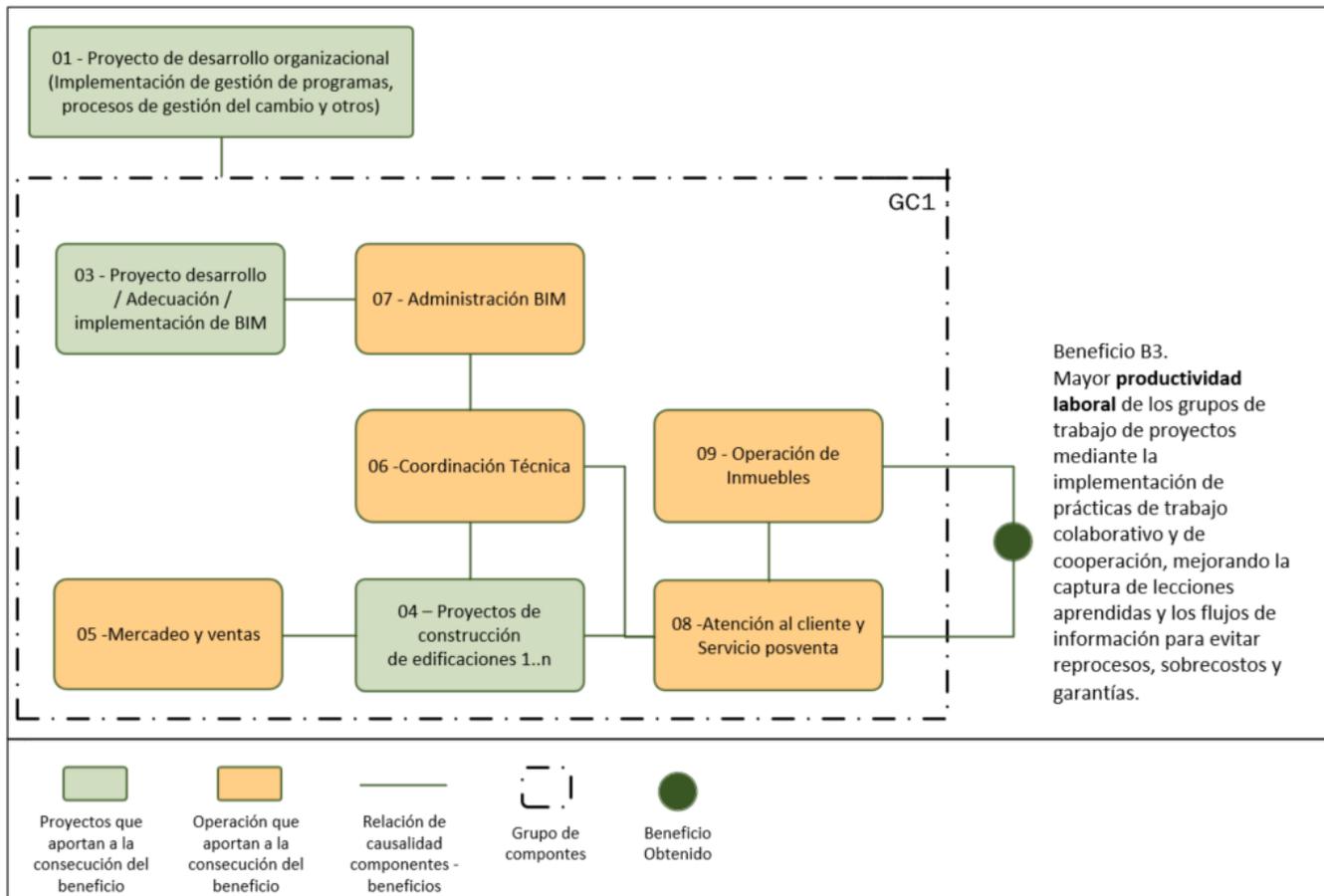
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

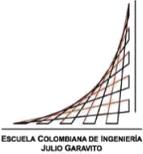
Modelo de beneficio para mejorar la **gestión de compras** por la adecuada estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos donde se muestran los componentes más relevantes que influyen para obtener el beneficio.



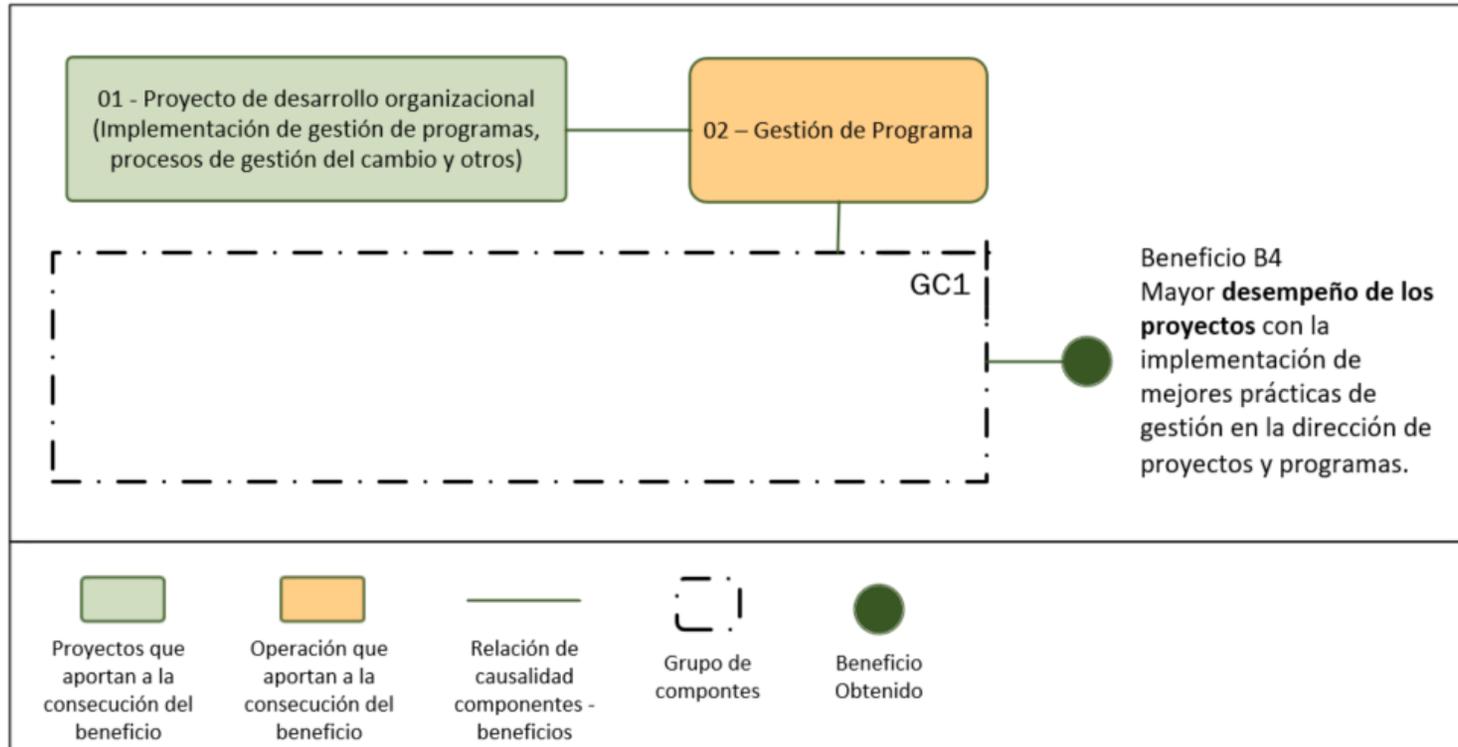
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

