

**BIM – IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSULTORÍA
DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS**

SANDRA MILENA LEYTON FERNÁNDEZ

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
BOGOTÁ D.C.
2020**

**BIM – IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSULTORÍA
DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS**

SANDRA MILENA LEYTON FERNANDEZ

**Monografía para optar el título de
Especialista en gerencia de Empresas Constructoras**

**Orientador(a):
CESAR AUGUSTO MARIN CLAVIJO
Arquitecto**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
BOGOTÁ D.C.
2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director de la especialización

Firma del calificador

Bogotá, D.C., mayo de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Concejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Secretaria General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Directora Especialización en Gerencia de Empresas Constructoras

Dr. Maria Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor

DEDICATORIA

A mi hermosa hija Maria Fernanda, motivo de orgullo para superarme cada día más en mi vida personal y profesional...

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios; quien es el que lleva el control de mi vida, darle gracias por permitirme soñar, amar, creer en mí misma y seguir adelante con mi proyecto de vida.

Un sentimiento de gratitud a mi equipo de trabajo, que es el que me exige día a día aprender, mejorar mi experiencia profesional para ser el cimiento de sus vidas profesionales y enseñarles todo lo que he encontrado en la línea de vida de nuestra profesión.

A mi familia, amigos, empresa donde trabajo, por su amor, apoyo, confianza y comprensión. Gracias por ser mi motivación. A mis compañeros de trabajo porque me permitieron vivir esta experiencia y el ánimo diario en los momentos de cansancio mental y físico.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1 JUSTIFICACIÓN	18
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
3 MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)	22
3.1 METODOLOGÍAS ACTUALES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS	22
3.1.1 Tipología de trabajo para elaboración de metodología bim	22
3.1.2 Comentarios sobre los procesos dentro de una compañía de consultoría actual sin implementación de la metodología BIM.	22
4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
4.1 DESCRIPCIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA BIM	25
4.1.1 Encuesta.	26
4.1.2. Desarrollo de los objetivos.	27
5 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN – OBJETIVO ESPECÍFICO 1	32
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE PROCESO – FASE 1	32
5.1.1 Estrategias para la alta gerencia.	32
5.1.2 Operación. formación en bim para el técnico y los especialistas	33
5.1.3 Soportes transversales a la operación.	38
5.1.4 Perfiles profesionales dentro del equipo de trabajo BIM.	40
5.2 CONCLUSIONES SOBRE EL ANALISIS DEL OBJETIVO ESP. 1	44

6	PLAN DE EJECUCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM – OBJETIVO ESPECÍFICO 2	46
6.1	ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM	46
6.1.1	Norma ISO 21500.	46
6.1.2	El proyecto basado en la: “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos - PMBOK®”	46
6.1.3	Errores identificados en la planificación de un proyecto.	47
6.1.4	Conclusiones sobre el análisis del objetivo esp. 2.	48
7	EJECUCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM A NIVEL GERENCIAL – OBJETIVO ESPECIFICO 3	49
7.1	HISTORIA DE GÓMEZ CAJIAO SAS.	49
7.2	ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA	49
7.2.1	Conclusiones sobre el análisis del objetivo esp. 3	50
8	CONCLUSIONES	52
8.1	CONCLUSIONES GENERALES	52
8.2	CONCLUSIONES PARA CADA OBJETIVO ESPECIFICO	54
8.2.1	Conclusión objetivo específico 1.	54
8.2.2	Conclusión objetivo específico 2.	54
8.2.3	Conclusión objetivo específico 3..	54
9	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFIA	56
	ANEXOS	58

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figuras 1. Metodología de trabajo	26
Figura 2. Directrices de la encuesta	26
Figura 3. Grupos de Procesos	27
Figura 4. Procesos de gestión BIM	28
Figura 5. Desarrollo de la matriz	29
Figura 6. Nivel de madurez BIM. Resultado de la evaluación para la empresa piloto	30
Figura 7. Características de un gerente BIM	32
Figura 8. Nivel de desarrollo para un proyecto BIM	34
Figura 9. Roles y responsabilidades en metodología BIM	35
Figura 10. Organigrama de gestión de proyectos BIM	37
Figura 11. Beneficios de la Implementación – Metodología BIM	52
Figura 12. Limitaciones de la Implementación – Metodología BIM	53

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Personal Profesional año 2012	40
Tabla 2. IPC Resumen Histórico desde el año 2012 al año 2019	41
Tabla 3. Tabla indexación año 2019	41
Tabla 4. Resultado del ejercicio – Personal profesional - consultoría – año 2019	42
Tabla 5. Presupuesto "0" – Recursos profesionales para diseño de edificaciones y de infraestructura con METODOLOGÍA BIM	43
Tabla 6. Recursos profesionales transversales a la operación	51

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A.	59
Anexo B.	61
Anexo C.	63
Anexo C.	64
Anexo D.	65
Anexo E.	86

RESUMEN

La presente investigación busca conocer el estado de avance para la implementación de la metodología BIM (Building information Modeling) dentro de las empresas de consultoría o de construcción, sobre una evaluación sobre un proceso resultado de un estado del arte que se alimenta con los avances tecnológicos, metodología de los trabajos, administración de recursos en proyectos de consultoría, construcción, investigación o capacitaciones. Se identificarán los beneficios y las limitaciones que representa la implementación de la metodología BIM en la Gerencia de un Proyecto desde una etapa de maduración, para las áreas comercial, técnica (desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y detallada), la planeación (costos y tiempo) y la calidad del servicio. También se desarrollará dentro de la etapa de construcción bajo una implantación de desarrollo gerencial, este será un proceso por el cual se extraen conclusiones y recomendaciones para ser incluidas en los modelos financieros de las empresas y así tener la organización sobre lineamientos base según la metodología BIM con estándares internacionales y de calidad dentro de una gestión de proyecto a nivel de gerencia de proyectos.

Palabras claves: BIM (Building Information Modeling): Modelado de información para una edificación

ABSTRACT

The present investigation seeks to know the state of progress for the implementation of the BIM (Building information Modeling) methodology within the consulting or construction companies, on an evaluation of a process resulting from a state of the art that feeds on technological advances , work methodology, resource management in consulting, construction, research or training projects. The benefits and limitations of the implementation of the BIM methodology in Project Management from a maturation stage will be identified, for the commercial, technical areas (development of conceptual, basic and detailed engineering), planning (costs and time) and the quality of service. It will also be developed within the construction stage under a management development implementation, this will be a process by which conclusions and recommendations are drawn to be included in the financial models of the companies and thus have the organization on base guidelines according to the BIM methodology with international standards and quality within a project management at project management level.

Keywords: (Building information Modeling. implementation BIM)

GLOSARIO

CALIDAD. Según Lloréns ¹ Relación entre la cantidad de producción que cumplen una serie de estándares y requisitos de cero averías y la producción total.

DESEMPEÑO: Velocidad de producción real de un equipo comparada con la curva de producción.

EFICIENCIA: Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el uso de mínimo recurso y tiempo logrando su optimización.

EFICACIA: Capacidad para cumplir en el lugar, tiempo y cantidad los objetivos establecidos

ESTRATEGIA: Serie de acciones definida, encaminadas a un fin determinado.

IMPLANTACIÓN: Para Medina ² Es la distribución en planta o localización, implica la distribución y ordenación de espacios, para los diferentes fines previstos: desde el proceso productivo, hasta las instalaciones, servicios auxiliares y operaciones del exterior.

INSPECCIÓN: Actividad sistemática de verificación periódica, que permite identificar condiciones de falla o avería.

INTERRUPCIÓN: Detención o paro en el tiempo de producción.

MANTENIMIENTO: Secuencia de acciones técnicas mediante las cuales una maquina o sistema se conserva o repara para el buen funcionamiento.

METODOLOGÍA: Es una serie de técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación.

ORGANIZACIÓN: Es un grupo de personas que trabajan en forma coordinada y concertada para alcanzar sus metas.

¹ LLORÉNS MONTES, Francisco Javier. Gestión de la calidad empresarial. En: Descuadrando.com [Sitio Web]. España. Sec. Documental. 2019 [Consultado 12, octubre, 2019]. Disponible en: http://descuadrando.com/Calidad_empresa

² MEDINA, Rosa. Ubicación, emplazamiento, implantación. En: SlideShare.net [Sitio Web]. España. Sec. Documental. Diap. 14. 2015 [Consultado 12, octubre, 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/nustagonzalez/ubicacin-emplazamiento-implantacin>

INTRODUCCIÓN

Como introducción a la investigación que se desarrollará a través de esta monografía es el de identificar dentro de las empresas de Consultoría y Construcción basados en el modelo BIM las ventajas que esta implantación puede aportar dentro de una organización para la planificación y el control de los proyectos con base a las prácticas desarrolladas dentro de la Gerencia de Proyectos para cada fase o ciclo de vida, esta planificación y control permite evidenciar anticipadamente los riesgos, los escenarios para así poder desarrollar las estrategias con soluciones, así podemos comunicar en tiempo real las anomalías para mitigar y corregir los inconvenientes que se pueden presentar y así asegurar al cliente y a los interesados la calidad del proyecto como tal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los beneficios y las limitaciones que representa la implementación de la metodología BIM en la Gerencia de un Proyecto desde las fases de ingeniería Conceptual, Básica y/o Detallada, analizando los cambios en los procesos de planificación y control (Costos y Tiempo), teniendo en cuenta la calidad de la ingeniería y de la construcción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir e identificar los grupos de procesos y áreas de gestión de consultoría y construcción para determinar la importancia de estos en una eficiente gerencia de proyectos de acuerdo con el modelo ***“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”***.
- Caracterizar en la herramienta para la metodología BIM, los procesos de la gestión de proyectos que intervienen para la ejecución y cuántas áreas impactan en la gestión de costos, tiempo y calidad del producto final.
- Estimar los costos de los procesos inherentes a la implementación de la metodología BIM en la gerencia de proyectos de construcción, utilizadas en la planificación y control del proyecto con y sin metodología BIM, para identificar las ventajas y desventajas de la metodología finalizando con recomendaciones para la gestión dentro de la gerencia del proyecto.

1 JUSTIFICACIÓN

Se han identificado dentro de las organizaciones que la metodología de trabajo para la planificación y control de los proyectos trabajan de manera individual como es el caso del área de administración, finanzas, recursos humanos, planificación y control de proyecto y los interesados en el avance de este.

Con el uso de las herramientas BIM en los procesos de la gerencia de un proyecto incluyendo las normativas legales que se deben cumplir para la aprobación de licencia y permisos de construcción, se hace necesario investigar las formas tradicionales de planificación de proyectos. La metodología BIM, permite el trabajo colaborativo entre los actores del proyecto, mejorando la comunicación y permitiendo anticipadamente a los imprevistos inherentes al modelo con el desarrollo del trabajo sobre la planificación y el control de este.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años el sector de consultoría y la construcción ha venido presentando un rápido incremento en el desarrollo de proyectos de infraestructuras civiles, atendiendo los requerimientos de mercados mucho más competitivos y con estándares técnicos cada vez más altos, por lo que los métodos de diseño, planificación, administración y ejecución convencionales utilizados por las empresas consultoras parecen volverse inadecuados e ineficientes.

Aunado a lo anterior, las empresas consultoras no cuentan con unos estándares de calidad para la planeación y control del proyecto donde se incluya la metodología BIM bajo los parámetros de la **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**³; que permita integrar todas las áreas de la empresa para un proyecto específico buscando como resultado que estos proyectos sean desarrollados desde un enfoque en donde la debida forma de ejecutarlos va desde la administración de los recursos, una gestión de la gerencia técnica, una gestión de la gerencia operativa y por último que la gerencia administrativa aseguren un resultado favorable en la utilidad neta del proyecto para que sean superiores al promedio.

A causa de este cambio las empresas de consultoría y de la construcción a través de sus gerentes y colaboradores han tenido las siguientes dudas sobre esta oportunidad de apalancar su negocio para obtener mejores oportunidades en el gremio y por ello se han venido dando una serie de preguntas como son:

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- a. ¿La implementación de sistemas BIM tiene implicaciones significativas en la gerencia de proyectos de diseño y construcción?,
- b. ¿Qué tanto se debe planificar y controlar desde la gerencia, un proyecto basado con esta metodología sobre el modelo **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**⁴
- c. ¿Existen errores de desarrollo para la implementación de un modelo BIM dentro de las organizaciones?

Aunque las herramientas informáticas sustituyeron el desarrollo en papel, *“el 90% de los programas para diseño y dibujo (AutoCAD®, SAP2000®) que se emplean se*

³ PROJECT MANGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - PMBOK®. 6. Ed.. Estados Unidos, El Instituto.. 2017. p 75. ISBN 9781628251944

⁴ Ibíd., p 98

usa para tareas de digitalización de planos que se llevan a término con procedimientos que se asemejan mucho a los de antiguas técnicas manuales”⁵.

Para las metodologías nombradas anteriormente, al estar basadas en una representación, necesita una cantidad significativa de tiempo para realizar las actualizaciones dentro del proceso, ya que en un solo proyecto se manejan modelos independientes y por esta misma razón cada modelo debe ser modificado también de forma aislada, siendo muy susceptible a presentar incoherencias y deficiencias a la hora de entregar cualquier tipo de documento contractual de diseño e ingeniería, como por ejemplo los planos constructivos y las especificaciones técnicas.

La metodología BIM no se encarga únicamente de detectar interferencias y coordinar toda la documentación técnica a través de la representación tridimensional de los objetos diseñados por las diferentes disciplinas involucradas en la ejecución de un proyecto. La información que se puede incorporar y extraer de los modelos paramétricos que permite generar enfoques y aplicaciones totalmente diferentes a los que se tenían inicialmente con la implementación del BIM facilita a la industria de la consultoría y la construcción desarrollar procedimientos de calidad y detectar problemas a nivel económico antes de tener una situación que afecte el flujo de caja del proyecto. Es por ello la importancia del gerente; él debe tener un alto conocimiento en las herramientas basados en la metodología BIM. Los constantes problemas que deben enfrentar los profesionales en la coordinación de un grupo interdisciplinario para el desarrollo de un proyecto constructivo toman un interés particular de estudio, pues con la experiencia se ha evidenciado grandes vacíos en el ejercicio profesional en donde la elaboración de la documentación técnica está sujeta a los innumerables cambios que en la mayoría de casos nunca son reportados y que ocasionan inconsistencias graves que afectan directamente la confiabilidad de un proyecto. Todo esto por falta de control interno en los procesos de calidad bajo la metodología BIM sobre un modelo gerencial como es el la **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**.

Para poder cuantificar el impacto económico de usar dicha metodología para la coordinación multidisciplinaria en el desarrollo de los proyectos de construcción, se realizará un seguimiento a los procesos que conllevan una planeación estratégica desde la gerencia general, pasando por el área financiera, de recursos humanos, de la tecnología y de la calidad de los servicios para la etapa de diseño; implementado la metodología BIM desde la consultoría con el fin de verificar las ventajas de su implementación dentro del desarrollo del modelo y evaluando las áreas involucradas en este procedimiento para identificar los tiempos y los costos

⁵ COLOMA PICO, Eloi. Introducción a la tecnología BIM. [Repositorio Digital]. Barcelona. Publicado por Departamento d'Expressió Gràfica Arquitectónica I, 2008. p 120 ISBN-13:978-84-9549-44-9, ISBN-10: 84-95249-44-8. Versión electrónica: <https://cutt.ly/ayRqsqv>

financieros y así poder evaluar un valor real del entregable antes de pasar a la etapa de construcción.

La proyección que se tiene al final de este ejercicio de investigación es el de identificar en el Plan de Ejecución BIM una metodología de trabajo con unos procesos sistemáticos que llegan formulados a través de los procedimientos de calidad, los equipos tecnológicos y analíticos que intervienen bajo una gerencia estratégica que al final se verá reflejado en los servicios, en los roles y en los niveles de servicio que la empresa de consultoría pudiera ofrecer a sus clientes.

Actualmente las oportunidades que se están presentando en las empresas consultoras sobre el cambio para la elaboración de los diseños que se desarrollaban en AUTOCAD® y que ahora implementan una nueva metodología de trabajo colaborativo con las herramientas BIM hacen que se enfoquen en invertir en capacitaciones a sus especialistas y en compra o alquilar programas avanzados en las nuevas tecnologías para el diseño en la ingeniería y en la consultoría.