Modelo de beneficio para obtener mayor **productividad laboral** de los grupos de trabajo de proyectos mediante la implementación de prácticas de trabajo colaborativo y de cooperación, mejorando la captura de lecciones aprendidas y los flujos de información para evitar reprocesos, sobrecostos y garantías, donde se muestran los componentes más relevantes que influyen para obtener el beneficio.



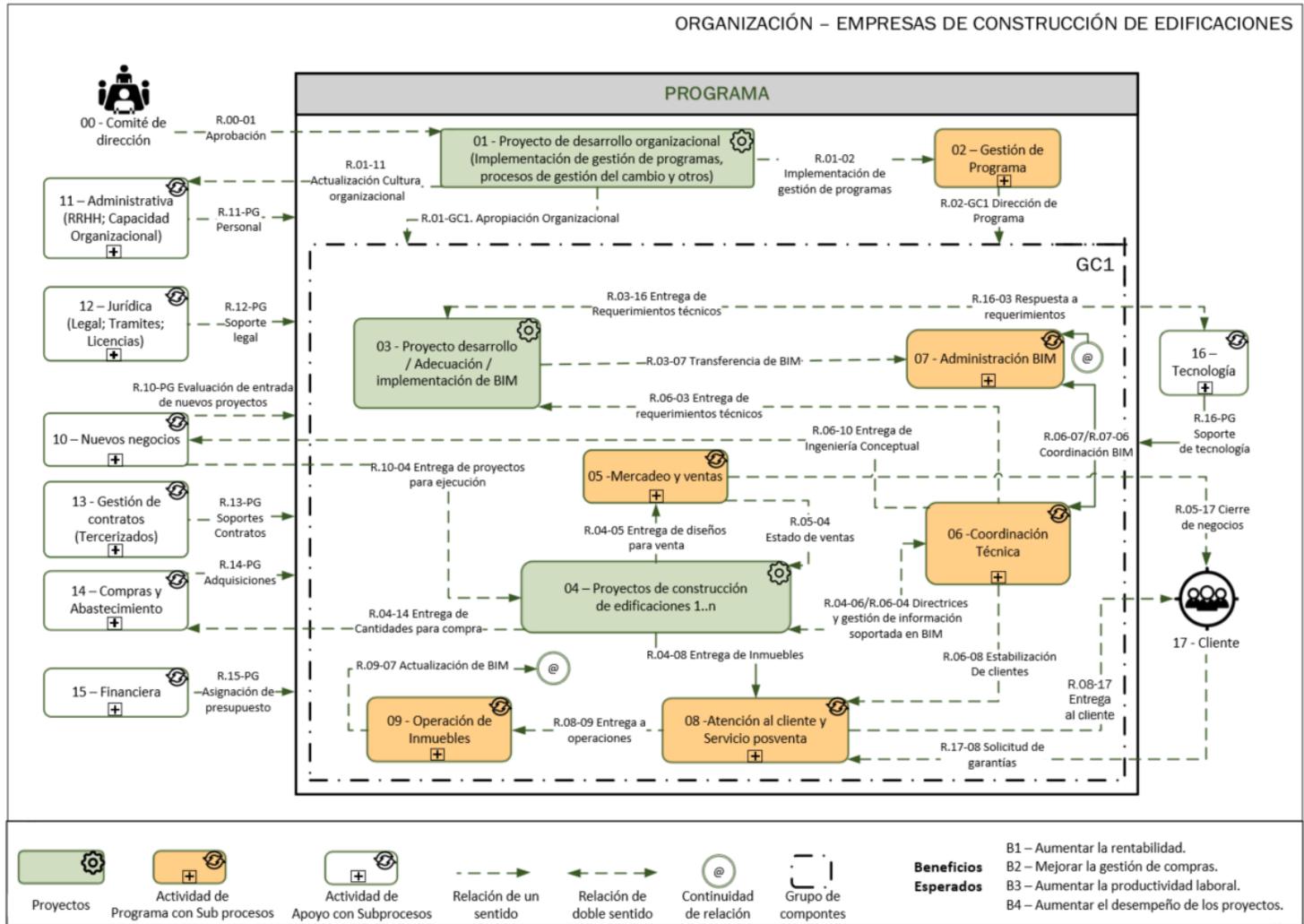
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

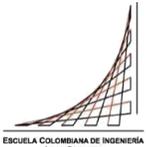
Modelo de beneficio para obtener mayor **desempeño de los proyectos** con la implementación de mejores prácticas de gestión en la dirección de proyectos y programas, donde se muestran los componentes más relevantes que influyen para obtener el beneficio.



	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	

ARQUITECTURA DE PROGRAMA



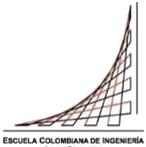
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

5. RECOMENDACIONES DE LA VERIFICACIÓN CON EXPERTO

Producto de la verificación con el experto en gestión de programas en cada uno de los temas tratados surgieron recomendaciones las cuales fueron analizadas por el grupo de investigación para hacer los ajustes correspondientes. Las recomendaciones recibidas y el tratamiento dada a cada uno se registra a continuación:

Tabla 4. Recomendaciones de la verificación con experto y tratamiento dado.

TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
A. Aproximación al programa	Visión: Respecto a la visión del programa presentada esta muy general y le falta ser más audaz.	Incorporado	En el numeral 8.3.1.2 del trabajo de grado se encuentra la redacción ajustada de visión del programa: Visión: “Desarrollar un modelo de gestión de proyectos y programas soportado en la implementación de herramientas <i>Building Information Modeling</i> (BIM), que permita un aumento de productividad, logrando el posicionamiento de la empresa en el sector de la construcción de edificaciones en Colombia.”.
	La redacción de los beneficios presentados es correcta.	N/A	No aplica tratamiento, se verificaron los beneficios identificados.
B. Identificación de componentes de programa.	En el componente, Proyectos de construcción de edificaciones “Tipo”, se recomienda revisar el término “Tipo”, ya que se puede presentar confusión.	Incorporado	Desde la tabla 10 del numeral 8.3.2 del trabajo de grado se eliminó el término “tipo” en el componente de los proyectos de construcción de edificaciones.
	En la diagramación puede ir un componente de actividades de programa que se refiere a las actividades como calidad, riesgo, entre otros, ya depende del diseño de la arquitectura de programas y el grado de valor que agreguen en la representación si se presentan en un solo componente o se presentan detallados.	Incorporado	Desde la tabla 10 del numeral 8.3.2 del trabajo de grado se incluye un componentes de programa denominado “Gestión de programas”, el cual corresponde a las actividades de dirección del programa de acuerdo con la metodología de gestión de programas implementada con el proyecto de desarrollo organizacional.
C. Diagramación de la arquitectura de programa.	En el esquema de arquitectura presentado se recomienda no apartarse demasiado de la notación del estándar BPMN. Las líneas que representa flujo de información deben ser discontinua.	Incorporado	En el numeral 8.3.3 del trabajo de grado, los diagramas de obtención de beneficios y la arquitectura de programa plasmada en lienzo se construyen prestando especial atención al uso de convenciones de la notación BPMN (por sus siglas en

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE ARQUITECTURA CON EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
			inglés Business Process Modeling Notation).
	Revisar la palabra “interacción” la cual técnicamente podría ser “interfaz” en el contexto de programas.	Incorporado con ajuste	En el numeral 8.3.3 del trabajo de grado, las convenciones de las diagramaciones de la arquitectura de programa usan el término “interfaz” para indicar las relaciones entre componentes.
	Se puede mejorar la forma como se pretende presentar la obtención los beneficios y presentarse en relaciones de causalidad donde se resalte los componentes más representativos para obtener el beneficio.	Incorporado	En el numeral 8.3.3 del trabajo de grado, los diagramas de obtención de beneficios muestran la relación de causalidad usando flechas en el sentido que corresponde para lograr la obtención del beneficio.
General	La propuesta de Arquitectura de programas presentada cumple con lo que se esperaba de esta, sin embargo, se requiere exponer la Arquitectura de programas propuesta como una construcción que va de componentes, las relaciones, los beneficios perseguidos hasta obtener la Arquitectura de programas propuesta.	Incorporado	El trabajo de grado se ha realizado a partir de la identificación de componentes, las relaciones entre ellos para la obtención de beneficios para luego construir la arquitectura.

Nota. Fuente. Autores, 2021.

El acta de reunión de la reunión del grupo a cargo de la investigación con el experto en gestión de programas, realizada el día 15 de enero de 2021, se encuentra en el paquete de actas de reunión del libro de gerencia del trabajo de grado.

ANEXO 6. Verificación de integración de herramientas building information modeling (BIM) como soporte a la arquitectura de programa.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING				
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS		<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>2021/01/15</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN:</td> <td>0</td> </tr> </table>	FECHA:	2021/01/15
FECHA:	2021/01/15				
REVISIÓN:	0				

1. OBJETO

Este documento tiene como propósito presentar los resultados de verificación de la integración de herramientas de *building information modeling* (BIM) a la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones con la profesional experta, en estructuración de negocios inmobiliarios, con experiencia gerenciando diferentes unidades de negocio de empresas constructoras de edificaciones y la implementación de BIM, con el fin de obtener su revisión y recomendaciones para el trabajo de grado o potenciales trabajos futuros que se puedan desarrollar a partir de los resultados del trabajo de grado.

2. PERFIL DEL EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS

La verificación de la integración de herramientas de *building information modeling* (BIM) a la arquitectura de programas se realiza con la ingeniera civil Paula Gómez Giraldo, quien es experta en estructuración de negocios inmobiliarios, con experiencia gerenciando diferentes unidades de negocio de empresas constructoras de edificaciones y la implementación de BIM.

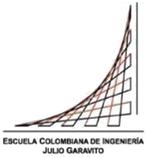
La ingeniera Paula Gómez ejerció como gerente general de la empresa Skema Promotora S.A entre diciembre de 2017 y junio del 2020, donde tuvo la responsabilidad de generar valor a la compañía a través de su definición estratégica y operativa con un modelo de gestión de proyectos soportado en PMI, BIM y LEAN, con un esquema de reportes soportado en un equipo consolidado.

También se desempeñó como gerente de proyectos organizacionales en la empresa constructora Apiros S.A.S entre noviembre del 2016 a noviembre del 2017, donde fue Responsable de liderar la estructuración de los proyectos organizacionales, unificación de modelos, herramientas financieras, alineación de procesos y gestión del cambio. Se destaca su liderazgo en la Implementación de la *building information modeling* (BIM) para realizar los diseños y modelación arquitectónica de un proyecto de construcción piloto. Así como Liderar la implementación de las guías del PMBOK (guía de los fundamentos para la dirección de proyectos) del PMI (*Project Management Institute*) para la estructuración proyectizada de la compañía, generando los primeros *project charter* de negocios y la EDT de entregables organizacional.

La Ingeniería Paula Gómez es ingeniería civil de la Universidad Nacional de Colombia, tienen una especialización en finanzas de la misma universidad, es especialista en gerencia de proyectos de la Universidad Piloto de Colombia. Cuenta con certificación de Project Management Professional (PMP), con certificación de profesional acreditado como Leed GA de la USGBC-CCGBC, como estudios de *organizational design for digital transformation* del MIT Sloan School of Management.

3. METODOLOGÍA DE VERIFICACIÓN

Para la verificación con la experta se preparó la información en dos bloques: el primer bloque como contexto concerniente al programa “tipo” dirigido a empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia, indicando los elementos básicos de alineación y los diagramas de beneficios que al final permitieron obtener la arquitectura de programa en un lienzo. El segundo bloque para verificación

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

concerniente a la integración de herramientas de *building information modeling* (BIM) a la arquitectura de programa para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones.

La información recopilada fue presentada en reunión del grupo a cargo de la investigación con la experta, realizada el día 15 de febrero de 2021, en la que se discutieron específicamente los siguientes temas:

Bloque 1.

A. Aproximación al programa.

- Nombre del programa
- Justificación del programa.
- Visión del programa.
- Alineación estratégica del programa.
- Beneficios esperados del programa.

B. Identificación de componentes de programa.

C. Diagramación de la arquitectura de programa:

- Disposición de los componentes de programa en el lienzo.
- Diagramas de obtención de beneficios e identificación de relaciones.
- Representación en lienzo de la arquitectura de programa “tipo” (componentes y relaciones).
- Relaciones entre componentes de programa.
- Arquitectura de programa.

Bloque 2.

D. Integración de BIM a la arquitectura de programa.

Diagramas de beneficios con aporte de *building information modeling* (BIM)

- Beneficio 01.

Diagrama de obtención de Beneficio B1 con integración de BIM.

Tabla de aporte de la integración BIM la obtención de Beneficio B1.

- Beneficio 02.

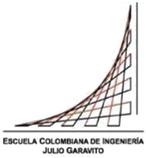
Diagrama de obtención de Beneficio B2 con integración de BIM.

Tabla de aporte de la integración BIM la obtención de Beneficio B2.

- Beneficio 03.

Diagrama de obtención de Beneficio B3 con integración de BIM.

Tabla de aporte de la integración BIM la obtención de Beneficio B3.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

➤ Beneficio 04

Diagrama de obtención de Beneficio B4 con integración de BIM.

Tabla de aporte de la integración BIM la obtención de Beneficio B4.

4. RESULTADO DE LA VERIFICACIÓN DE EXPERTA

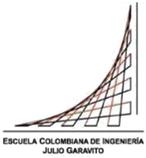
Bloque 1. Del diseño de la arquitectura de programas presentado, la experta realiza las siguientes observaciones:

➤ Beneficios esperados del programa:

Los beneficios que se pretenden alcanzar con el programa tipo, están alineados a objetivos estratégicos perseguidos por las empresas del sector construcciones en Colombia.

Sin embargo, respecto al beneficio B2. Mejorar la gestión de compras, debido a la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.

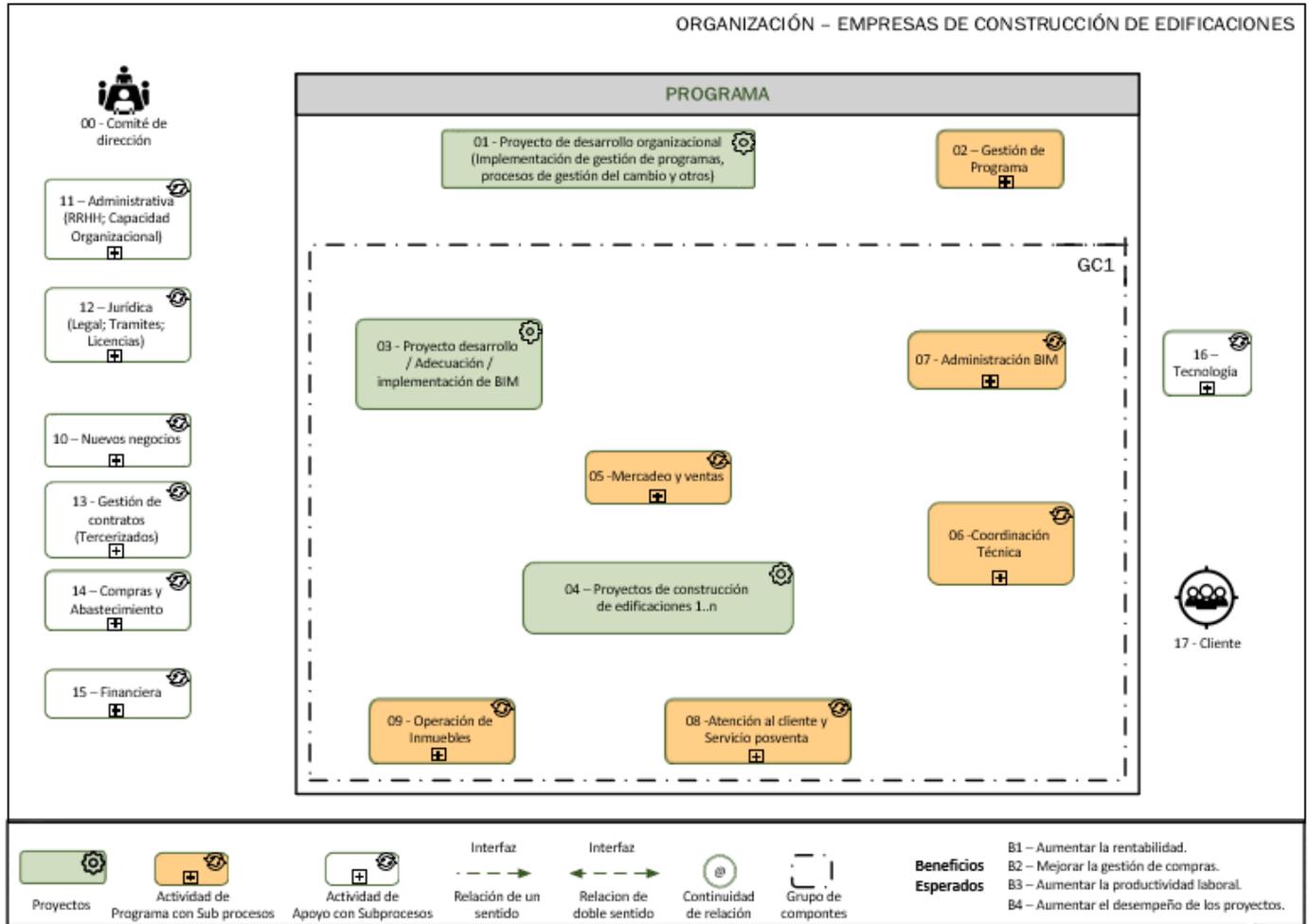
Evaluar si este beneficio puede ser presentado en dos (2) beneficios, ya que, la gestión de compras y la gestión de desperdicios son aspectos que tienen sus particularidades, una parte importante de la gestión de compras se realiza en la fase de planeación de proyecto de construcción, mientras que una parte importante de la gestión de desperdicios se realiza en la fase de ejecución del proyecto de construcción.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

➤ Disposición de los componentes de programa en el lienzo:

Respecto a la presentación de la figura llamada Disposición de componentes del programa en lienzo de arquitectura.

Figura 1. Disposición de componentes del programa en lienzo de arquitectura.

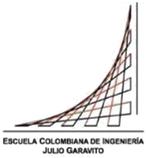


Nota. Fuente. Autores, 2021.

La experta verifica que:

Los componentes presentados en la arquitectura de programa propuesta, son acordes y adaptables a las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.