A causa de este cambio las empresas de consultoría y de la construcción a través de sus gerentes y colaboradores han tenido las siguientes dudas sobre esta oportunidad de apalancar su negocio.

Hoy en día, las empresas de construcción han afianzado su mecanismo de consecución, elaboración, modificación y almacenamiento de la información y así aseguran al cliente su producto final, con una trazabilidad en la información, todo esto con base a los sistemas de control de documentos donde hacen uso de técnicas y tecnologías disponibles para hacer efectiva la gerencia de un organismo como la planeación y la construcción de un proyecto en específico. Pero no se ha investigado lo suficiente en términos de analizar los beneficios económicos para que estas herramientas afiancen la productividad de la operación en cada área de la empresa. La necesidad de alinear el negocio con el uso de las herramientas tecnológicas requiere optimizar la tecnología en cualquiera de los niveles de la organización a fin de mantener procesos eficientes y de esta manera crecer a costos razonables y predecibles⁶.

⁶ SPINETTI DINI, Antonio. Diseño 3D: Presentación de Arquitectura y Diseño de Interiores de Próxima Generación. (2016) [Sitio Web] Venezuela. [Consultado 22, julio, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/1yRqmFJ>

3 MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

3.1 METODOLOGÍAS ACTUALES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

*“La metodología de un proyecto se define como un conjunto de procedimientos para la planificación y gestión de todos los componentes de este. Desde la gestión de recursos hasta la coordinación del equipo de trabajo o la relación con todos los interesados en los resultados de estos”.*⁷

Para ello iniciaremos la investigación describiendo las metodologías de los trabajos asociados al BIM, según los procesos actuales como son:

3.1.1 Tipología de trabajo para elaboración de metodología BIM

(Ver anexo A)

3.1.2 Comentarios sobre los procesos dentro de una compañía de consultoría actual sin implementación de la metodología BIM. En el presente y gracias a los avances en las tecnologías de la información y la comunicación, la forma de enfrentar un proyecto constructivo ha llegado a un nivel de complejidad en donde la participación de expertos en diferentes disciplinas puede conjugarse simultáneamente en el desarrollo de un proyecto, pero cada unidad o especialidad tiene una asignación de recurso, de tiempo y de herramienta tecnológica.

Hoy en día la coordinación y la integración de estas disciplinas deben estar acorde a los sistemas de gestión gerencial y a la estructura del proyecto. Con esta metodología BIM es posible la participación simultánea con el trabajo colaborativo entre los expertos. Es decir, gerentes a nivel de planificación de un proyecto, a nivel financiero, con índices de calidad para identificación de rendimientos, diseñadores como los arquitectos, ingenieros y especialistas en estudios técnicos puedan evaluar el proyecto y planear sobre un mismo documento las pautas donde el proyecto constructivo va tomando forma virtualmente. En esto se basa el sistema de gestión para proyectos de construcción a partir de la metodología BIM.

Las ventajas competitivas de BIM sobre plataformas como el AUTOCAD demuestran ahorro significativo en proyectos de inversión y esto puede evidentemente, llevar al cambio de paradigmas. Lo anterior implica una demanda potencial de expertos que deben estar capacitados para manejar las herramientas, todo esto conlleva a que la empresa desde la gerencia general debe realizar una programación, un presupuesto y una inversión que debe estar incluido dentro de los costos de la organización.

⁷ SINNAPS. Definición de Metodología de trabajo. [Sitio Web] Estados Unidos. 2019. [Consultado. 22, julio, 2019] Disponible en: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-de-un-proyecto>

Uno de los principales factores que afectan directamente la viabilidad de un proyecto de construcción es la referente a los recursos financieros, desde la oferta estos requerimientos se deben tener en cuenta en el momento de estructuración dentro de la evaluación económica, la necesidad del proyecto y la explicación al cliente dentro de la oferta.

No se tiene mucha información actual en el área comercial para elaborar la estructura económica donde se detallen los recursos adicionales para el proyecto. El consultor deberá comunicarle al cliente las necesidades financieras para los recursos tanto materiales como del personal especializado que se llegará a requerir en el proyecto, todo esto se basa en el nivel financiero con la que el consultor y el dueño del proyecto estén alineados, actualizados e informados desde el inicio. Por otra parte, este tipo de inversiones tienen un impacto significativo en la economía de las empresas.

El consultor o gerente del proyecto debe tener claro conocimiento del manejo de los recursos. El éxito radica en la excelencia de su gerencia y ello evidentemente implica un efectivo sistema de gestión que permita tener información correcta y oportuna para asegurar la calidad de las decisiones. Es por ello por lo que es importante que este perfil gerencial estudie, practique y conozca la herramienta para la metodología BIM y todos los valores agregados que esta metodología le imponga al proyecto desde la idea o la necesidad de ejecutar dicho proyecto.

El gerente del proyecto debe incluir en su planificación los objetivos específicos que llevarán con éxito una entrega operativa al cliente directo, donde en ellas se analice:

- a. La duración del proyecto
- b. Los costos del proyecto
- c. Los recursos técnicos del proyecto
- d. Los recursos legales del proyecto
- e. Las normas y leyes que se deben aplicar y que impliquen costos hacia el proyecto
- f. La administración del proyecto

4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para cumplir con los objetivos propuestos se desglosará el proyecto por fases temáticas o de investigación de acuerdo con cada objetivo específico, las cuales se identificarán en el Capítulo 5.

La primera fase busca configurar el estado del arte relacionada con el primer objetivo, investigando y relacionando los procesos desde el primer contacto con el cliente estratégico a través del equipo del área comercial de la empresa hasta tener definido:

- a. El contrato,
- b. El valor negociado,
- c. El alcance técnico contractual y
- d. El tiempo bajo los lineamientos establecidos por la metodología gerencial.

Todo esto bajo un modelo de planeación basado en la “**Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®**”; que involucre las estrategias del negocio, la operación y el soporte financiero, legal, tecnológico, recursos humanos, calidad y marketing (entre otros).

La segunda fase se llevará a cabo con relación a la descripción del segundo objetivo específico, donde se relaciona

- a. La metodología de trabajo,
- b. El equipo técnico requerido para la ejecución del entregable.

Relacionando las horas - hombre de acuerdo con el sistema administrativo de recursos que se relacionen en el tema financiero, para la identificación de metodologías de implementación BIM con los costos para el desarrollo de los trabajos. Esto con el fin de llevar a cabo un plan de ejecución bajo la metodología BIM, involucrando la asignación de roles, trabajo colaborativo para la integración de todas las áreas involucradas para al final tener una interoperabilidad.

La tercera fase será el resultado del tercer objetivo específico, relacionando un programa de trabajo incluyendo:

- a. Los costos,
- b. La operación,
- c. Los recursos de la operación y
- d. El tiempo que se utilizó para elaborar los entregables finales.

Para terminar la etapa de diseño del proyecto que se va a analizar en este trabajo de investigación con el fin de evaluar:

- a. Los gastos,
- b. Los requerimientos,

Para poder involucrar tangiblemente el equipo humano y técnico, la formación (capacitaciones), los procesos para el producto/servicio, costos tecnológicos, procedimientos de calidad, adquisición de licencias, programas y actualización de los procesos a nivel BIM.

4.1 DESCRIPCIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA BIM

Para lograr los objetivos planteados en este trabajo de investigación, se hace necesario realizar la nivelación de los objetivos con las herramientas de la metodología de trabajo, consiste en la revisión de la encuesta realizada a la empresa piloto sobre el análisis de la información y el resultado de la encuesta.

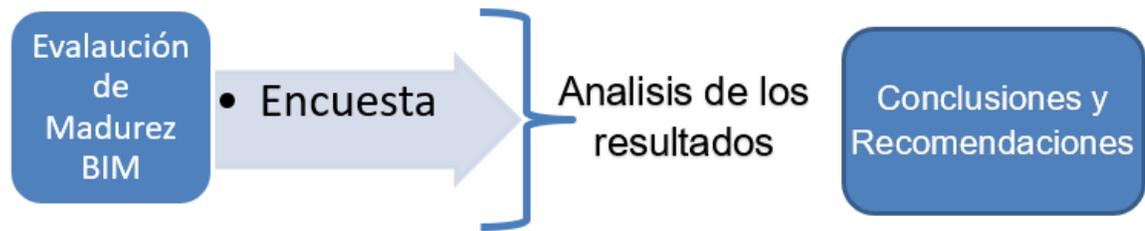
Cuadro 1. Metodología necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados

Objetivos Específicos	Herramienta utilizada
Describir e identificar los grupos de procesos y áreas de gestión de consultoría y de construcción para determinar la importancia de estos en una eficiente gerencia de proyectos de acuerdo con el modelo sobre la “Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®” (Project Mangement Institute, 2017)	Encuesta
Caracterizar en la herramienta para la tecnológica BIM (Building Information Modeling); los procesos de la gestión de proyectos que intervienen para el sistema BIM y cuantas áreas impactan en la gestión de costos, tiempo o calidad del producto final	
Estimar los costos de la implementación del BIM en la gerencia de proyectos de construcción para determinar el impacto que tendrá en el promotor, el constructor y el cliente final	

Fuente: Elaboración Propia. Basado en el desarrollo del Anteproyecto para la investigación del trabajo de grado

El efectuar esta metodología de investigación, permitirá identificar como BIM ha evolucionado en los proyectos de consultoría y construcción, sus resultados y usos para la planificación y control, desde la perspectiva de la Dirección de Proyectos basados en el PMBOK®.

Figuras 1. Metodología de trabajo



Fuente: Elaboración Propia. Basado en el desarrollo del Anteproyecto para la investigación del trabajo de grado

4.1.1 Encuesta. El objetivo de la encuesta busca recopilar la información del estado actual de la empresa piloto, sobre su conocimiento y experticia para la implementación de la metodología BIM en la organización, principalmente en la Dirección de Proyectos.

La siguiente Figura recopila la estructura de la encuesta y la iniciativa sobre el estudio con el fin de conocer el estado actual de adopción de la metodología BIM en el sector empresarial para la consultoría y la construcción de carreteras, vías férreas, instalaciones industriales, edificaciones, entre otras.

Figura 2. Directrices de la encuesta



Fuente: Elaboración Propia. Basado en la información suministrada por la Cámara de Comercio de Bogotá sobre la iniciativa Cluster Construcción de Bogotá.

Esta encuesta fue realizada de manera Online, mediante la plataforma Google Forms. La encuesta, las conclusiones y recomendaciones se encuentran en los Anexos B y C de este trabajo de investigación.

4.1.2. Desarrollo de los objetivos. Objetivo específico 1 – Descripción de los grupos de proceso. Según la metodología de la investigación para la elaboración de este trabajo, se tomará como base o Fase 1 el primer objetivo “Describir e identificar los grupos de procesos y áreas de gestión de consultoría y de construcción para determinar la importancia de estos en una eficiente gerencia de proyectos de acuerdo con el modelo sobre la “Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”.

En el siguiente diagrama se describe el plan de trabajado y su organización para esta Fase (1):

Figura 3. Grupos de Procesos



Fuente: Elaboración Propia. Basado en información sobre el organigrama de la empresa piloto (Gomez Cajiao SAS)

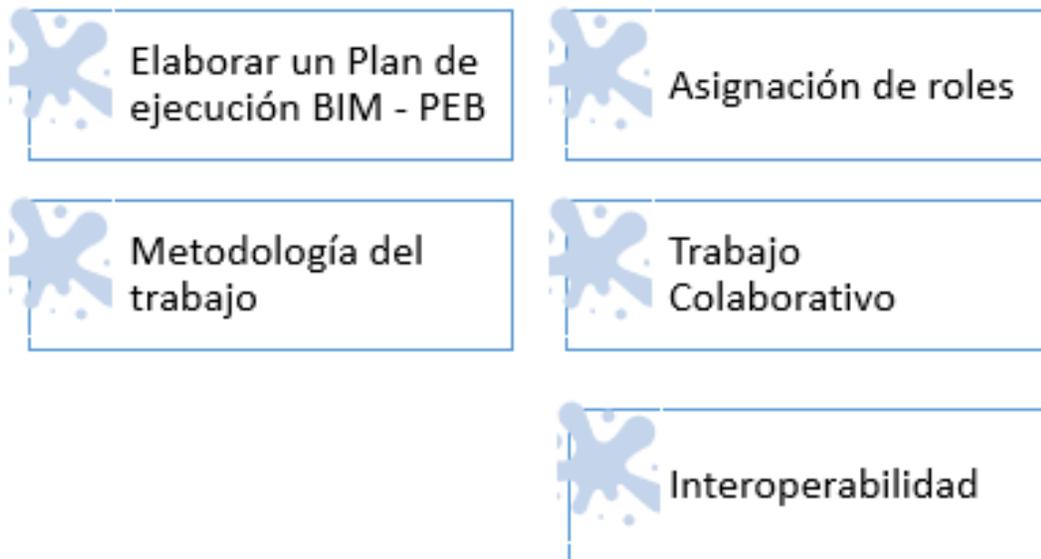
A. Objetivo específico 2 – Proceso de gestión de proyectos BIM. En la Fase 2 se analizará el segundo objetivo. “Caracterizar en la herramienta para la tecnológica BIM (Building Information Modeling); los procesos de la gestión de proyectos que intervienen para el sistema BIM y cuantas áreas impactan en la gestión de costos, tiempo o calidad del producto final”.

En esta fase se analizarán los procesos de trabajo, responsables, medición de los trabajos en tiempo, costo, calidad y herramientas. Finalizando con un Plan de Ejecución BIM y que identificaremos de ahora en adelante en el PEB⁸. En el

⁸ STRUCTURALIA. PEB – Plan de Ejecución BIM. Explica la metodología, los sistemas, los procedimientos, los equipos que van a intervenir en determinado proyecto. [Sitio Web] Bogotá. D.C.CO. Sec. Doc. (2019). [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/myRqTRo>

siguiente diagrama se describe el plan de trabajado y su organización para esta Fase (2):

Figura 4. Procesos de gestión BIM



Fuente: Elaboración Propia. Basado en información sobre los procesos de trabajo de la empresa piloto (Gomez Cajiao SAS)

B. Objetivo específico 3 – Implementación BIM. En la Fase 3 se analizará el tercer objetivo “Estimar los costos de la implementación del BIM en la gerencia de proyectos de construcción para determinar el impacto que tendrá en el promotor, el constructor y el cliente final”.

En esta fase se analizarán los resultados de la operación con la medición y el seguimiento que se debe realizar al proyecto durante su etapa contractual. Se incluirá el cumplimiento del alcance, cumplimiento al programa de trabajo, cumplimiento al presupuesto “0” y la calificación del cliente.

En el siguiente diagrama se describe el plan de trabajado y su organización para esta Fase (3):

Figura 5. Desarrollo de la matriz

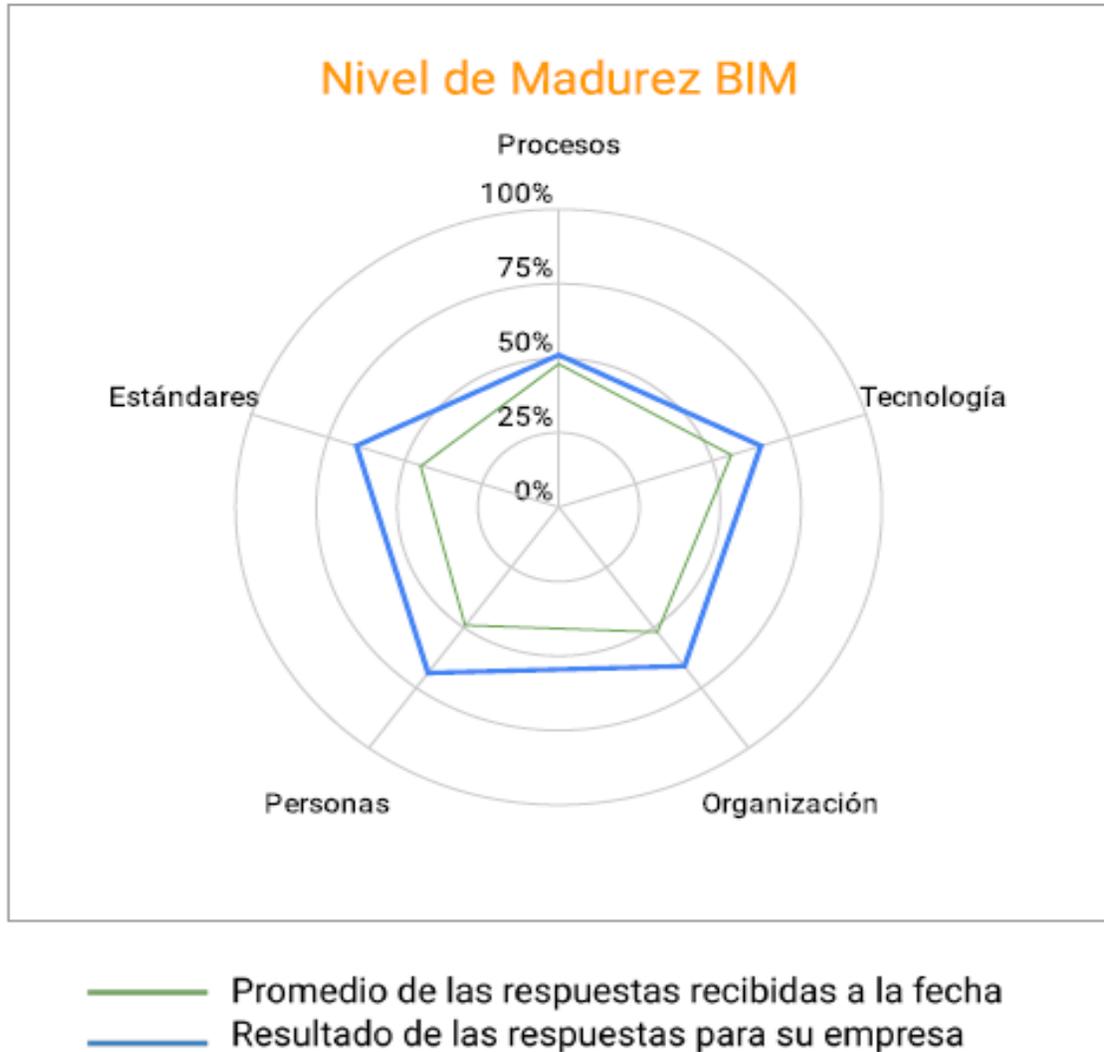


Fuente: Elaboración Propia. Basada en la investigación.

4.1.3. Desarrollo y resultado. Desarrollo de la encuesta. Esta encuesta está orientada a las actividades relacionadas con la consultoría y la construcción de obras civiles. con este estudio se quiere conocer el estado actual de las empresas del sector de la construcción de Bogotá y Cundinamarca con respecto a los procesos Building Information Modeling – BIM. Para el Clúster de Construcción de Bogotá y Cundinamarca. Con el resultado de la encuesta se proponen acciones que permitan fortalecer la competitividad del sector.

Resultado de la encuesta. Los resultados generales muestran que la empresa piloto obtuvo un porcentaje del 63% en la evaluación, lo cual sitúa su grado de madurez en Nivel. 4: Integrado con relación al proceso BIM. La siguiente gráfica muestra los resultados:

Figura 6. Nivel de madurez BIM. Resultado de la evaluación para la empresa piloto



Fuente: IAC. Ingeniería Asistida por computador. Resultado de la evaluación de la encuesta desarrollada para conocer el nivel de madurez BIM para la empresa piloto (Gomez Cajiao SAS)

Se evalúa la madurez BIM, en cinco ejes: Procesos, Tecnología, Organización, Personas y Estándares.

- **Procesos:** se evalúa si la empresa piloto tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.
- **Tecnología:** se evalúa el nivel de madurez de la empresa piloto en relación con las herramientas de software, hardware y conectividad. En el aspecto de conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol.

- **Organización:** Se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia general de la empresa piloto con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si la empresa piloto considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.
- **Personas:** se evalúa la relevancia que la empresa piloto da a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se busca conocer principalmente la claridad que se tiene en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con el BIM.
- **Estándares:** la sección de estándares busca conocer a madurez de la empresa piloto en relación con los documentos, estándares y plantillas que son para la ejecución BIM.

5 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN – OBJETIVO ESPECÍFICO 1

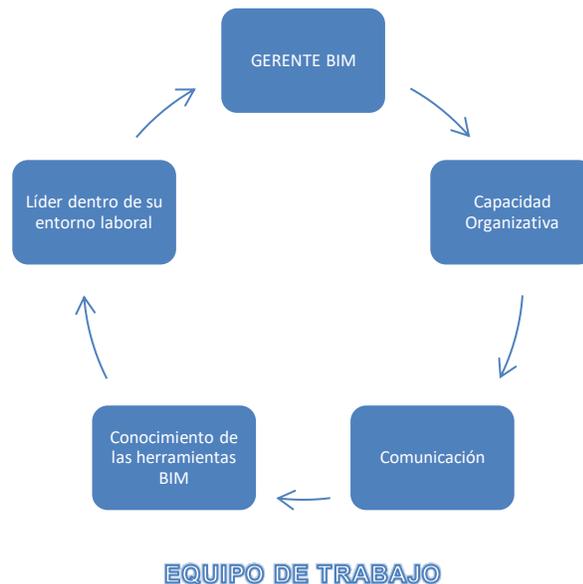
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE PROCESO – FASE 1

Este capítulo tiene como propósito identificar las áreas que se deben involucrar desde el inicio de un proyecto ya que se requieren perfiles especializados en esta metodología a nivel de planeación. Su implantación debe adquirir de carácter obligatorio experticia para desarrollo de licitaciones públicas o privadas que exijan implementación BIM.

Dentro del desarrollo de las estrategias para la evaluación de una gerencia de proyectos están los siguientes aspectos que se deben tener en cuenta:

5.1.1 Estrategias para la alta gerencia. Formación BIM según las competencias. Según las investigaciones realizadas para el desarrollo de este trabajo de grado y gracias a una serie de información respecto a la metodología BIM a nivel mundial, esta metodología permite el trabajo en conjunto de las distintas áreas tanto técnicas como transversales (administrativas) de una empresa y que deben participar en la evolución de un proyecto (gerentes, diseñadores, proveedores y el cliente). Es por ello; por lo que se deben tener en cuenta dentro de la ALTA GERENCIA la formación de un GERENTE BIM dentro de la organización según su experiencia y competencias en este ámbito.

Figura 7. Características de un gerente BIM



Fuente: Elaboración Propia Basada en la investigación.

Un gerente BIM debe incluir dentro de su experiencia profesional las características descritas en el diagrama No. 4, de acuerdo con los lineamientos basados en la metodología BIM que ya todos conocemos a nivel mundial.

- **Características del perfil.**

Un gerente BIM debe ser organizado, él será el cerebro en el proyecto, capaz de manejar toda la información siguiendo los procesos y velando por el cumplimiento del alcance, el tiempo y los costos del proyecto.

Su comunicación a la hora de hacer gestión debe ser transparente, clara, concisa y sólida para que el proyecto no tenga ningún obstáculo a nivel integral con el equipo de trabajo incluyendo también al cliente.

Debe tener conocimiento de las herramientas BIM. Es recomendable que el perfil profesional del gerente BIM sea ingeniero o arquitecto con conocimientos especializados en gerencia financiera y capacitado en los programas que la metodología BIM desarrolla para la ejecución de los diseños. Con el fin de comprometerse también con el equipo técnico y así poder identificar las necesidades, los problemas y la evolución del proyecto. Se recomienda que este perfil tenga experiencia en diseño, en construcción, mayor a 15 años en el área técnica o financiera y en los programas como el AUTOCAD® y el REVIT® (entre otros).

- **Competencias del perfil**

Un gerente BIM debe saber liderar, saber programar tareas, asignar roles, tener la facilidad de desplazarse (En oficina para la etapa de diseño o en obra para la etapa de construcción). Debe manejar con facilidad todas las herramientas tecnológicas de comunicación y de desarrollo técnico (celulares, Tablet, la nube, etc.). Debe estudiar y tener un mejoramiento continuo en educación, actualización de tecnología, coaching y poseer todos los certificados que le acrediten ser un Gerente BIM.

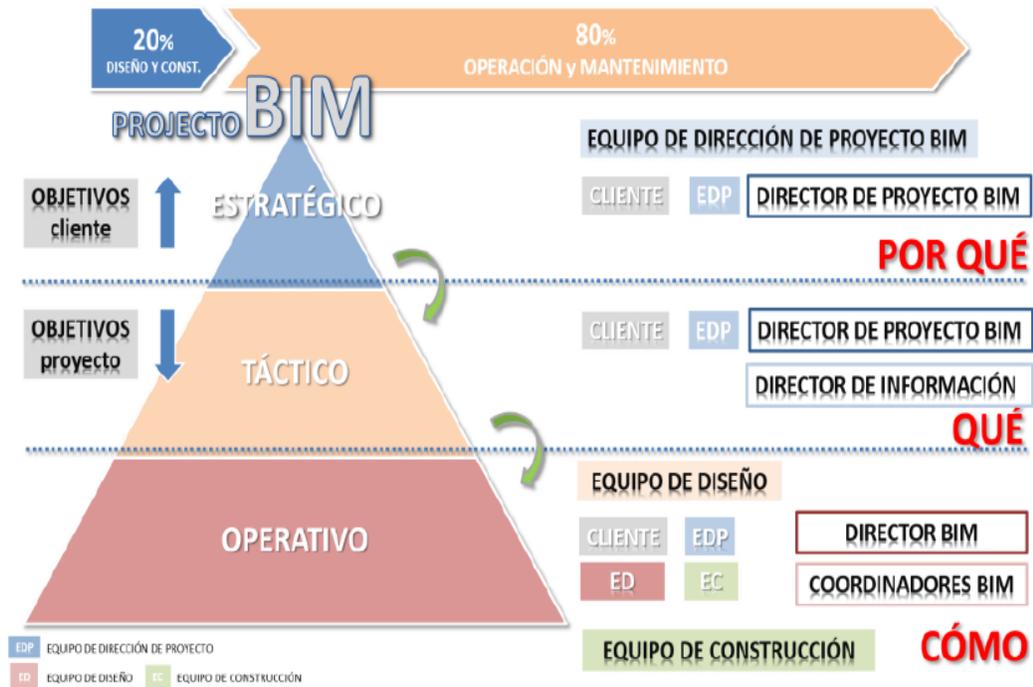
5.1.2 Operación. Formación en BIM para el Técnico y los especialistas

Coordinador BIM. El proyecto debe contar con la participación de un coordinador BIM quién velará por la correcta ejecución y cumplimiento de las exigencias establecidas por el alcance contractual con los estándares de implementación BIM y el equipo técnico necesario para el desarrollo de la ingeniería dependiendo de la ejecución del modelo, identificando el tipo de ingeniería o nivel de desarrollo para el modelo BIM (LOD⁹) , quien además será el canal de comunicación directa con el

⁹ SANCHEZ ORTEGA, Agustín. LOD podría definirse como una escala que informa hasta qué punto se ha desarrollado un elemento del modelo (geometría + información). En: Espacio BIM [Sitio Web]

personal de asignado por EL CLIENTE para el seguimiento del proyecto. Para ello se identifican una formación técnica identificada de la siguiente manera:

Figura 8. Nivel de desarrollo para un proyecto BIM



Fuente: ESPACIO BIM. ESPAÑA. es-BIM. Definición de Roles en procesos BIM. [Sitio Web]. Madrid. ES. Sec. Blog. 2017. [Consultado 20, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/roles-procesos-bim>

Sin embargo, de acuerdo con Trejo:

“Existen muchas formas de implantar BIM descritas por quías de gobiernos, el BIM Handbook (2008), la instauración del BEP (BIM Execution Plan), etc. Pero para efectos del presente trabajo de título, se toman de forma general y explicativa distintas formas de implantación, operación y los respectivos desafíos que conlleva el cambio a esta metodología de trabajo.

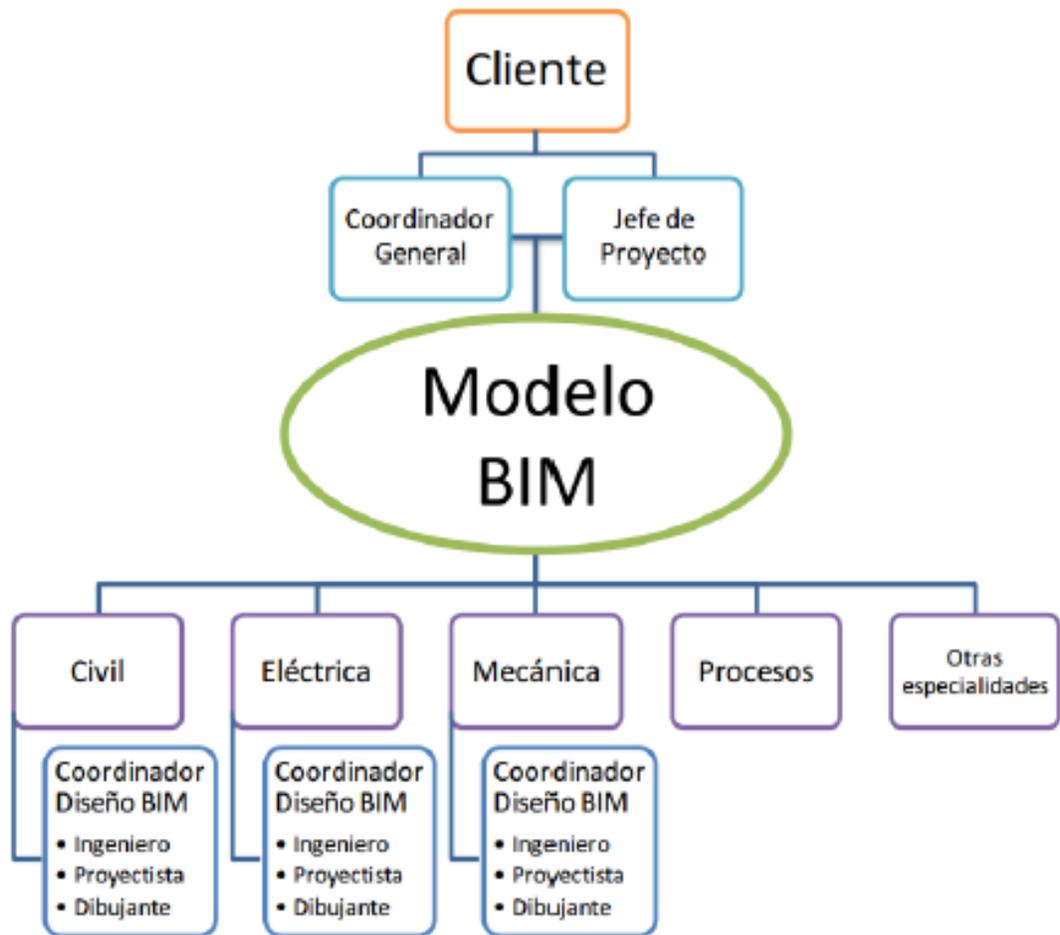
En la publicación *Implantación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales* (Aliaga 2012), se plantean 5 puntos fundamentales y 1 propuesto como pasos previos a poder implantar la metodología de trabajo BIM:

- a. Roles y responsabilidades: definición de obligaciones y compromisos de los profesionales, sus cargos y relación.
- b. Modelo de tres fases: explicación de cómo se maneja el modelo.

Bogotá. 2016. Sec Documentos [Consultado. 25, octubre, 2019). Disponible en: <https://www.espaciobim.com/que-es-el-lod-nivel-de-detalle/>

- c. Niveles de detalle: describe las características que el modelo adopta conforme avanza en sus etapas.
- d. Notación y librería de elementos: se trata el manejo de los elementos propios del modelo.
- e. Software y hardware: programas adecuados para los objetivos del proyecto, además de los equipos necesarios para cumplir con los requisitos de softwares.
- f. Sala de trabajo BIM: en ella se realizan las sesiones de trabajo colaborativo y comunicación entre los distintos integrantes del proyecto¹⁰.

Figura 9. Roles y responsabilidades en metodología BIM



Fuente: Trejo, Carvajal Nicolas. Trabajo de grado. Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. Santiago de Chile.

¹⁰ TREJO CARVAJAL, Nicolas Andres. Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y Construcción. [Repositorio Digital] Trabajo de grado. Ingeniero Civil. Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas. Dpto de Ingeniería Civil. Santiago de Chile. 2018, p.28. [consultado 22, octubre,2019]. Archivo PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/5yEfzXi>

Fuente: Aliaga (2012)

La implementación de una metodología debe hacerse en forma parcializada, acorde a la capacitación obtenida y el cambio organizacional dentro de la empresa, ya que existe un periodo de adaptación necesario para ello, y por lo tanto debe respetarse para tener éxito en este proceso. Al contar con una buena metodología, es posible integrarla en cualquier momento del proyecto y por lo tanto lograr crear un modelo BIM en forma ordenada y con información confiable (Aliaga, 2012)¹¹.