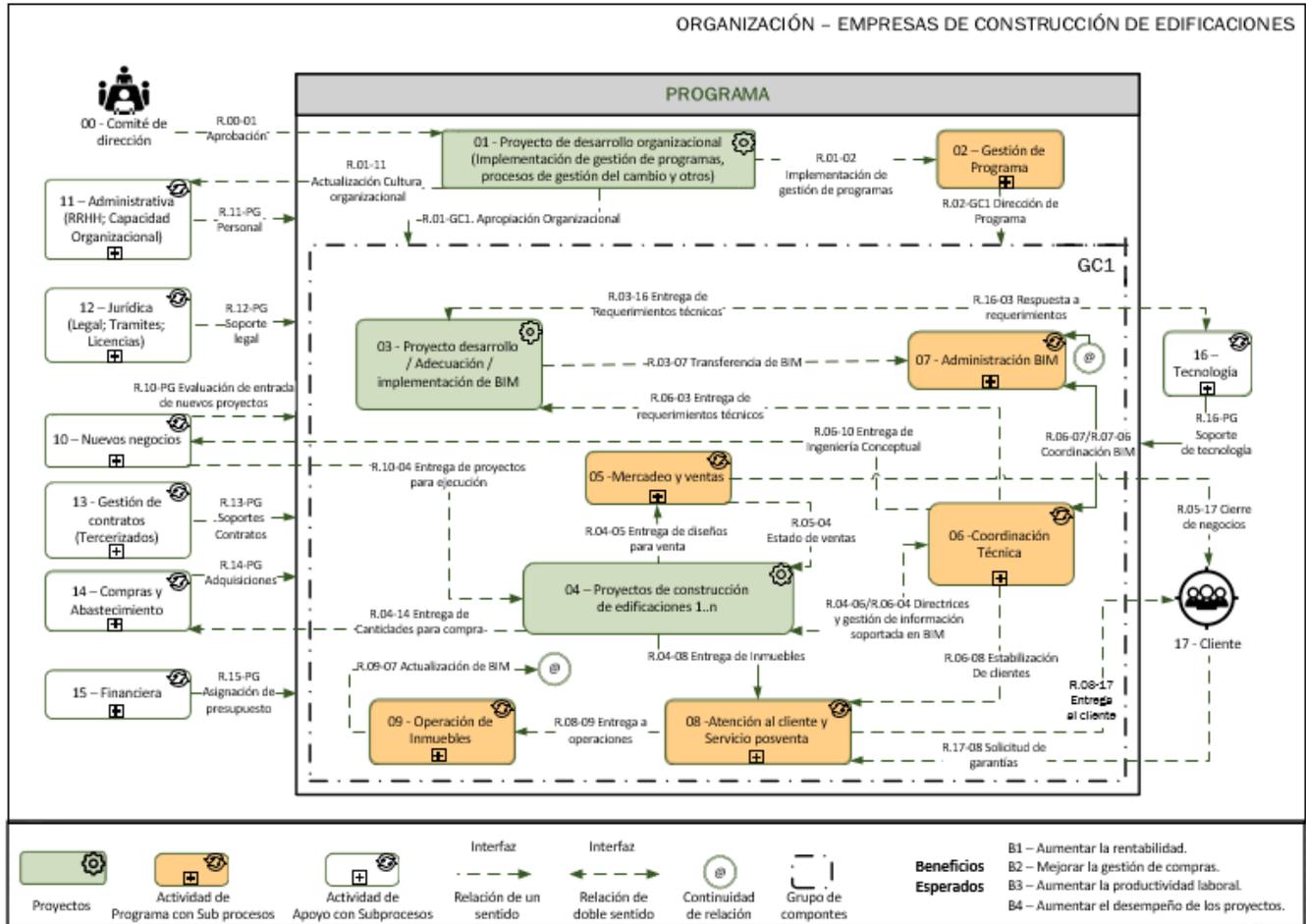
Ya que los componentes presentados, abarcan los proyectos, actividades de programa y actividades de apoyo, para poder conformar un programa que gestionen una línea de negocio en una empresa constructora de edificaciones en Colombia. Entendiendo que al ser programa tipo, las empresas lo pueden personalizar, ya sea agregando, quitando o redistribuyendo componentes.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	

➤ Relaciones entre componentes de programa

Respecto a las relaciones presentadas entre los componentes del programa representada en el lienzo.

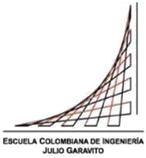
Figura 2. Arquitectura de programa para para empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

La experta verifica que:

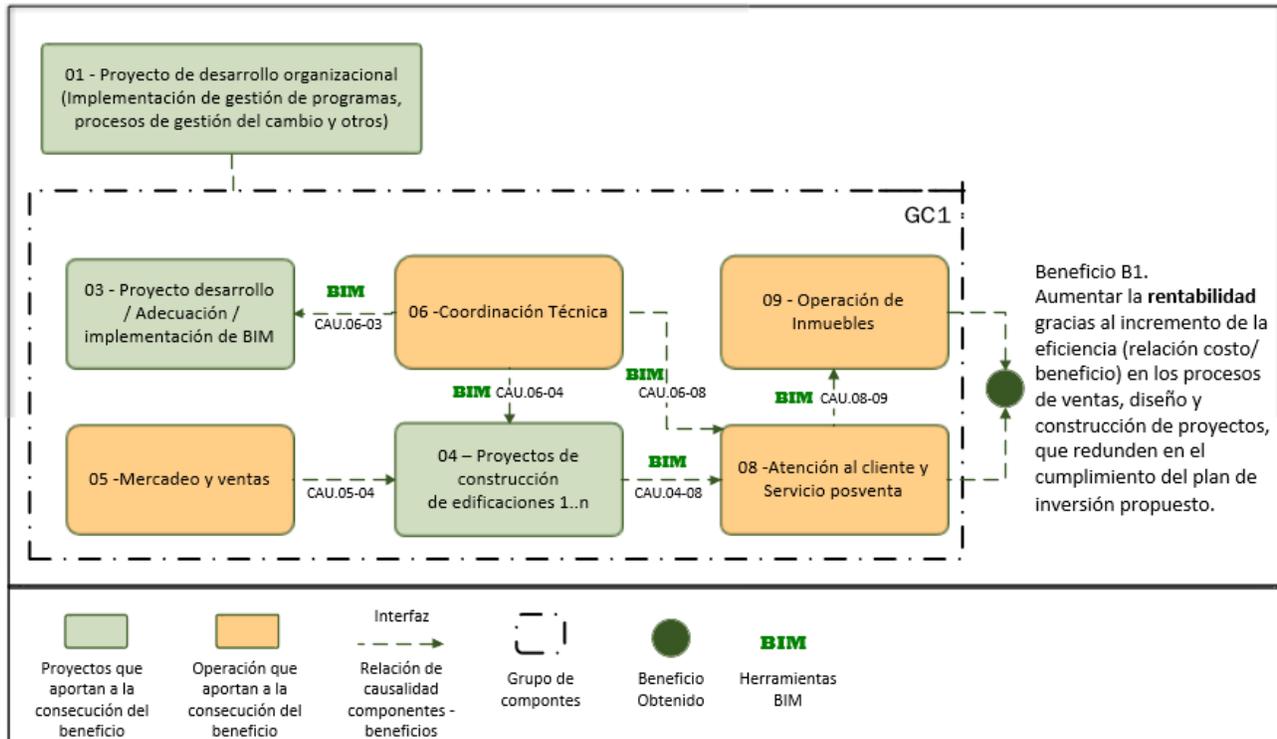
Las relaciones entre componentes son coherentes, con el funcionamiento de una empresa constructora de edificaciones.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	

Bloque 2. De la integración BIM a la arquitectura de programa presentado, la experta realiza las siguientes observaciones:

Para el beneficio B1:

Figura 3. Diagrama de obtención de Beneficio B1 con integración de BIM.