También dice Trejo que:

Algunas recomendaciones frente a estos problemas son:

- a. Asignación de responsabilidades claras y que cubran todo el trabajo
- b. Crear equipo interno responsable de la implementación
- c. Comenzar con el uso del BIM parcial
- d. Obtener feedback de los resultados del uso BIM
- e. Habiendo utilizado BIM a nivel interno, trabajarlo con actores externos del proyecto
- f. Documentar cambios

Es necesario mencionar que los problemas de interoperabilidad entre softwares pueden ser subsanados mediante el uso del formato IFC mencionado anteriormente. Esto, en parte, permite el flujo de información y comunicación entre las disciplinas.¹²

- **Modelador BIM.** Será la persona que tendrá la responsabilidad del manejo y buena ejecución del modelo dependiendo de cada disciplina, por lo que en un proyecto de diseño se tienen varios modeladores BIM dependiendo de su experticia:
- **Modelador de Arquitectura:** Debe ser un Arquitecto o un técnico en delineación de proyectos de arquitectura entre 0 a 3 años de experiencia en diseño de proyectos arquitectónicos con estudios certificados en Modelación BIM.
- **Modelador de Estructuras:** Debe ser un Ingeniero Civil entre 0 a 5 años de experiencia en diseño de proyectos estructurales de edificaciones o de Infraestructuras con estudios certificados en Modelación BIM y modelación de proyectos en programas específicos para diseño de estructuras que sean compatibles con las herramientas BIM
- **Modelador MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidráulica):** Este perfil se subdivide en Modelador Hidráulico, de Red Contra Incendio, sistema eléctrico, sistema para ventilación, extracción y aire acondicionado. Deben ser ingenieros con

¹¹ Ibid., p. 34

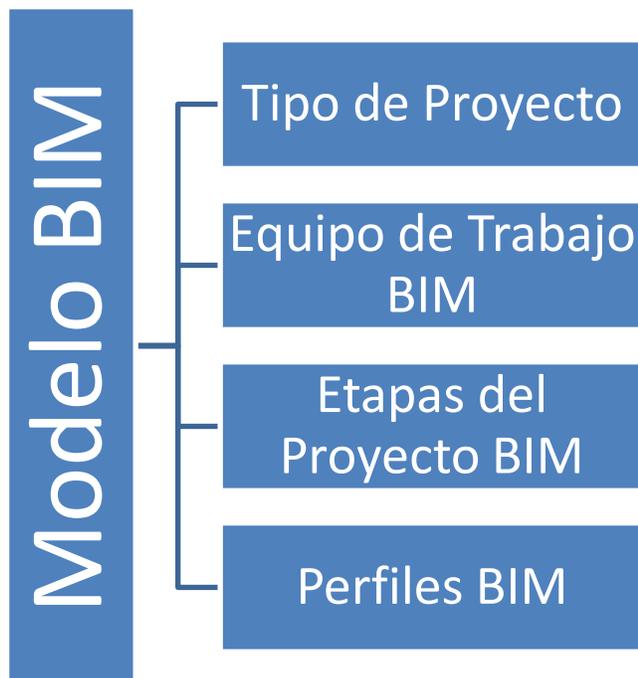
¹² Ibid., p.138.

estas especialidades de 0 a 3 años o delineante de alta experiencia en su disciplina 0 a 5 años con estudios certificados en modelación BIM.

- **Roles y Responsabilidades.** El área técnica realiza la asignación del personal, clasificado según los perfiles y experiencia requerida para los diseños técnicos y un equipo para la modelación BIM según el análisis del Líder BIM de la compañía.

Se debe tener en cuenta para la implementación BIM que, para gestionar un proyecto, los recursos humanos deben tener asignado un rol, una responsabilidad mas no debe ser un cargo, debido que el rol y la responsabilidad de cada especialista son funciones específicas basadas en sus estudios profesionales, en su experiencia y en su capacitación. En el Diagrama No. 6 se identifica la organización del equipo BIM en el área de modelación (Técnica).

Figura 10. Organigrama de gestión de proyectos BIM



Fuente: Elaboración propia. Información tomada de la base de datos de la empresa piloto para el desarrollo de la investigación. año 2019. (Gomez Cajiao SAS)

- **Director del Equipo de trabajo BIM.** Productor del diseño y comunicación directa con los Stakeholder¹³ del proyecto
- **Coordinador BIM.** Coordina e integra los trabajos dentro de cada disciplina, Realizará las listas de chequeo sobre el resultado de los modelos y la calidad de los trabajos BIM, Asegurará la compatibilidad de los modelos entre las disciplinas BIM
- **Modelador BIM.** Especialista en su disciplina, Experiencia en procesos de diseño o de obra, Entregará información específica para cada modelo con las herramientas bajo la metodología BIM, Exportación de modelo 2D y 3D, Manejo de protocolos de diseño y estandarización dentro del modelo BIM, Manejo de calidad de los entregables

5.1.3 Soportes transversales a la operación. Dentro de los procesos y procedimientos para la ejecución de un proyecto se requiere integrar y comprometer las áreas trasversales de la organización basados en la metodología BIM, sobre un modelo gerencial con los procesos de la “Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”.

Estas áreas estarán identificadas dentro del alcance, el plazo, los costos, la calidad, los recursos, las comunicaciones internas y externas del proyecto, los riesgos del proyecto para la compañía, los interesados, las adquisiciones (perfiles técnicos con experiencia BIM, Tecnología basada en la metodología BIM) y por último la integración del proyecto como resultado final e importante para los interesados y el cliente final.

De acuerdo con Trejos:

La planificación se enmarca sobre la dirección de como:

- a. El arte de liderar, administrar y controlar recursos y plazos limitados para generar un producto, servicio o resultado con requisitos previamente acordados.
- b. Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este.

Las áreas del conocimiento que comprende la dirección de proyectos, acorde al PMBOK® 5ta edición, son 10:

Integración
Alcance

¹³ PARRA, Camilo. ¿Qué son los stakeholders?, qué tipos existen y de qué manera impactan a una empresa. rockcontent.com [Sitio Web] España. 2019. Sec. Publicaciones. [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-un-stakeholder/>

Tiempo
 Costos
 Calidad
 Riesgos
 Recursos Humanos
 Adquisiciones
 Comunicación
 Stakeholders

El *Project Management* es una disciplina que se desempeña en distintas industrias, en todos los niveles y que plantea la obtención de mejores resultados en los proyectos a desarrollar, mediante una serie de buenas prácticas.

El *Project Manager* (director, gerente o jefe de proyecto) es un profesional del área de la dirección de proyectos y es el responsable último del resultado del proyecto. Además, debe tener las siguientes cualidades, expuestas en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Competencias, habilidades y responsabilidades de un Project Manager

Competencias	Responsabilidades	Aspectos de las responsabilidades
➤ Estratégicas	➤ Iniciar el proyecto	➤ Administrativas
➤ Gerenciales	➤ Planificar el proyecto	➤ Legales
➤ Operacionales	➤ Dirigir, supervisar e integrar el proyecto	➤ Comerciales
➤ Interpersonales y sociales	➤ Controlar el proyecto	➤ Logísticos
➤ Liderazgo y coaching	➤ Terminar y cerrar el proyecto	➤ Relaciones Humanas
➤ Negociación y solución de conflictos		➤ Documentales
➤ Técnicas asociadas al producto/resultado del proyecto		➤ Estratégicos

Fuente: Trejo, Carvajal Nicolas. Trabajo de grado. Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. Santiago de Chile.

Fuente: Polanco, A (2017)

Expuestos los conceptos de Project Management y Project Manager, se procede con definir la planificación y control, desde la perspectiva de proyectos de ingeniería y construcción.

- Planificación: “proceso iterativo que entrega como resultados un plan de trabajo para lograr los objetivos, cumplir los requisitos y satisfacer las expectativas al mínimo costo y/o plazo” (Polanco, A., 2017). Determinan alcances, responsables, objetivos, actividades y recursos.
- Control: “habilidad para influir y dirigir el desempeño de algunas actividades o procesos hacia un resultado deseado y preestablecido” (Polanco, A., 2017). Consta de las etapas de seguimiento (recopilación de datos del trabajo real realizado y su análisis con el plan) y acción (toma de decisiones y acciones para corregir desempeño).¹⁴

¹⁴ TREJOS CARVAJAL. Op. Cit. p 43

5.1.4 Perfiles profesionales dentro del equipo de trabajo BIM. Para la planificación y control del proyecto es necesario evaluar los procesos que tienen un impacto económico dentro de la organización y que afecta de manera indirecta al proyecto y también afecta en la oferta tanto para la organización como para el cliente.

En las siguientes tablas se evaluarán los valores salariales para estas categorías según información de la “Cámara Colombiana de la Infraestructura¹⁵”. En el resultado del ejercicio se podrán identificar los perfiles que se proponen par el organigrama dentro de la implantación del modelo BIM, evaluados con costo y tiempo para el proyecto y que deben ser incluidos dentro del presupuesto inicial, que llamaremos de ahora en adelante el presupuesto “0” (Tabla No. 5).

Tabla 1. Personal Profesional año 2012

Tabla de Tarifas vigentes a 2012, según resolución 0000747 de 1998 del Ministerio de Transporte				
TARIFAS: PERSONAL PROFESIONAL				
# CATEGORIA	CARGOS CATEGORIAS PROFESIONALES	EXPERIENCIA		SALARIOS
		General	Específica	
Categoría 1	Funciones de Director o Especialista de Proyectos	>=12 Años	>=10 Años	\$ 8.730.000
Categoría 2	Funciones de Director o Especialista de Proyectos	>=10 Años	>=8 Años	\$ 6.653.000
Categoría 3	Experiencia Técnica y Administrativa para Especialista de Proyectos	>= 8 Años	>= 5 Años	\$ 5.814.000
Categoría 4	Experiencia Técnica y Administrativa para Especialista de Proyectos	>= 6 Años	>= 4 Años	\$ 4.781.000
Categoría 5	Experiencia Técnica y Administrativa para Residente de Proyectos	>= 4 Años	>= 3 Años	\$ 4.311.000
Categoría 6	Profesional	>= 3 Años	>= 1 Años	\$ 3.845.000
Categoría 7	Profesional	>= 2 Años		\$ 2.907.000
Categoría 8	Profesional	< 2 Años		\$ 2.743.000

Fuente: CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA. La CCI es una asociación gremial empresarial que promueve el desarrollo socioeconómico a través de una infraestructura. [Sitio Web] Bogotá D.C.CO. Sec. Publicaciones. [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/zyEfBil>

¹⁵ CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA. La CCI es una asociación gremial empresarial que promueve el desarrollo socioeconómico a través de una infraestructura.. [Sitio Web] Bogotá D.C.CO. Sec. Publicaciones. . [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/zyEfBil>

Tabla 4. Resultado del ejercicio – Personal profesional - consultoría – año 2019

TARIFAS: PERSONAL PROFESIONAL - AÑO 2019				
# CATEGORIA	CARGOS CATEGORIAS PROFESIONALES	EXPERIENCIA		SALARIOS
		General	Especifica	
Categoría 0	Funciones de Gerencia General, Dirección, Financiera, Administrativa	>=25 Años	>=15 Años	\$ 25.000.000
Categoría 1	Funciones de Director o Especialista de Proyectos	>=12 Años	>=10 Años	\$ 11.606.261
Categoría 2	Funciones de Director o Especialista de Proyectos	>=10 Años	>=8 Años	\$ 9.002.002
Categoría 3	Experiencia Tecnica y Administrativa para Especialista de Proyectos	>= 8 Años	>= 5 Años	\$ 7.830.345
Categoría 4	Experiencia Tecnica y Administrativa para Especialista de Proyectos	>= 6 Años	>= 4 Años	\$ 6.277.466
Categoría 6	Profesional	>= 3 Años	>= 1 Años	\$ 5.178.479
Categoría 7	Profesional	>= 2 Años		\$ 3.933.386
Categoría 8	Profesional	< 2 Años		\$ 3.646.732

Fuente: Elaboración Propia. Sobre la investigación y estudios de análisis para perfiles profesionales del área técnica empresa piloto (Gomez Cajiao SAS)

Tabla 5. Presupuesto "0" – Recursos profesionales para diseño de edificaciones y de infraestructura con METODOLOGÍA BIM

6. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN											
6.1 IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS DE PROCESO											
6.1.1 ESTRATEGIAS – ALTA GERENCIA											
PRESUPUESTO "0" - RECURSOS PROFESIONALES PARA DISEÑO DE UNA EDIFICACIÓN CON METODOLOGÍA BIM											
# CATEGORIA	CARGO	PERFIL	DISCIPLINA	No. DE RECURSOS	EXPERIENCIA		TARIFA SEGÚN SU PERFIL Tabla 4.	ASIGNACIÓN PROYECTO	TIEMPO DEL PROYECTO (en meses*)	COSTO	
					General	Específica				X MES	COSTO PROYECTO
Categoría 1	Gerente BIM	Ingeniero o Arquitecto	Gerencia General	1	>=12 Años	>=10 Años	\$ 11.606.261	50%	6	\$ 5.803.131	\$ 34.818.783
Categoría 2	Director BIM	Ingeniero o Arquitecto	Gerencia Operativa	1	>=10 Años	>=8 Años	\$ 9.002.002	50%	6	\$ 4.501.001	\$ 27.006.005
Categoría 3	Coordinador BIM	Ingeniero o Arquitecto	Gerencia Operativa	1	>= 8 Años	>= 5 Años	\$ 7.830.345	100%	6	\$ 7.830.345	\$ 46.982.072
Categoría 4	Modelador BIM1 Profesional	Arquitecto. Experiencia técnica y Certificada en BIM	Arquitectura	1	>= 6 Años	>= 4 Años	\$ 6.277.466	100%	6	\$ 6.277.466	\$ 37.664.798
	Modelador BIM1 Profesional	Ingeniero Civil. Experiencia técnica en diseño de estructuras y en BIM	Estructuras	1			\$ 6.277.466	100%	6	\$ 6.277.466	\$ 37.664.798
Categoría 5	Modelador BIM2 Profesional	Ingeniero con Experiencia técnica en diseño Hidráulico, Eléctrico y Mecánico y en BIM	MEP	3	>= 4 Años	>= 3 Años	\$ 5.660.355	100%	6	\$ 5.660.355	\$ 101.886.391
Categoría 6	Modelador BIM1 Tecnólogo	Tecnólogo con certificación BIM	MEP	3	>= 3 Años	>= 1 Años	\$ 5.178.479	100%	6	\$ 5.178.479	\$ 93.212.624
Categoría 7	Modelador BIM2 Tecnólogo	Tecnólogo	ARQ, EST, MEP	5	>= 2 Años		\$ 3.933.386	100%	6	\$ 3.933.386	\$ 118.001.588
										Total Área Operativa	\$ 497.237.060

*.-Numero estimado en tiempo (meses) para la duración de la Ejecución de los Diseños

**.-MEP. RevitMechanical, Electrical&Plumbing, más conocido simplemente como Revit MEP, es un programa de ordenador que forma parte de la familia de herramientas del entorno de trabajo BIM (Building Information Modeling) desarrolladas por la compañía Autodesk. En Línea. <https://es.dima.com/para-que-se-utiliza-revit-mep/>

Fuente: Elaboración Propia. Sobre la investigación, procesos de medición de un proyecto y estudios de análisis para perfiles profesionales del área técnica empresa piloto (Gomez Cajiao SAS)

5.2 CONCLUSIONES SOBRE EL ANALISIS DEL OBJETIVO ESP. 1

Dentro de las conclusiones para el cierre de esta primera Fase, se tienen desarrollados los perfiles gerenciales y técnicos para establecer dentro del organigrama de proyecto estos recursos con una asignación estimada en tiempo para el proyecto de acuerdo con su rol.

Para la metodología de investigación elaborada para esta monografía (Investigación bibliográfica) se caracteriza que el BIM juega un papel importante dentro de la gestión de proyectos basado en el modelo PMBOK®, para la dirección de proyectos ya que según las características de la metodología permite mejorar los procedimientos de la dirección de proyectos y así llegaríamos al “objetivo específico 1” referenciado con **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**.

Entre las principales ventajas del uso del BIM para la dirección de proyectos tenemos:

- Comunicación asertiva y entendimiento de los objetivos del proyecto con el alcance que el cliente ha solicitado.
- Registro documental y manejo de información
- Desarrollo de los modelos paramétricos en tiempo real
- Integración del modelo y actualización en tiempo real
- Coordinación para detección de interferencias (durante el desarrollo de la ingeniería)
- Prevención de cambios y eliminación de versiones de ingeniería
- Vinculación de actividades dentro del modelo paramétrico y planificación de los recursos no previsto durante el inicio del proyecto evitando retrabajos
- El tener un modelo paramétrico del proyecto desde el inicio ayuda a la dirección del proyecto el control sobre el avance de forma clara y detallada con el estado actual del informe de avance en tiempo y costo.
- Mejorar en la calidad de los productos siendo efectivos en la versión del proyecto
- Ganancia en la cadena de valor del proyecto

Las desventajas que se han detecto durante la investigación con el uso del BIM para la dirección del proyecto tenemos:

- Es importante identificar la lista de los stakeholders para la elaboración de un “Plan de Comunicación”, para adquirir compromisos y dar cumplimiento a cada rol y responsabilidad del equipo de trabajo, esto debido a que no todos tienen la misma experticia o conocimiento de la metodología BIM.

- En el desarrollo de la planificación al inicio del proyecto es importante oficializar la metodología de trabajo con BIM y como serán los procedimientos para su ejecución. Esto debe estar estandarizado en el Plan de Ejecución BIM (PEB).
- Tener identificado dentro del proyecto los costos asociados a las capacitaciones del equipo de trabajo para actualización de programas y que podría tener inconvenientes dentro de los participantes del equipo de trabajo o de Alta Gerencia.

De acuerdo con TREJOS:

Es importante recalcar que muchas prácticas del Project Management utilizan a BIM como una herramienta de mejora, y no necesariamente significa un cambio total en la forma de ejecutar las practicas. BIM genera importantes cambios en la forma de trabajo, debido a la interacción entre las partes, pero igualmente tiene su génesis en prácticas necesarias para la construcción que la disciplina de la dirección de proyectos ya ha identificado. Es por ello por lo que BIM y el Project Management son complementarios, y este último puede utilizar a BIM como una poderosa herramienta para mejorar las practicas. BIM no es un sustituto.

De igual forma, la llamada “Industria 4.0” requiere generar cambios tecnológicos a los procesos de la industria de la construcción, los cuales son reconocidos por incluir practicas antiguas y muchas veces “artesanales”, se encuentra adoptar BIM (junto con los softwares y hardware relacionados) para así lograr subirse al carro del progreso.¹⁶

¹⁶ TREJOS CARVAJAL. Op. Cit. p 108 y 109

6 PLAN DE EJECUCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM – OBJETIVO ESPECÍFICO 2

6.1 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Para el objetivo específico 2 se tiene como propósito “Caracterizar en la herramienta para la metodología BIM; los procesos de la gestión de proyectos que intervienen para la ejecución y cuantas áreas impactan en la gestión de costos, tiempo y calidad del producto final”.

Dentro de la investigación realizada para la elaboración de esta monografía se encontraron varios fundamentos teóricos para una Gerencia de Proyectos **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**. También a nivel mundial se habla de las Normas ISO 21500, que se explican a continuación:

6.1.1 Norma ISO 21500. Son normas internacionales alineadas con la gestión de proyectos como guía para la orientación dentro de una organización. Para mayor énfasis la podemos describir en el ANEXO C.

6.1.2 El proyecto basado en la: “Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”

La **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**, nos dice que un proyecto *“Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, un servicio o un resultado único”*.

Las áreas que contemplan la ejecución de un proyecto según esta guía son las siguientes:

- A. **Gestión del Alcance:** Conocimiento del contrato y de la Oferta. (Comercial y Jurídica)
- B. **Gestión de los Plazos:** Conocimiento del tiempo de ejecución del proyecto. (Comercial, Gerencia Operativa, Planificación y control del proyecto)
- C. **Gestión de los Costos** (Comercial, Financiera y Planificación)
- D. **Gestión de los Recursos** (Contratación, Perfiles Profesionales, Calidad, Capacitaciones)
- E. **Gestión de las Comunicaciones** (Operación, Calidad y Recursos Humanos)
- F. **Gestión de los Riesgos del Proyecto** (Comercial, Gerencia General, Control Proyecto)
- G. **Gestión de las compras, contratación y adquisiciones** (Área Tecnológica para adquisición y actualización de programas para el modelo BIM, Calidad y Operación)
- H. **Gestión de los Interesados** - Patrocinador (Gerencia General, Director de Proyecto, El cliente)

- I. **Gestión de la Integración** (director de proyecto, Coordinador BIM, Calidad, Equipo de Trabajo BIM). En el capítulo 6 de esta monografía se describe esta etapa más detallada, donde se identifican los roles y responsabilidades de la etapa de operación y será integrada dentro de las conclusiones del capítulo 7 para la Fase 2 de la investigación.

Ahora bien. Según PROJECT EXECUTION PLANING GUIDE. “la investigación sobre las buenas prácticas del PMBOK® Vs. La Metodología BIM, el BIM se define como una metodología aplicada a los proyectos de construcción en todo su ciclo de vida.

Es habitual encontrar en la bibliografía de temas BIM las referencias al PMBOK® y la norma ISO-21500. Resulta evidente que estas buenas prácticas son aplicables a la gestión de proyectos con BIM”.¹⁷

Para poder entender la relación que el BIM tienen con el PMBOK® lo analizaremos en el Anexo B de este trabajo de grado.

6.1.3 Errores identificados en la planificación de un proyecto. Este estudio de caso se desarrolló con base en la información obtenida en una empresa (Gomez Cajiao SAS) de consultoría en diseño e interventoría con 45 años de experiencia y que, a lo largo del desarrollo de sus procesos tiene identificados los siguientes errores de planeación.

Principalmente, desde hace dos años donde iniciaron la implementación de la metodología BIM en su organización, se detectaron los siguientes inconvenientes o errores de planeación:

- Abordar la integración sin tener la experiencia, el conocimiento ni la preparación de la metodología BIM
- No tuvieron en cuenta los perfiles profesionales, como tampoco las áreas que debían ser involucradas en el proceso
- Resistencia al cambio
- Primero adquirieron los programas sin investigar ni analizar los conocimientos de los profesionales ante los softwares adquiridos.
- Capacitar a un determinado equipo de trabajo sin analizar las necesidades como tampoco las prioridades.

- No contaban con un asesor experto en la metodología dentro de la adquisición

- Dependieron de un proveedor

¹⁷ PROJECT MANGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK®. 6. Ed. Estados Unidos, El Instituto. 2017. p 75. ISBN 9781628251944

- No contaban con un proceso de trabajo para la implementación
- No contaban con un proceso para medición de calidad
- No existía compromiso de las gerencias operativas y por ello no contaban con un plan de implementación

6.1.4 Conclusiones sobre el análisis del objetivo esp. 2. La dirección de proyecto o la norma ISO-21500, debe estar incluida dentro de la bibliografía para la metodología BIM y el PEB, ya que hace parte integral de la Gestión del Proyecto.

Se debe elaborar una metodología de trabajo para los lineamientos de la metodología BIM, donde se tiene claro que, a través del tiempo y la experiencia adquirida en esta implementación, esta metodología debe ir cambiando para una acción de mejora continua dentro del proceso de calidad.

Se debe elaborar un informe de seguimiento y estado actual dentro de la implementación del modelo BIM a nivel empresarial.

Se debe fundamentar los lineamientos y estándares de calidad bajo el modelo del **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”** y la Norma ISO 21500¹⁸.

El principal motivo para la implementación del modelo BIM, en la planificación y control del proyecto, es el mejoramiento continuo sobre los procesos y los beneficios que se desarrollan durante la evolución del proyecto.

Se deben elaborar buenas prácticas con el usos de las herramientas para la metodología BIM, el papel del Gerente del Proyecto, del contratista de obra y del cliente es el de la adopción de un equipo BIM, quienes serán los encargados de tener el entendimiento del alcance y con su experiencia darán el valor agregado a la organización de tal manera que la empresa se familiarizará con las herramientas de esta metodología de trabajo y asignado recursos tanto humano como económico desde el inicio del proyecto.

Debido a la complejidad de la metodología BIM es importante incluir dentro de la gestión del proyecto, los riesgos no considerados dentro del análisis de la oferta y del equipo BIM.

La inclusión de la metodología BIM incrementa el alcance, los recursos, la calidad, las comunicaciones y las adquisiciones a gestionar un proyecto sin esta metodología.

¹⁸ VERÁSTEGUI, J. Óp. Cit. p 41

7 EJECUCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM A NIVEL GERENCIAL – OBJETIVO ESPECIFICO 3

“Estimar los procesos alineados a los costos de la implementación en la gerencia de proyectos de construcción por medio de un organigrama gerencial bajo la metodología BIM para determinar el impacto que tendrá en el promotor, el constructor y el cliente final” será el objetivo final de esta investigación.

Dentro de la elaboración de la investigación para tener el conocimiento de cómo se debe implementar una metodología BIM en una organización basada sobre un proyecto piloto; tenemos los siguientes conocimientos que debe ser claves para la Gerencia de un Proyecto bajo esta Metodología de trabajo.

Se debe llevar a cabo la implementación de acuerdo con los términos para los procesos BIM que hemos analizado tanto en la Fase 1 como en la Fase 2 de esta investigación, tomando como referente una empresa piloto con una gran trayectoria a nivel de consultoría e interventoría nombrado en el capítulo anterior.

Para esta investigación la firma Gómez Cajiao SAS, será el proyecto piloto para la finalización de los objetivos de esta monografía. En el Anexo A se incluye la carta de autorización de la firma para ser tomada como referente para la entrega del Trabajo de grado.

7.1 HISTORIA DE GÓMEZ CAJIAO SAS.

Gómez Cajiao es una compañía de servicios de ingeniería multidisciplinaria, enfocada en ofrecer soluciones integrales a sus clientes para el desarrollo de proyectos exitosos en Colombia y en la región de América Latina.

A lo largo de sus más de 45 años de historia, Gómez Cajiao se ha posicionado y es reconocida por su compromiso con la excelencia en ingeniería, su ética profesional, el cumplimiento de los objetivos de sus clientes y por estar a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos y las mejores prácticas empresariales.

En el 2018 entró a formar parte del grupo SETEC, multinacional francesa de ingeniería de 60 años, y cuenta con las redes de conocimiento y experiencia de sus 35 filiales a nivel mundial.

7.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA

Desde el inicio del proyecto el gerente debe saber **Analizar** el estado actual de la organización. En el Anexo B se presenta un desarrollo del trabajo investigativo que se realizó a la empresa para conocer el estado de los procesos de implementación de la metodología BIM.

Una vez se identificaron los procesos que presentan falencias en la consecución de los trabajos, la empresa iniciara el plan de acción enfocándose en las capacitaciones del personal para el equipo de trabajo del área de “Análisis, programación de obra y Presupuestos” para mitigar los inconvenientes que se están presentando.

Se debe seguir con el plan de trabajo de acuerdo con los resultados de la “Evaluación de Madurez BIM” (Anexo B); para así poder diagramar los procesos de implementación, medir los resultados y elaborar el plan de acción informando a los principales involucrados.

La elaboración de los planes para las áreas transversales a la operación es de alta importancia dentro de la organización y del análisis de costos para esta implementación. Áreas como la de Recursos Humanos, Comunicaciones, Calidad y tecnología deben ser valoradas para realizar el Plan de Formación dentro de las tareas de la implementación.

7.2.1 Conclusiones sobre el análisis del objetivo esp. 3

- Se debe documentar todo el seguimiento del proyecto, basado en un **Informe** de estado actual del avance del proyecto implantado ya con la metodología BIM. En el Anexo C se encuentra el informe desarrollado por expertos para la evaluación de la empresa.
- Tener **Priorizadas las necesidades del proyecto**, tales como adquisición de programas, equipos de cómputo, capacitaciones de implementación de la metodología de trabajo sobre el PEB inicial del proyecto.
- Tener el **Diagrama de Procesos** sobre la metodología BIM
- Tener los **Estándares** sobre los Procesos técnicos del proyecto
- Dentro del área comercial y la gerencia del proyecto se deben tener los **Resultados** del ejercicio para implementar la metodología BIM dentro de las ofertas económicas para nuevos proyectos.

Dentro de la integración y planeación del presupuesto “0” se debe incluir los costos que generaran las áreas transversales para el proyecto con una asignación porcentual dentro de sus roles y responsabilidades, descritos e identificados en la Tabla No. 6. Esto con el fin de ir interpolando todas las áreas y procesos necesarios para la ejecución del modelo BIM dentro de una organización.

Tabla 6. Recursos profesionales transversales a la operación

6. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN								
6.1 IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS DE PROCESO								
6.1.4 SOPORTES TRANSVERSALES A LA OPERACIÓN								
PRESUPUESTO "0" - RECURSOS PROFESIONALES TRANSVERSAL A LA OPERACIÓN								
ÁREA GERENCIAL	SECTOR	# CATEGORIA	TARIFA SEGÚN SU PERFIL Tabla 4.	A SIGNACIÓN PROYECTO	TIEMPO DEL PROYECTO (en meses*)	COSTO X MES	COSTO DE CATEGORÍA	COSTO DEL PROCESO
GESTIÓN DE ALCANCE	Área Jurídica	Categoría 3	\$ 7.830.345	10%	1	\$ 783.035	\$ 783.035	\$ 5.983.635
	Área Comercial	Categoría 2	\$ 9.002.002	30%		\$ 2.700.601	\$ 2.700.601	
	Gerencia General	Categoría 0	\$ 25.000.000	10%		\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	
GESTIÓN DE PLAZOS	Área Comercial	Categoría 2	\$ 9.002.002	5%	1	\$ 450.100	\$ 450.100	\$ 1.344.286
	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	5%		\$ 580.313	\$ 580.313	
	Área de Planificación y Control	Categoría 4	\$ 6.277.466	5%		\$ 313.873	\$ 313.873	
GESTIÓN DE COSTOS	Área Financiera	Categoría 3	\$ 7.830.345	5%	6	\$ 391.517	\$ 2.349.104	\$ 7.714.222
	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	5%		\$ 580.313	\$ 3.481.878	
	Área de Planificación y Control	Categoría 4	\$ 6.277.466	5%		\$ 313.873	\$ 1.883.240	
GESTIÓN DE RECURSOS	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	5%	1	\$ 580.313	\$ 580.313	\$ 7.236.107
	Área Financiera	Categoría 3	\$ 7.830.345	5%		\$ 391.517	\$ 391.517	
	Área Recursos Humanos	Categoría 3	\$ 7.830.345	50%		\$ 3.915.173	\$ 3.915.173	
	Área de Calidad	Categoría 3	\$ 7.830.345	30%		\$ 2.349.104	\$ 2.349.104	
GESTIÓN COMUNICACIONES	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	5%	1	\$ 580.313	\$ 580.313	\$ 3.712.451
	Área de Calidad	Categoría 3	\$ 7.830.345	30%		\$ 2.349.104	\$ 2.349.104	
	Área Recursos Humanos	Categoría 3	\$ 7.830.345	10%		\$ 783.035	\$ 783.035	
GESTIÓN DE RIESGOS	Gerencia General	Categoría 0	\$ 25.000.000	5%	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000	\$ 3.624.700
	Área Comercial	Categoría 2	\$ 9.002.002	10%		\$ 900.200	\$ 900.200	
	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	10%		\$ 1.160.626	\$ 1.160.626	
	Área de Planificación y Control	Categoría 4	\$ 6.277.466	5%		\$ 313.873	\$ 313.873	
GESTIÓN COMPRAS, CONTRATACIÓN Y/O ADQUISICIONES	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	5%	1	\$ 580.313	\$ 580.313	\$ 5.207.471
	Área Financiera	Categoría 3	\$ 7.830.345	5%		\$ 391.517	\$ 391.517	
	Área de Planificación y Control	Categoría 4	\$ 6.277.466	5%		\$ 313.873	\$ 313.873	
	Área de Tecnología	Categoría 4	\$ 6.277.466	50%		\$ 3.138.733	\$ 3.138.733	
	Área de Calidad	Categoría 3	\$ 7.830.345	10%		\$ 783.035	\$ 783.035	
GESTIÓN INTERESADOS	Gerencia General	Categoría 0	\$ 25.000.000	5%	1	\$ 1.250.000	\$ 2.500.000	\$ 14.106.261
	Dirección de Proyecto	Categoría 1	\$ 11.606.261	50%		\$ 5.803.131	\$ 11.606.261	
	El cliente		\$ -			\$ -	\$ -	
Total Área Transversal							\$ 48.929.133	

*.-Numero estimado en tiempo (meses) para la duración de la Ejecución Administrativa para el proyecto, Se proyecta a través del tiempo del proyecto

Fuente: Elaboración Propia. Sobre la investigación y estudios de análisis para perfiles profesionales del área técnica empresa piloto (Gomez Cajiao SAS). Este análisis se incluirá dentro de los costos transversales (Administrativos) del proyecto

8 CONCLUSIONES

8.1 CONCLUSIONES GENERALES

El consultor o gerente del proyecto debe tener claro conocimiento del manejo de los recursos. El éxito radica en la excelencia de su gerencia y ello evidentemente implica un efectivo sistema de gestión que permita tener información correcta y oportuna para asegurar la calidad de las decisiones. Es por ello por lo que es importante que este perfil gerencial estudie, practique y conozca la herramienta para la metodología BIM y todos los valores agregados que esta metodología le imponga al proyecto desde la idea o la necesidad de ejecutar dicho proyecto. El fin de este perfil es el de poder comunicar los beneficios que conlleva la metodología BIM para un proyecto hacia el constructor, el cliente final y presentar ante la organización el desarrollo gerencial técnico y financiero. A continuación, se identifican estos beneficios para cada equipo gerencial del proyecto.