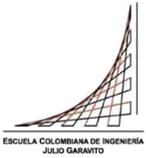
Nota. Fuente. Autores, 2021.

Comentarios:

Es coherente como se presente lograr el beneficio y como las herramientas BIM realizan el aporte en cada una de las relaciones.

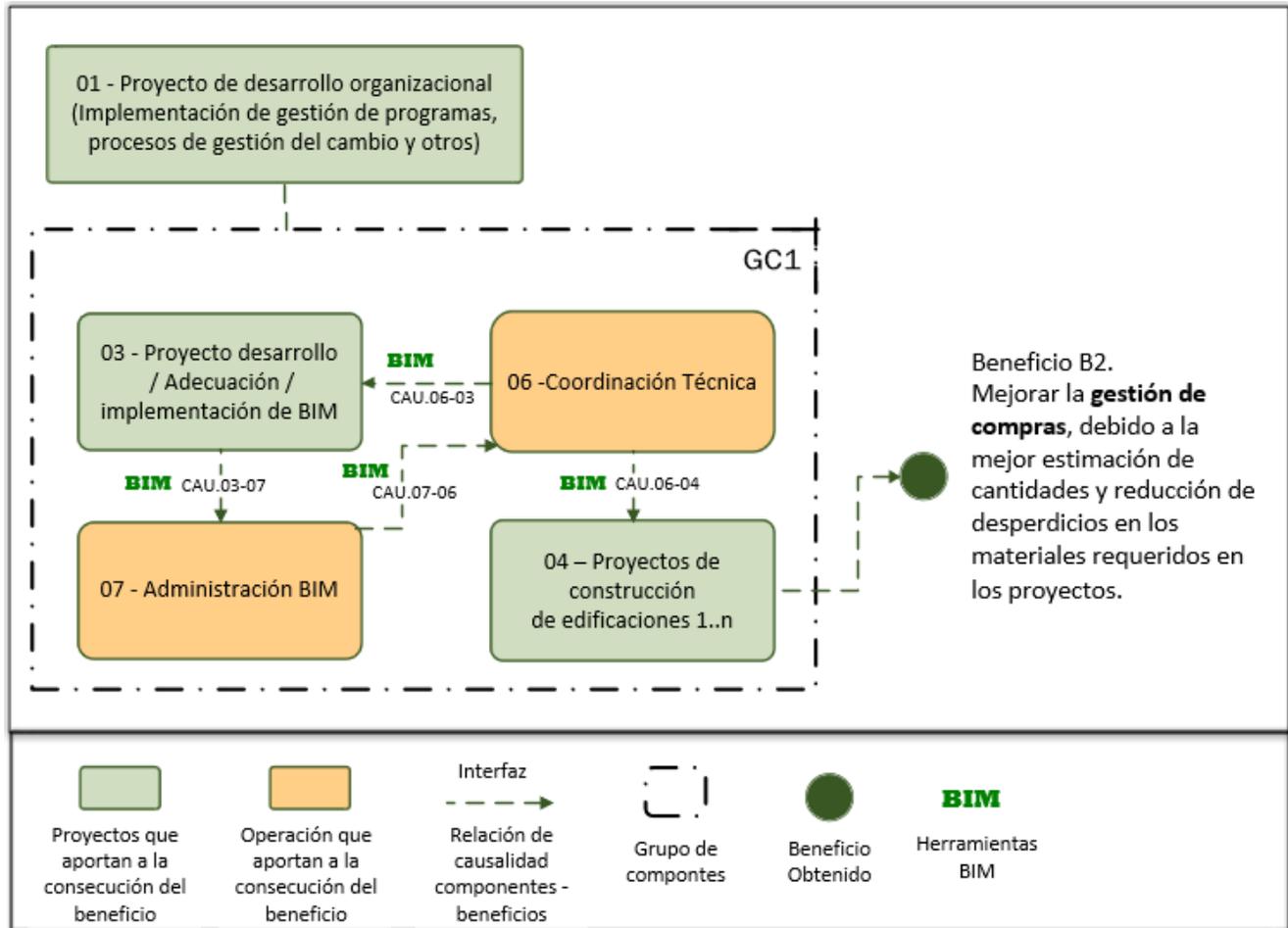
Se recomienda, complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés *Key Performance Indicator*), para medir el beneficio B1. Que le permita a un gerente de empresas constructoras tener mayor claridad como va a obtener el beneficio y como lo va a medir.

En la tabla aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B1, el aporte de las herramientas BIM es claro y de alto nivel, sin embargo, se puede complementar con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

Para el beneficio B2:

Figura 4. Diagrama de obtención de Beneficio B2 con integración de BIM.



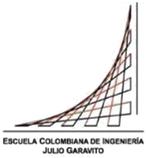
Nota. Fuente. Autores, 2021.

Comentarios:

Es coherente como se presente lograr el beneficio y como las herramientas BIM realizan el aporte en cada una de las relaciones.

Respecto al beneficio B2. Mejorar la gestión de compras, debido a la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos.

Evaluar si este beneficio puede ser presentado en dos (2) beneficios, ya que, la gestión de compras y la gestión de desperdicios son aspectos que tienen sus particularidades, una parte importante de la gestión de compras se realiza en la fase de planeación de proyecto de construcción, mientras que una parte importante de la gestión de desperdicios se realiza en la fase de ejecución del proyecto de construcción.

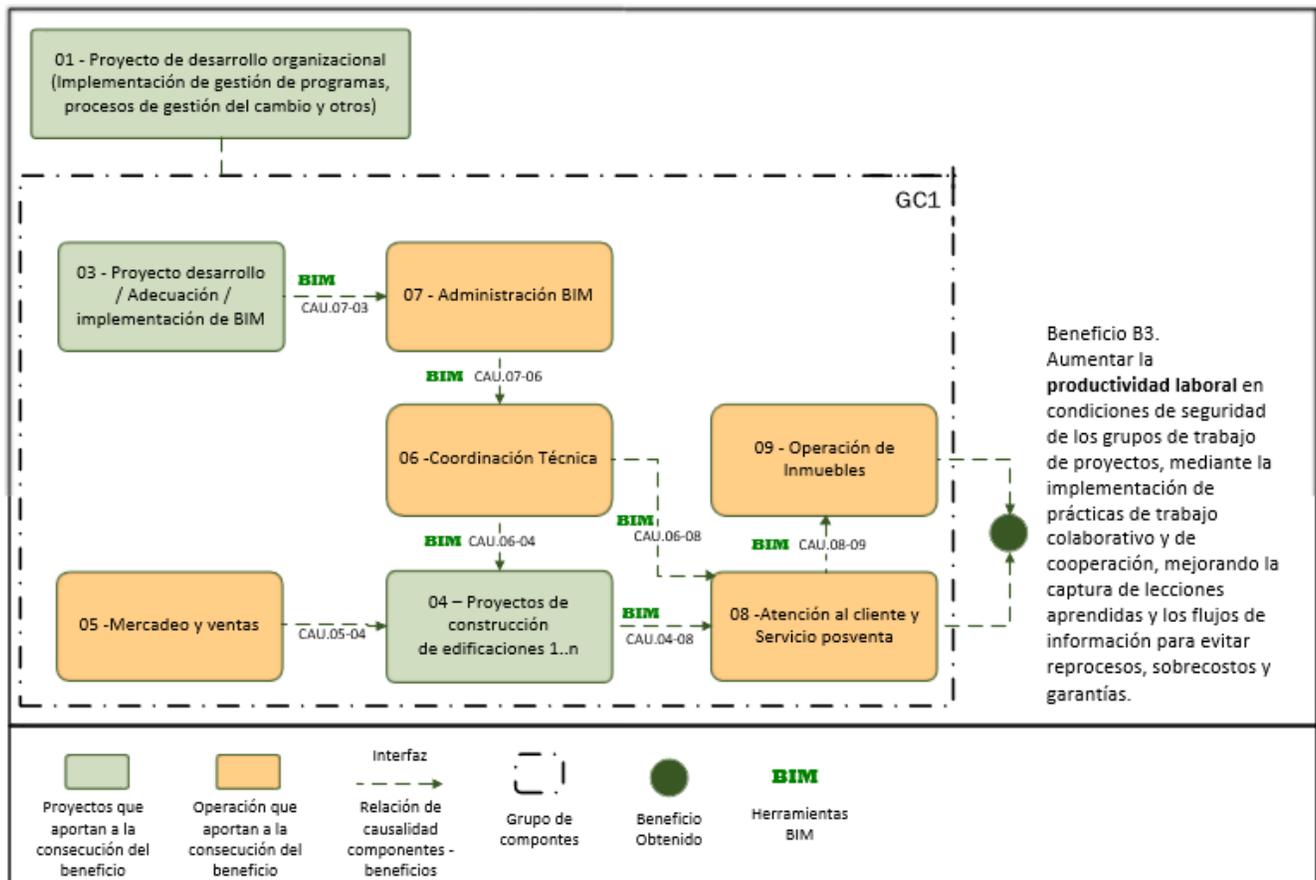
	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING	
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	

Se recomienda, complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés *Key Performance Indicator*), para medir el beneficio B2. Que le permita a un gerente de empresas constructoras tener mayor claridad como va a obtener el beneficio y como lo va a medir.

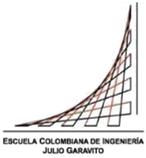
En la tabla aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B2, el aporte de las herramientas BIM es claro y de alto nivel, sin embargo, se puede complementar con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.

Para el beneficio B3:

Figura 5. Diagrama de obtención de Beneficio B3 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

Comentarios:

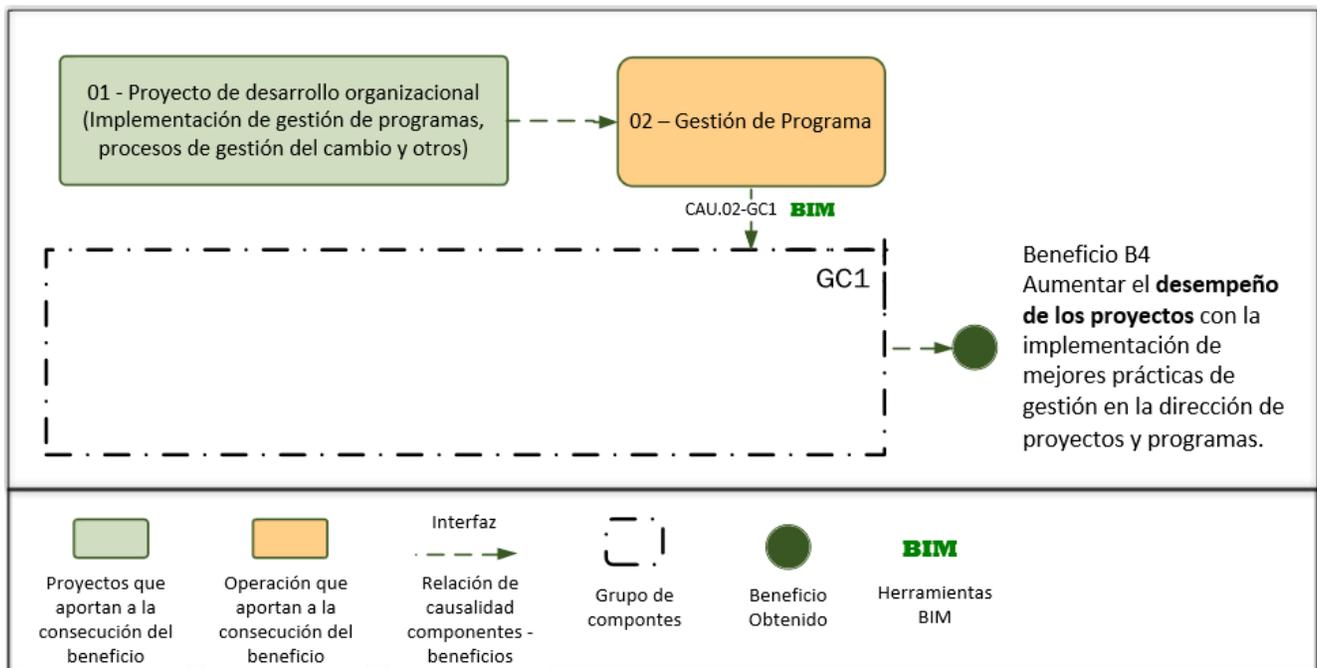
Es coherente como se presente lograr el beneficio y como las herramientas BIM realizan el aporte en cada una de las relaciones.

Se recomienda, complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés *Key Performance Indicator*), para medir el beneficio B3. Que le permita a un gerente de empresas constructoras tener mayor claridad como va a obtener el beneficio y como lo va a medir.

En la tabla aporte de la integración BIM a la obtención de Beneficio B3, el aporte de las herramientas BIM es claro y de alto nivel, sin embargo, se puede complementar con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.