Figura 11. Beneficios de la Implementación – Metodología BIM

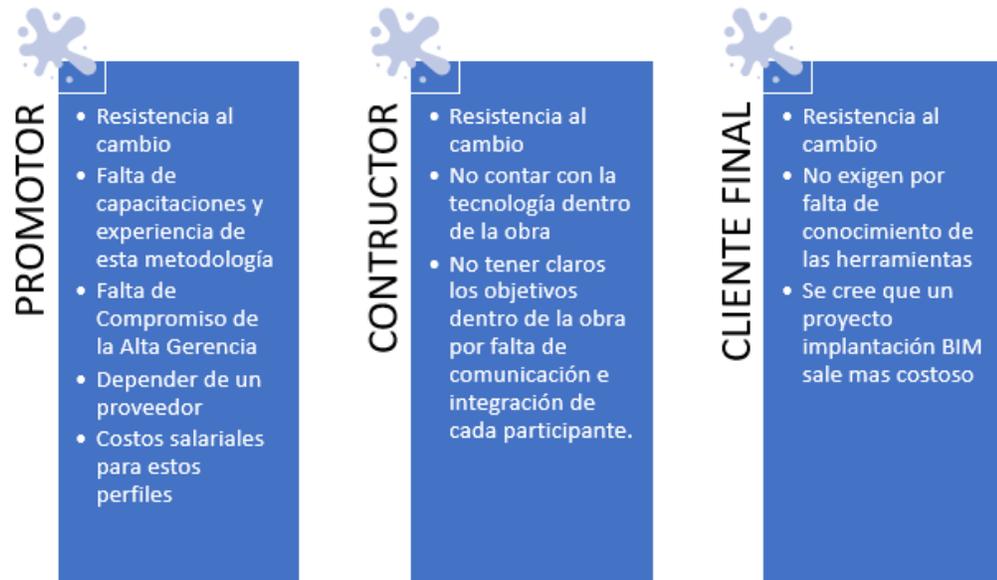


Fuente: Elaboración Propia basada en la investigación.

Es por ello por lo que la base para la implementación de cualquier metodología de trabajo para una organización debe estar direccionada sobre la **“Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®”**, basada en la Gestión de Proyectos. Así mismo, continuar con el desarrollo de cada fase nombradas en el transcurso de esta investigación para la aplicación de esta metodología BIM, de

esta forma se determinan los conocimientos necesarios para logra que un gerente tenga las bases necesarias para su implementación del modelo. Se tiene en cuenta dentro de la implementación las dificultades o limitaciones de cada equipo gerencial del proyecto las cuales deben ser tenidas en cuenta dentro del proceso de gestión. A continuación, se nombran las limitaciones encontradas durante esta investigación.

Figura 12. Limitaciones de la Implementación – Metodología BIM



Fuente: Elaboración Propia basada en la investigación

El gerente del proyecto debe incluir en su planificación los objetivos específicos que llevarán con éxito una entrega operativa al cliente directo, donde en ellas se analice:

- La duración del proyecto con el desarrollo BIM
- Los costos del proyecto incluyendo los gastos de capacitación y herramientas BIM
- Los recursos técnicos del proyecto (Profesionales y programas)
- Los recursos legales del proyecto
- Las normas y leyes que se deben aplicar en el proyecto que impliquen costos hacia el proyecto
- La administración del proyecto

A través de esta investigación se han identificado y determinado las etapas o fases de implementación de la metodología BIM para una organización en el sector de consultoría, esta empresa puede ser privada o pública (aplica para las dos), para estos dos tipos de organizaciones deben estar divididas en Estrategia, Operación y Soporte.

8.2 CONCLUSIONES PARA CADA OBJETIVO ESPECIFICO

8.2.1 Conclusión Objetivo Especifico 1. “Conocer el equipo de trabajo que intervendrá en la implantación BIM”. Tener claro el análisis de la organización. Tener identificada la estructura organizacional, el tipo de proyecto, el ciclo de vida del proyecto, tener claros los productos y servicios, tener documentado el 100% del proyecto, identificar las necesidades desde el inicio del proyecto, contar el personal idóneo para el proyecto. Se evidencia la experiencia en planificación y control de alcance, tiempo, costo y calidad, siendo esta última área de menor conocimiento incluyendo también los procesos en el área de presupuestos de obra (Capex y Opex)

8.2.2 Conclusión Objetivo Especifico 2. “Planificar y elaborar un Plan de Trabajo basado en la implementación de la metodología BIM”. Tener priorizados los servicios y los productos desarrollados dentro de la organización, Identificar las etapas del proyecto basado en la metodología de trabajo, identificar los recursos humanos y todos los materiales necesarios para su ejecución, tener identificado, definido el programa de trabajo, hacerle seguimiento continuo, ir ajustando el programa incluyendo los costos para identificar a tiempo alguna necesidad o imprevisto que se tenga valorado según el análisis de los riesgos del proyecto elaborado por el área comercial al inicio de la negociación, tener definida la evaluación con la que se medirá el proyecto para el éxito de la implantación, tener compromiso por las áreas transversales al proyecto. Se cree positivo el uso de la metodología BIM correspondiente a una metodología de trabajo. Esto identifica que el BIM se entiende como una forma de trabajar por sobre un conjunto de programas o un modelo para métrico.

8.2.3 Conclusión Objetivo Especifico 3. Saber preparar las ofertas técnicas relativas a la implementación BIM. Documentar los resultados de los ejercicios anteriores ante todo el equipo para desarrollar mesas de trabajo en compañía del gerente del proyecto para acordar temas específicos de la negociación.

Respecto a los costos, se observa la diferencia en el uso del BIM sobre las finanzas y los valores estimados para un proyecto. Esto está condicionado al tipo de proyectos que se ejecuten debido a la necesidad de diseñadores expertos en temas específicos del proyecto, a programas o software especiales para la modelación de alguna disciplina o al número de participantes en el proyecto que requieran un área específica dentro del organización adicionando costos de arriendo, infraestructura y tecnología.

9 RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones resultado de esta investigación, se encontraron una serie de aspectos que se pueden implementar dentro de una organización como parte del desarrollo de calidad para fortalecer y mejorar los temas desarrollados sobre la implementación de la metodología BIM desarrollado con base a una organización enfocada en la consultoría e interventoría, como también en organizaciones para el sector de la construcción:

- A. “Seleccionar y priorizar las necesidades del servicio o del producto”. Realizar informes de seguimiento mensuales para cada área de la organización.
- B. “Llevar continuidad con la implementación de la metodología de trabajo de acuerdo con los términos acordados en la reunión de inicio del proyecto”.

Saber preparar un Plan de Implantación BIM, seguir la metodología de trabajo, ir actualizando el plan de implementación según los resultados de avance y compromiso con los involucrados, responsabilizar al equipo principal del proyecto, diagramar los procesos, ir documentando todos los hallazgos, sean positivos o negativos como parte de las lecciones aprendidas, medir los resultados, realizar informe según lo vea necesario el gerente del proyecto para hacer seguimiento.

- C. Tener conocimiento sobre los diagramas de proceso de cada área y de su integración, elaborar un manual para el plan de compras y de contratación para identificar los tiempos que se requieran para estas adquisiciones y que forman parte también de la implementación de los procesos para la metodología, Elaborar un manual de formación para los procesos, capacitaciones y comunicaciones.
- D. Con ayuda del área de calidad, elaborar los procedimientos para estandarizar todos los procesos de la compañía. Evaluar los inconvenientes que resultaron a través del desarrollo de las tareas para poder hacer el análisis de las causas, documentar las formaciones o capacitaciones sobre los programas adquiridos para el proyecto. Capacitar al equipo piloto para transmitir a los demás colaboradores las experiencias de la implementación.

BIBLIOGRAFIA

ARKITECNICO. FIDE es un Formato de Intercambio de Datos en la Edificación común a los distintos agentes del sector de la construcción, que facilitará el intercambio de información entre ellos, independientemente de las aplicaciones informáticas que utilicen. [Sitio Web] Colombia. 2019. [Consultado.22,julio, 2019] Disponible en: <http://arquitectniko.blogspot.com/2011/05/formato-intercambio-datos-edificacion.html>

CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA. La CCI es una asociación gremial empresarial que promueve el desarrollo socioeconómico a través de una infraestructura. [Sitio Web] Bogotá D.C.CO. Sec. Publicaciones. [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/zyEfBiI>

COLOMA PICO, Eloi. Introducción a la tecnología BIM. [Repositorio Digital]. Barcelona. Publicado por Departamento d'Expressió Gráfica Arquitectónica I, 2008. p 120 ISBN-13:978-84-9549-44-9, ISBN-10: 84-95249-44-8. Versión electrónica: <https://cutt.ly/ayRqsqv>

LLORENS MONTES, Francisco Javier. Gestión de la calidad empresarial. En: Descuadrando.com [Sitio Web]. España. Sec. Documental. 2019 [Consultado 12, octubre, 2019]. Disponible en: http://descuadrando.com/Calidad_empresaial

LOPEZ RUIZ, Leidy. Planteamiento de una estrategia de inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño. [Repositorio Digital] Trabajo de grado. Magister en Construcción. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo Bogotá, D.C. 2017, p.xx. [Consultado. 22, octubre, 2019]. Archivo PDF. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/59134/7/LeidyL.L%C3%B3pezRuiz.2017.pdf>

MEDINA, Rosa. Ubicación, emplazamiento, implantación. En: SlideShare.net [Sitio Web]. España. Sec. Documental. Diap. 14. 2015 [Consultado 12, octubre, 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/nustagonzalez/ubicacin-emplazamiento-implantacin>

PARRA, Camilo. ¿Qué son los stakeholders?, qué tipos existen y de qué manera impactan a una empresa. rockcontent.com [Sitio Web] España. 2019. Sec. Publicaciones. [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-un-stakeholder/>

PROJECT MANGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - - PMBOK®. 6. Ed. Estados Unidos, El Instituto. 2017. p 75. ISBN 9781628251944

QUICENO CARDONA, Mauricio Alberto. IPD (INTEGRATED PROJECTS DEVELOPMENT). Propuesta para la implementación del IPD (Integrated Project Delivery) en la construcción de proyectos de infraestructura pública en Colombia. [Sitio Web] Colombia. 2017. [Consultado. 22, julio, 2019] Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12090>

SAMAME, Roxana. LEAN CONSTRUCTION: está basado en la gestión de proyectos de construcción siguiendo los principios de la mejora continua y el Lean Manufacturing. [Sitio Web] Colombia. 2019. [Consultado 22, julio, 2019] Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-o-Construccion-sin-Perdidas-83>

SANCHEZ ORTEGA, Agustín. LOD podría definirse como una escala que informa hasta qué punto se ha desarrollado un elemento del modelo (geometría + información). En: Espacio BIM [Sitio Web] Bogotá. 2016. Sec Documentos [Consultado. 25, octubre, 2019]. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/que-es-el-lod-nivel-de-detalle/>

SINNAPS. Definición de Metodología de trabajo. [Sitio Web] Estados Unidos. 2019. [Consultado. 22, julio, 2019] Disponible en: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-de-un-proyecto>

SPINETTI DINI, Antonio. Diseño 3D: Presentación de Arquitectura y Diseño de Interiores de Próxima Generación. (2016) [Sitio Web] Venezuela. [Consultado 22, julio, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/1yRqmFJ>

STRUCTURALIA. PEB – Plan de Ejecución BIM. Explica la metodología, los sistemas, los procedimientos, los equipos que van a intervenir en determinado proyecto. [Sitio Web] Bogotá. D.C.CO. Sec. Doc. (2019). [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: <https://cutt.ly/myRqTRo>

TREJO CARVAJAL, Nicolas Andres. Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y Construcción. [Repositorio Digital] Trabajo de grado. Ingeniero Civil. Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas. Dpto de Ingeniería Civil. Santiago de Chile. 2018, p.145. [consultado 22, octubre,2019]. Archivo PDF. Disponible en: <https://cutt.ly/5yEfzXi>

VERASTEGUI, J. NORMA ISO 21500. [Sitio Web] Ecuador. (28-mayo-2014). [Consultado. 22, septiembre,2019] Disponible en: http://www.iso-21500.es/sites/default/files/ficheros_adjuntos/charla_congreso_pmi_ecuador.pdf

ANEXOS

Anexo A.

Tipología de trabajo para elaboración de metodología BIM

<p>A. IPD (Integrated Projects Development).</p> <p>Es una metodología que integra personas, sistemas, estructuras de negocio y prácticas en un proceso de colaboración que enmarca los talentos y las ideas de todos los participantes para optimizar los resultados, añadirle valor, reducir desperdicios y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción del proyecto. - Mediante el IPD, los miembros del equipo trabajan juntos y están comunicados durante todo el proceso de diseño y construcción. Profesionales que tradicionalmente no se comunicaban, ahora lo hacen y en el proceso evalúan como el diseño y los componentes afectarán (o serán afectados) por decisiones de campo y otros componentes. El concepto IPD (Integrated Project Delivery)¹⁹ nace por la constatación de la pérdida de productividad del sector de la construcción principalmente a partir de los años 60 y 70. De forma resumida se establece que esta baja productividad ha repercutido para el cliente final en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Retrasos de entrega de proyectos ○ Sobre costo respecto a los presupuestos iniciales ○ Salas relaciones entre los actores del proyecto (owner, architect, general constructor).²⁰ 	<p>C. LEAN CONSTRUCTION</p> <p>“Conocido también como “construcción sin pérdidas”. Esta metodología se desarrolla con el fin de abordar las causas de muchos de los problemas que limitan la eficiencia en la construcción, centrándose en la reducción de las pérdidas a lo largo del flujo productivo, cuya función es minimizar o eliminar todas aquellas fuentes que impliquen pérdidas, entendiendo que estas pérdidas conducen a una menor productividad, menor calidad, más costes, etc.”²¹</p>
--	--

¹⁹ Ibid., P. 15

²⁰ QUICENO CARDONA, Mauricio Alberto. IPD (INTEGRATED PROJECTS DEVELOPMENT). Propuesta para la implementación del IPD (Integrated Project Delivery) en la construcción de proyectos de infraestructura pública en Colombia. [Sitio Web] Colombia. 2017. [Consultado. 22, julio, 2019] Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12090>

²¹ SAMAME, Roxana. LEAN CONSTRUCTION: está basado en la gestión de proyectos de construcción siguiendo los principios de la mejora continua y el Lean Manufacturing. [Sitio Web] Colombia. 2019. [Consultado 22, julio, 2019] Disponible en: <https://bsqinstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-o-Construccion-sin-Perdidas-83>

<p>D. FIDE – FORMATO DE INTERCAMBIO DE DATOS EN LA EDIFICACIÓN</p> <p>Esta iniciativa es la interoperabilidad de datos de la edificación española. Pretende facilitar la implementación del código técnico (normativa de calidad) y permitir el flujo de datos entre los agentes del sector AEC incluyendo empresas profesionales y a la administración pública, tanto del gobierno central como de las comunidades autónomas independientemente de las aplicaciones informáticas que utilicen.</p> <p>Permitirá una gestión, control y tratamiento de la información más ágil y segura, obteniéndose una reducción de los recursos utilizados por todos los agentes y en especial por las Administraciones Públicas para la gestión de la documentación generada durante el proceso de la edificación.</p> <p>Según las investigaciones, España ha sido uno de los países con más avance a nivel de capacitación y utilización de la metodología BIM, es por ello que tomo como premisa este campo de acción para realizar la investigación de los objetivos de este trabajo.²²</p>	<p>E. Metodología para la coordinación de diseños técnicos en proyectos de construcción para vivienda de mediana complejidad en Bogotá apoyado en medios digitales</p> <p>Este planteamiento metodológico propuesto por el arquitecto Alejandro Vela suponen un análisis conciso de la información primaria desde el ejercicio de preliminares del proyecto en donde especialidad por especialidad se constata la aprobación de los requerimientos mínimos como insumo inicial para el modelado de los proyectos y pasar a la fase de modelación de los mismos para con ello lograr un número exacto de cuantías de materiales y la reducción de errores por colisiones no detectadas en la etapa preliminar de la fase de diseño.</p> <p>El sistema metódico que el arquitecto Alejandro Vela propone, consta de un planteamiento de validadores en cada fase de diseño, que permiten, a través de un sistema de chequeo la aprobación y verificación desde el insumo documental. Para pasar a cada fase o tener una corrección, la información debe ser diligenciada con precisión para ser aprobada, este sistema supone un proceso de revisión y registro documental de cada actividad con formatos meticulosamente elaborados para adaptarlos a cualquier tipo de compañía.²³</p>
--	--

²² ARKITECNICO. FIDE es un Formato de Intercambio de Datos en la Edificación común a los distintos agentes del sector de la construcción, que facilitará el intercambio de información entre ellos, independientemente de las aplicaciones informáticas que utilicen. [Sitio Web] Colombia. 2019. [Consultado.22,julio, 2019] Disponible en: <http://arquitectniko.blogspot.com/2011/05/formato-intercambio-datos-edificacion.html>

²³ LOPEZ RUIZ, Leidy. Planteamiento de una estrategia de inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño. [Repositorio Digital] Trabajo de grado. Magister en Construcción. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo Bogotá, D.C. 2017, p.xx. [Consultado. 22, octubre, 2019]. Archivo PDF. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/59134/7/LeidyL.L%C3%B3pezRuiz.2017.pdf>

Anexo B.
Gestión de integración entre el BIM y el PMBOK®

<p>Integración: El Plan de Ejecución BIM (PEB), son los estándares para elaborar un proyecto con BIM. Muchos directores no poseen la experiencia de la metodología BIM, por lo tanto, no ven la importancia del PEB. En el proyecto debe tener desde el inicio un plan de dirección con la inclusión del PEB, integrado para realizar el seguimiento durante la planeación y el control del proyecto.</p>	<p>Alcance: La integración es clara y definida en la metodología BIM, todo enlazado de acuerdo con las necesidades del proyecto, del alcance técnico y lo que espera el cliente como parte de sus entregables. Existen plantillas y modelos que sirven como punto de partida para la elaboración del PEB. Es decir, la integración entre el PMBOK® y el BIM.</p> <p>Estos requisitos utilizados para la integración de alcance servirán para la ejecución de los objetivos del proyecto con el uso de la aplicación del BIM para definición de alcance.</p>
<p>Cronograma: Este cronograma no debe confundirse con los tipos de modelo BIM (LOD) dentro de la gestión del tiempo.</p> <p>El cronograma es la descripción para el desarrollo de las etapas en los modelos que poco a poco van siendo construidas de acuerdo con el tiempo y sus predecesoras.</p> <p>El cronograma es la programación de los productos para el proyecto. No se debe confundir con el proyecto en sí.</p> <p>El PEB agenda unas entregas parciales que deben estar parametrizadas entre las disciplinas y el coordinador BIM será el encargado de realizar los procesos convenientes para el desarrollo de los modelos según la necesidad y el input. Todo este trabajo debe estar basado a la experticia del coordinador sobre la metodología del trabajo.</p>	<p>Costos: al igual que en la etapa del cronograma es importante no confundir los costos con el tipo de LOD (LOD 500).</p> <p>En esta área se debe prever que la información cumple con todos los requisitos fijados dentro del flujo de trabajo para así evitar, retrasos y modificaciones.</p> <p>Se han definido los sistemas de documentación, archivo y protocolos de trabajo, esta área es la más desarrollada dentro de los procesos del PMBOK®.</p>
<p>Recursos: hace también parte importante dentro de los procesos del PMBOK®. La gestión de la coordinación BIM requiere un equipo de trabajo especializado en la experiencia de la modelación bajo estos parámetros. Los roles asignados al proyecto requieren de un personal altamente especializado y que requiere mejoramiento continuo en capacitaciones</p>	<p>Comunicaciones: como la metodología BIM es un trabajo colaborativo entre el equipo, áreas transversales y área técnica es importante elaborar un plan de comunicación. Para así poder identificar las responsabilidades y compromisos de cada área.</p>

<p>para seguir incorporándolos dentro de los proyectos con estas características.</p> <p>Dentro del PEB deben especificarse estos perfiles para la correcta gestión del proyecto. Como también los software y equipos tecnológicos asociados a los trabajos y programas utilizados.</p>	<p>Dentro del plan de comunicación se puede adquirir programas flexibles con la metodología BIM, como es el caso del SharePoint, BIM360, entre otros., en estos programas se puede compartir en tiempo real la información del proyecto para que tanto el director, como el equipo de trabajo y el cliente puedan acceder a la plataforma y revisar alguna información relevante del proyecto en su última actualización y correr el riesgo de revisar información obsoleta.</p> <p>También se puede programar reuniones de coordinación BIM dentro del PEB para temas puntuales de seguimiento y control para el proyecto.</p>
<p>Riesgos: Este tema no se trata aún dentro de la metodología BIM y hace parte esencial del PMBOK®, identificar los riesgos no es nada complicado debido al equipo de trabajo experto que interviene dentro del proyecto y se puede integrar dentro de la metodología de trabajo.</p> <p>El director de proyecto BIM es el que asigna las funciones y las responsabilidades de gestionar y controlar estos riesgos asociados al proyecto. Esta gestión puede influir en el resultado de los objetivos del proyecto dentro de la organización.</p>	<p>Adquisiciones: La importancia del área de Recursos Humanos dentro del equipo de trabajo es esencial para el avance a los compromisos y es la de gestionar correctamente las adquisiciones. El PEB no suele incluir esta área, queda dentro de las áreas transversales al proyecto pero que, si debe estar incluidas dentro de los costos asociados al proyecto, los procesos del PMBOK®, puede ayudar a gestionar las adquisiciones del personal de una manera exitosa.</p>
<p>Interesados: en el PEB se identifican los sponsors dentro de la gestión BIM, estos personajes son capaces de influir dentro del proyecto de manera indirecta pero el resultado de su intervención puede afectar el avance o la gestión del proyecto.²⁴</p>	

²⁴ Ibid. p 130

Anexo C. Norma ISO 21500

Cuando hablamos de la norma ISO 21500 estamos haciendo referencia al conjunto de indicaciones o pautas sobre Dirección y Gestión de Proyectos. Estas pautas concretan la forma en la que una compañía gestiona sus normas en relación con los proyectos, los procesos, los tiempos o los riesgos entre otros. La norma ISO 21500 ha sido elaborada como una guía cuyo objetivo principal es conseguir dar una orientación a las organizaciones en su gestión. Por ello, la norma ISO 21500 no incluye requisitos como tal y no ha sido elaborada con ningún tipo de fin de certificación. Esta es una de las cuestiones que difiere con el estándar de sistemas de gestión de calidad, ISO 9001, el cual ofrece una descripción de los procedimientos y sistemas que se recomiendan a las compañías para la mejora de los procesos y cuestiones operacionales²⁵.

“El principal objetivo de la norma ISO 21500 es recomendar a las distintas compañías una forma profesional de elaborar los proyectos cumpliendo con los estándares más exigentes, demandados por el mercado global. Esta norma ofrece una descripción de alto nivel acerca de los diferentes conceptos y procesos que componen las buenas prácticas en dirección y gestión de proyectos. Dado que ofrece una descripción de alto nivel sobre conceptos y proyectos, los nuevos directores de proyectos junto con los gerentes con experiencia pueden servirse de la norma ISO 21500 para lograr una mejora del éxito del proyecto y la consecución de resultados empresariales. La estructura de la norma ISO 21500 continua con las directrices de la “**Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos - PMBOK®**”, el ya conocido estándar del PMI²⁵. Esta estructura posibilita la aplicación genérica en cualquier empresa independientemente del tamaño o sector en el que opere.

Los beneficios de la aplicación de norma ISO 21500 en la compañía incluyen:

- a. Fomento de la transferencia de conocimientos entre proyectos y organizaciones.
- b. Mejora de las condiciones de ejecución de las diferentes etapas de los proyectos.
- c. Fomentar los procesos de licitación y su eficiencia.
- d. Promoción del uso de una terminología de gestión de proyectos coherente.
- e. Aumento de la flexibilidad de los trabajadores de gestión de proyectos.
- f. Adecuación de la capacidad de los equipos de proyecto para su trabajo en entornos internacionales.

Como conclusión podríamos decir que adecuarse a lo que dispone la norma ISO 21500 supone avanzar hacia la internacionalización, adaptándose a las nuevas condiciones de globalidad en los mercados, sobre todo en un entorno de eficiencia y sostenibilidad que parte de una buena integración y una coordinación eficaz.²⁶

²⁵ PMI: El Project Management Institute (PMI) es una organización estadounidense sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos. Desde principios de 2011, es la más grande del mundo en su rubro, dado que se encuentra integrada por cerca de 500 000 miembros en casi 100 países. Autor. Wikipedia. [Sitio Web]. San Francisco California. Año 2015 [Consultado. 12, septiembre, 2019] Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Project_Management_Institute

²⁶ VERASTEGUI, J. NORMA ISO 21500. [Sitio Web] Ecuador. (28-mayo-2014). [Consultado. 22, septiembre,2019] Disponible en: http://www.iso-21500.es/sites/default/files/ficheros_adjuntos/charla_congreso_pmi_ecuador.pdf

Anexo D. Carta autorización



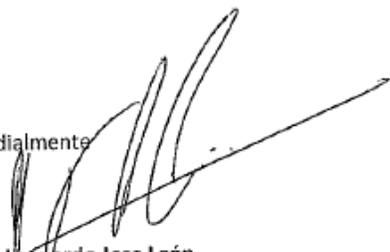
20/09/2019

Señores
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD AMERICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ARQ. MARÍA MARGARITA ROMERO ARCHBOLD
Director Especialización
Ciudad.

Asunto: **Autorización información empresarial para estudio e investigación Trabajo de Grado**

Sirva este oficio para autorizar a la señora SANDRA MILENA LEYTON FERNANDEZ identificada con la cedula de ciudadanía No.65746231 de Ibagué; a tomar la información necesaria de la empresa para fines académicos y de investigación referentes al trabajo de grado como parte de los requisitos necesarios para otorga el título de ESPECIALISTA EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS, y que la información utilizada será exclusivamente para desarrollar su monografía y no debe ser utilizado para otros fines.

Cordialmente


Ing. Leonardo Jose León
Gerente Mejoramiento y Desarrollo
GOMEZ, CAJIAO y ASOCIADOS S.A.S.

CO-GCA-HSEQ-FDR-024
Rev.2

Página 1 de 1

Tel (+571) 4322880
Transversal 23 No 97-73, Of. 707
Bogotá, Colombia
www.gomezcajiao.com

Anexo E. Evaluación de madurez BIM

Evaluación de Madurez BIM

Bienvenido a la evaluación de madurez BIM de Ingeniería Asistida por Computador S.A.S.

Según el Foro Económico Mundial (WEF) la industria de la construcción afronta grandes retos relacionados con márgenes bajos, riesgos altos y procesos desconectados; proponen la digitalización de los procesos como la solución y entienden BIM como el vehículo adecuado para este fin.

BIM se define como el proceso usado en la industria de la construcción que permite a todos los involucrados trabajar sobre un único modelo digital del proyecto de forma colaborativa y concurrente.

El objetivo de este ejercicio es que usted pueda conocer el nivel de madurez de los procesos BIM de su empresa respecto a los estándares más aceptados a nivel mundial y recibir recomendaciones que pueden ser de su utilidad.

Estimamos que 20 minutos serán necesarios para la solución del cuestionario que está formado por cinco categorías: tecnología, organización, personas, estándares y procesos

Los resultados de su evaluación y las sugerencias serán enviadas a su correo electrónico. Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones para el desarrollo del ejercicio:

* Al responder las preguntas, por favor hágalo desde la posición de la empresa y no desde su situación personal.

* Para liderar el ejercicio de evaluación relacionada con la madurez BIM de la empresa, por favor seleccione a una persona de la organización que tenga conocimiento sobre procesos BIM y la estrategia de la organización.

* Se sugiere hacer esta como una actividad en grupo en donde se incluyan las personas que conozcan los diferentes procesos: tecnología, organización, recurso humano y procesos.

* La objetividad con que responda las preguntas es muy importante.

Agradecemos al referente BIM internacional Bilal Succar por autorizar el uso de su matriz de madurez BIM como referencia.

La reproducción total o parcial de esta herramienta no está autorizada.

!Esperamos que los resultados y sugerencias sean de utilidad para su empresa!



SIGUIENTE

Página 1 de 16

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Autorización tratamiento datos personales

INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADOR S.A.S – IAC S.A.S., identificada con el NIT 811.004.721, con domicilios en: Carrera 63B # 32E -25 Oficina 206 en Medellín (Antioquia.) y Carrera 11 # 73-44 Oficina 803 en Bogotá (Cundinamarca) y pagina web www.iac.com.co, será responsable del tratamiento de datos personales y, en tal virtud podrá recolectar, almacenar y usar la información aportada con el fin de: 1) Suministrar detalles sobre nuestros productos y servicios 2) Enviar información sobre seminarios, talleres y demás servicios de IAC 3) Medir la calidad de nuestros servicios y productos 4) Generar informes o estadísticas internas y externas. 5) Difundir información de tipo comercial, publicitaria o promocional sobre nuestros productos y/o servicios, con el fin de impulsar, invitar, dirigir y ejecutar nuestro despliegue publicitario. Las anteriores actividades se podrán realizar a través de correo electrónico, dispositivo móvil (celular) o a través de cualquier medio análogo y/o digital de comunicación.

Si estas interesado en continuar recibiendo nuestra información corporativa, te invitamos a que conozcas tus derechos como titular del dato: a) Acceder de forma gratuita a los datos proporcionados que hayan sido objeto de tratamiento b) Solicitar la actualización y rectificación de su información frente a datos parciales, inexactos, incompletos, fraccionados, que induzcan a error o a aquellos cuyo tratamiento este prohibido o no haya sido autorizado c) Solicitar prueba de la autorización otorgada d) Presentar ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) quejas por infracciones a lo dispuesto a la normatividad vigente e) Revocar la autorización y/o solicitar la supresión a menos que exista un deber legal o contractual que haga imperativo conservar la información. Estos derechos los podrás ejercer a través de los canales o medios dispuestos por IAC, en el correo electrónico info@iac.com.co.

Por todo lo anterior, he otorgado mi consentimiento expreso a IAC, para que trate mi información personal de acuerdo con la política de Tratamiento de Protección de Datos Personales dispuesta por IAC en <https://www.iac.com.co/politica-de-tratamiento-de-datos-personales/>. Manifiesto que la presente autorización me fue solicitada y puesta de presente antes de entregar mis datos y que la suscribo de forma libre y voluntaria una vez leída en su totalidad.

¿Está de acuerdo? *

Sí

No



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 2 de 16

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Información General

Nombre *

SANDRA

Apellido *

LEYTON

Empresa *

Por favor, introduzca el nombre de su empresa con letra mayúscula.