Para el beneficio B4:

Figura 6. Diagrama de obtención de Beneficio B4 con integración de BIM.



Nota. Fuente. Autores, 2021.

Comentarios:

Es coherente como se presente lograr el beneficio y como las herramientas BIM realizan el aporte en la relación de causalidad.

Sin embargo, se recomienda complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés *Key Performance Indicator*), para medir el beneficio B4. Que le permita a un gerente de empresas constructoras tener mayor claridad como va a obtener el beneficio y como lo va a medir.

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

Resumen de comentarios:

Una vez revisado cada uno de los diagramas de beneficios con integración BIM y las tablas del aporte de integración BIM a la obtención de beneficios.

La experta verifica que:

Es clara la integración de herramientas BIM en las relaciones de la arquitectura de programas, de igual manera es acertado como se muestran los entregables usuales en el proceso de estructuración, gerencia, ejecución y cierres de proyectos constructivos de edificaciones.

La integración de herramientas BIM como soporte a la arquitectura de programa, cumple como ejercicio académico de un trabajo de grado a nivel de maestría, sin embargo, para hacerlo más atractivo al sector real. Se recomienda lo siguiente:

Se debería complementar con el diseño de unos indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés *Key Performance Indicator*), para medir los beneficios esperados por el programa que permitan a los gerentes de las empresas constructoras de edificaciones tomar decisiones al implementar la arquitectura del programa.

Otra recomendación es las tablas del aporte de integración BIM a la obtención de beneficios, se podrían complementar con casuísticas de empresas del sector construcción, que permita ejemplificar aún más el aporte de BIM.

5. RECOMENDACIONES DE LA VERIFICACIÓN Y TRATAMIENTO

Producto de la verificación con el experto en cada uno de los temas tratados surgieron recomendaciones las cuales fueron analizadas por el grupo de investigación para hacer los ajustes correspondientes. Las recomendaciones recibidas y el tratamiento dada a cada uno se registra a continuación:

Tabla 1. *Recomendaciones de la verificación y tratamiento.*

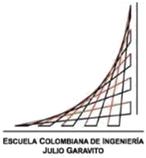
TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
A. Aproximación al programa / Beneficios esperados del programa.	Respecto al beneficio B2. Mejorar la gestión de compras, debido a la mejor estimación de cantidades y reducción de desperdicios en los materiales requeridos en los proyectos. Evaluar si este beneficio puede ser presentado en dos (2) beneficios, ya que, la gestión de compras y la	No aceptado	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, y no es incorporada en el trabajo de grado, ya que, se pretende obtener el beneficio 02 desde la planeación de un proyecto constructivo, enlazando las actividades de cuantificación de

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
	gestión de desperdicios son aspectos que tienen sus particularidades, una parte importante de la gestión de compras se realiza en la fase de planeación de proyecto de construcción, mientras que una parte importante de la gestión de desperdicios se realiza en la fase de ejecución del proyecto de construcción.		materiales, la gestión de compras y la gestión de desperdicios.
B. Identificación de componentes de programa.	Los componentes presentados en la arquitectura de programa propuesta, son acordes y adaptables a las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en Colombia.	N/A	
C. Diagramación de la arquitectura de programa. / Relaciones entre componentes de programa.	Las relaciones entre componentes son coherentes, con el funcionamiento de una empresa constructora de edificaciones.	N/A	
D. Diseño de la arquitectura de programas presentado (Beneficio 01)	Beneficio 01. Complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés <i>Key Performance Indicator</i>), para medir el beneficio B1.	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, la considera muy pertinente. Sin embargo, se sale del alcance del trabajo de grado y se convierte en un interesante trabajo futuro por desarrollar.
	Beneficio 01. Complementar el aporte de BIM con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, dado que es un programa tipo y los aportes de herramientas BIM se obtienen de estudios nacionales e internacionales donde se consultan a más de 846 empresas como lo es el BIM LATAM 2020. La casuística recomendada podría ser trabajo futuro para complementar el trabajo de grado o parte de la personalización que quiera hacer una empresa constructora en particular.
D. Diseño de la arquitectura de	Beneficio 02. Complementar con el diseño de uno o varios indicadores	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, la

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
programas presentado (Beneficio 02)	clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés <i>Key Performance Indicator</i>), para medir el beneficio B2.		considera muy pertinente. Sin embargo, se sale del alcance del trabajo de grado y se convierte en un interesante trabajo futuro por desarrollar.
	Beneficio 02. Complementar el aporte de BIM con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, dado que es un programa tipo y los aportes de herramientas BIM se obtienen de estudios nacionales e internacionales donde se consultan a más de 846 empresas como lo es el BIM LATAM 2020. La casuística recomendada podría ser trabajo futuro para complementar el trabajo de grado o parte de la personalización que quiera hacer una empresa constructora en particular.
D. Diseño de la arquitectura de programas presentado (Beneficio 03)	Beneficio 03. Complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés <i>Key Performance Indicator</i>), para medir el beneficio B2.	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, la considera muy pertinente. Sin embargo, se sale del alcance del trabajo de grado y se convierte en un interesante trabajo futuro por desarrollar.
	Beneficio 03. Complementar el aporte de BIM con casuística de los problemas comunes que pasan en las empresas constructoras de edificaciones, que permita ejemplificar aún más el aporte BIM.	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, dado que es un programa tipo y los aportes de herramientas BIM se obtienen de estudios nacionales e internacionales donde se consultan a más de 846 empresas como lo es el BIM LATAM 2020. La casuística recomendada podría ser trabajo futuro para complementar el trabajo de grado o parte de la personalización que quiera hacer una empresa constructora en particular.
D. Diseño de la arquitectura de programas	Beneficio 04. Complementar con el diseño de uno o varios indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés <i>Key Performance</i>	Trabajo futuro	El equipo del trabajo de grado evalúa la recomendación, la considera muy pertinente. Sin embargo, se sale del alcance del

	DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE PROGRAMA PARA EMPRESAS DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES INTEGRANDO HERRAMIENTAS BUILDING INFORMATION MODELING		
	VERIFICACIÓN DE INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BIM EN LA ARQUITECTURA DE PROGRAMAS	FECHA: 2021/01/15 REVISIÓN: 0	

TEMA	RECOMENDACIÓN DE EXPERTO EN GESTIÓN DE PROGRAMAS	TRATAMIENTO	JUSTIFICACIÓN
presentado (Beneficio 04)	<i>Indicator</i>), para medir el beneficio B2.		trabajo de grado y se convierte en un interesante trabajo futuro por desarrollar.

Nota. Fuente. Autores, 2021.

El acta de reunión de la reunión del grupo a cargo de la investigación con el experto en gestión de programas, realizada el día 15 de febrero de 2021, se encuentra en el paquete de actas de reunión del libro de gerencia del trabajo de grado.