GOMEZ CAJIAO SAS

Actividad económica de la empresa *

- Edificaciones (construcción de edificios residenciales y no residenciales)
- Obras civiles (infraestructura)

Número de empleados en la empresa *

- Micro: 1-10 empleados
- Pequeña: 11-50 empleados
- Mediana: 51-200
- Grande: 200+

Cargo en la empresa *

- Gerente General

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Cargo en la empresa *

- Gerente General
- Gerente de Proyecto
- Director Técnico
- Director de Diseño
- Director de Obra
- Arquitecto Diseñador
- Ingeniero Diseñador
- Coordinador
- Otros: _____

Correo Electrónico *

Introduzca un e-mail válido al cual se le puedan enviar sus resultados y contactar en caso de ser necesario

sleyton@gomezcajiao.com

Número de Celular *

Introduzca un número de celular donde se le pueda contactar en caso de ser necesario

3204127820

País *

Seleccione el país donde se encuentra ubicada la empresa

Colombia ▼

Ciudad *

Bogota| _____



Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Tecnología

En esta sección se busca conocer el nivel de madurez de la empresa en relación con las herramientas de software, hardware, redes y conectividad. En relación con la conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.



Con respecto a los computadores y equipos para procesos BIM:

*

- A. Tienen especificaciones inferiores a las recomendadas por el fabricante del software.
- B. Además de cumplir especificaciones recomendadas, son afinados para un desempeño adecuado (drivers de video adecuados, etc).
- C. El hardware es considerado como una inversión que permite conseguir los objetivos de desempeño por proyecto. Hay inversiones en hardware para facilitar la movilidad de las personas en los procesos en donde es requerido (sitio de obra, por ejemplo).
- D. Las inversiones en hardware se consideran fundamentales, están consideradas en los planes financieros y están alineados con objetivos de negocio.
- E. Se evalúan continuamente innovaciones que puedan mejorar el proceso BIM de la empresa (impresión 3D , realidad virtual, estaciones robóticas, etc).

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Con respecto a las redes y soporte para trabajo colaborativo: *

- A. La información de los proyectos se almacena en el computador de cada usuario.
- B. La información de todos los usuarios en el proyecto se almacena en un solo repositorio comunicado por una red local (LAN) sin algún esquema de restricción para acceso o modificación.
- C. La información de todos los usuarios del proyecto se almacena en un repositorio comunicado por una red local (LAN) con funcionalidad para gestión de versiones, respaldos programados y control de acceso por usuario.
- D. La información es almacenada en un repositorio común (CDE) web que es para este propósito específico. Cuenta con gestión de versiones, respaldos, control de acceso por usuario y posibilidad de configurar flujos de aprobación de cambios. La empresa cuenta con ancho de banda de internet adecuado para este propósito. Este sistema se integra con otros sistemas de la empresa.
- E. Las soluciones de conectividad son evaluadas continuamente en función de los avances tecnológicos. Las conexiones de red son habilitadoras para la gestión de conocimiento.

Las herramientas de software para diseño, análisis, cálculos, etc: *

- A. Son seleccionados por cada usuario de acuerdo con su criterio. No hay políticas claras sobre las herramientas a usar en cada proceso y sobre uso legal de licencias.
- B. Son seleccionados con base en una definición única de herramientas de software para uso al interior de la organización o equipos de proyecto.
- C. Son seleccionadas en función de los entregables requeridos para cada proceso (ejemplos: diseño, cuantificación, análisis, programación, etc). La posibilidad de generar intercambio de datos es obligatoria.
- D. Son seleccionados en función de los objetivos estratégicos de la empresa. Están sincronizados a lo largo de cada proyecto y estrechamente integrados con los procesos de negocio de la empresa.
- E. Para su selección, se evalúan nuevas tecnologías y las mejoras en las herramientas de software existentes para asegurar la alineación con los objetivos de negocio y las mejoras en productividad de los procesos actuales.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Organización

En esta sección se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia de la organización con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si la organización considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.



Con respecto a la visión y estrategia BIM: *

- A. No existe una declaración de visión ni definición de estrategia BIM.
- B. Existe declaración de visión y una estrategia BIM. No se han definido de acciones concretas a ejecutar.
- C. La visión y estrategia BIM son comunicadas y entendidas por la mayoría de los empleados. Hay un plan de acción concreto para la implementación.
- D. La visión BIM es compartida por todos los empleados y por los proveedores/contratistas. Los procesos BIM están integrados en la estrategia de la organización.
- E. La estrategia de implementación BIM es revisada continuamente y realineada con otras estrategias de la organización.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Con respecto a las nuevas oportunidades de negocio con base en el proceso BIM: *

- A. No se reconocen.
- B. Se reconocen pero no son explotadas.
- C. Son reconocidas y usadas por la empresa.
- D. Son evaluadas como parte de la ventaja competitiva y usadas para mantener y atraer nuevos clientes.
- E. Son buscadas de forma proactiva.

Con respecto a un foro, comité o reunión formal para revisar la ejecución de la estrategia BIM: *

- A. No se ha definido aún.
- B. Se programa cada que surge una urgencia o necesidad.
- C. Se ha definido pero no hay una estructura clara en función de los objetivos estratégicos BIM.
- D. Se ha definido y la estructura es clara. En esta reunión solo participan las personas relacionadas con BIM de la empresa.
- E. Se ha definido y la estructura es clara. En esta reunión participan diferentes áreas de la empresa. Para la empresa, BIM no se limita a un área o grupo en particular.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 5 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Personas

En esta sección se busca conocer la relevancia que da la organización a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se evalúa la claridad en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con BIM.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.



Con respecto a los programas de entrenamiento de su empresa para BIM: *

- A. No se han definido. El entrenamiento se considera un costo adicional.
- B. Los entrenamientos son ejecutados en función de la solicitud de cada usuario.
- C. Hay un programa en función de las competencias técnicas de cada rol.
- D. Hay un programa en función de las competencias técnicas y desarrollo de habilidades blandas (liderazgo, gestión, etc).
- E. Se evalúan las competencias de forma continua, se buscan nuevos métodos de aprendizaje. Se evalúan los contenidos de entrenamiento en función de los objetivos de negocio y evolución de las herramientas de software.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Con respecto a los roles y funciones BIM en su empresa: *

- A. No están definidos. Los resultados no son predecibles y dependen de los esfuerzos individuales.
- B. Hay una definición informal.
- C. Están definidos. Los resultados son consistentes en la mayoría de los proyectos.
- D. Están definidos claramente. Existe una cultura de trabajo en equipo, las personas tienen claridad sobre conceptos de trabajo colaborativo y gestión de proyectos. Los resultados son predecibles.
- E. Las prácticas de gestión de talento humano son continuamente revisadas y mejoradas.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 6 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Estándares

En esta sección se busca conocer la madurez de la organización en relación con los documentos, estándares y plantillas que son la base para BIM.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.



Con respecto a protocolos, guías y estándares BIM: *

- A. No existen. No hay control de calidad sobre los modelos ni la documentación.
- B. Existen guías básicas para la generación de modelos y su documentación. Existen objetivos definidos en relación con el control de calidad
- C. Existen guías detalladas. Existen guías para el control de calidad de entregables. Se monitorea el desempeño real de un proyecto.
- D. Las guías relacionadas con BIM están integradas a las políticas generales de la empresa.
- E. Las guías relacionadas con BIM son revisadas de forma continua en búsqueda de mejoras con base en el conocimiento ganado y los avances tecnológicos. Se hace auditoría sobre la adherencia de la práctica diaria a las guías.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Con respecto a la especificación de modelos (LOD): *

- A. Los modelos 3D presentan inconsistencias con relación al nivel de desarrollo.
- B. Existe una guía básica de definición de objetos 3D.
- C. Se tiene adoptado algún estándar que defina las especificaciones del modelo en función de la etapa del proyecto. Las guías son respetadas por el equipo de trabajo interno.
- D. Las guías son respetadas por el equipo de trabajo interno y por cualquier proveedor externo.
- E. Los modelos 3D y otros entregables son evaluados continuamente para mejora de los procesos.

Con respecto a los planes de ejecución por proyecto (BEP): *

- A. No existen.
- B. Existen guías básicas y cada proyecto tiene su propia estructura de BEP.
- C. Existen guías detalladas para la definición del BEP.
- D. Todos los proyectos inician con un BEP definido y compartido por todos los integrantes del equipo (internos y externos).
- E. Las plantillas para BEP son evaluadas de forma continua para incluir los aprendizajes ganados en cada proyecto ejecutado.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 7 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - General

Se evalúa si la empresa tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.



Con respecto a los procesos BIM de la empresa: *

- A. No están definidos.
- B. Existen definiciones básicas.
- C. Están definidos y documentados en diagramas de proceso, además son claros para todas las personas relacionadas con BIM. Se tiene definidos indicadores de desempeño a los cuales se hace revisión permanente.
- D. Están integrados con los demás procesos de la empresa.
- E. Se buscan continuamente oportunidades de mejora a los procesos y se cuenta con un protocolo para la adecuada revisión.

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - General

¿Su empresa realiza actividades de diseño y/o coordinación de disciplinas? *

Sí

No



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 9 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en el interior de Ingeniería Asistida por Computador. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#)

Google Formularios

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - Diseño y coordinación

Con respecto a los procesos de diseño y coordinación de disciplinas: *

- A. No existen. Cada modelador aplica sus conocimientos en el software sin procedimientos estandarizados.
- B. Existen guías básicas. La calidad y tiempo de entregables no son predecibles.
- C. Existen guías completas (protocolos, plantillas, familias, BEPS) de uso obligatorio. Se tienen definidos indicadores para el proceso.
- D. Los procesos de diseño y coordinación son integrados con base en estándares de trabajo colaborativo. Existen guías precisas para el manejo de solicitudes de cambios desde el sitio de obra de tal forma que el modelo pueda ser actualizado a la par del avance de la obra.
- E. Son documentados, integrados y constantemente actualizados con base en las últimas actualizaciones y modificaciones a los procesos con base en las experiencias adquiridas en proyectos previos.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 10 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - General

¿Su empresa genera cantidades de obra, estimados y/o presupuestos? *

Sí

No



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 11 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en el interior de Ingeniería Asistida por Computador. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#)

Google Formularios

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - Cantidades de obra, estimados y/o presupuestos

Con respecto a los flujos de trabajo y procesos para cantidades de obra, estimados y/o presupuestos: *

- A. No se han definido. Los cálculos se hacen con base en un promedio por metro cuadrado de proyectos similares.
- B. Existen flujos y procesos básicos. La precisión de los resultados depende de quien ejecute el proceso.
- C. Están bien definidos. Los modelos tienen la calidad en su geometría y los datos necesarios para ser la base del proceso de estimados y presupuestos. Los resultados son confiables y auditados.
- D. El sistema usado para estimados y presupuestos tiene conexión con el sistema de control de presupuestos o ERP de la empresa. Se hace auditoría y es posible hacer evaluación de impacto en riesgos, costos y tiempo en función de las solicitudes generadas en obra.
- E. Se buscan mejoras de forma continua en función de avances tecnológicos y aprendizajes adquiridos.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 12 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - General

¿Su empresa realiza programación de obra? *

Sí

No



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 13 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en el interior de Ingeniería Asistida por Computador. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#)

Google Formularios

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - Programación de obra

Respecto a los procesos para la programación de obra: *

- A. No se han definido. La programación se hace a criterio de cada responsable.
- B. Hay unos procesos básicos. No son claros para todo el equipo de trabajo.
- C. Los procesos están bien definidos y documentados. El proceso es predecible y se tienen indicadores a los cuales se hace seguimiento.
- D. Es posible conocer el estado de la obra en un modelo BIM. El cronograma tiene la capacidad de integrarse con el presupuesto del proyecto y es posible conectar el avance de la obra con el sistema contable para pago a contratistas y proveedores.
- E. Se buscan proactivamente actualizaciones, mejoras tecnológicas, y nuevas técnicas de programación combinadas con las experiencias adquiridas en proyectos previos.



ATRÁS

SIGUIENTE

Página 14 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - General

¿Su empresa realiza actividades de construcción? *

- Sí
- No



ATRÁS

SIGUIENTE

 Página 15 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

El formulario se creó en el interior de Ingeniería Asistida por Computador. [Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#)

Google Formularios

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/> Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Evaluación de Madurez BIM

*Obligatorio

Procesos - Control de obra

Respecto a los procesos en la etapa de construcción (control de presupuesto, programación, gestión de cambios y as-built): *

- A. No están bien definidos. Son procedimientos generales ejecutados a criterio de la experiencia de los residentes, el director y/o el coordinador de obra.
- B. Existen flujos y procesos básicos. Se siguen lineamientos muy generales que en ocasiones entorpecen la correcta ejecución del proyecto por falta de coordinación en los procedimientos.
- C. Están completamente definidos y son aplicables por todo el equipo de trabajo. Se cuenta con indicadores a los que se hace seguimiento continuo.
- D. Los procesos de obra se integran con los de diseño y coordinación haciendo uso de plataformas web colaborativas. Los cambios son gestionados de tal forma que el modelo es actualizado a la par del avance de la obra.
- E. Se buscan de forma constante nuevas tecnologías y mejoras en los procesos que permitan hacer el control de obra de una forma más integrada y colaborativa.



ATRÁS

ENVIAR

Página 16 de 16

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>. Fecha de la Evaluación: 19 de septiembre de 2019; Autor de la Evaluación: IAC – Ingeniería asistida por computador

Anexo F. Resultado evaluación de madurez BIM

GOMEZ CAJIAO SAS

Ubicación: Bogota, Colombia.
Contacto: SANDRA LEYTON
Cargo: Director de Diseño
Correo: sleyton@gomezcajiao.com
Teléfono: 3204127820



Resultados evaluación madurez BIM

09/19/2019

Introducción

Agradecemos el tiempo dedicado a la evaluación de madurez BIM de GOMEZ CAJIAO SAS. Este informe presenta los resultados que GOMEZ CAJIAO SAS obtuvo en relación a la madurez de sus procesos BIM y algunas sugerencias para ir al siguiente nivel.

Sugerimos hacer este ejercicio de revisión con la frecuencia que la mejora de sus procesos lo amerite. La implementación de las acciones sugeridas en este informe permitirá llevar a GOMEZ CAJIAO SAS al siguiente nivel.

Agradecemos al referente internacional BIM Bilal Succar por autorizar el uso de su matriz de madurez BIM como referencia.

La reproducción total o parcial de esta herramienta y su contenido no está autorizada.

IAC evalúa la madurez BIM en cinco ejes: procesos, tecnología, organización, personas y estándares.

1. Procesos

Se evalúa si GOMEZ CAJIAO SAS tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.

2. Tecnología

Se evalúa el nivel de madurez de GOMEZ CAJIAO SAS en relación con las herramientas de software, hardware y conectividad. En el aspecto de conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol.

3. Organización

Se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia general de GOMEZ CAJIAO SAS con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si GOMEZ CAJIAO SAS considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

4. Personas

Se evalúa la relevancia que GOMEZ CAJIAO SAS da a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se busca conocer principalmente la claridad que se tienen en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con BIM.

5. Estándares

La sección de estándares busca conocer la madurez de GOMEZ CAJIAO SAS en relación a los documentos, estándares y plantillas que son la base para la ejecución BIM.

Resultado general GOMEZ CAJIAO SAS

Los resultados generales muestran que su empresa obtuvo un porcentaje del 63% en la evaluación, lo cual sitúa su grado de madurez en Nivel 4: Integrado con relación al proceso BIM. La siguiente gráfica muestra los resultados para su empresa:



Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

Resultados y recomendaciones por categoría GOMEZ CAJIAO SA



1. Procesos

Madurez Nivel 3. Gestionado

Con respecto a los procesos BIM de la empresa:

La existencia de procesos BIM completamente definidos, comunicados, documentados, diagramados y asociados con indicadores de desempeño permiten que GOMEZ CAJIAO SAS pueda gestionarlos. Se recomienda integrar los procesos BIM con otros de la empresa (por ejemplo, control de costos y presupuestos, selección de recurso humano, gestión contable, etc) con el fin de articular el proceso BIM con los demás procesos estratégicos de la organización.

Con respecto a los procesos de diseño y coordinación de disciplinas:

La existencia de guías completas y su uso en los proyectos es fundamental para la gestión del proceso, la predicción de los tiempos de ejecución y la calidad de los entregables. El siguiente paso será garantizar que los procesos de diseño y coordinación puedan ser integrados a otros procesos tales como solicitudes de cambio, estimados y presupuestos, gestión documental, etc.

Con respecto a los flujos de trabajo y procesos para cantidades de obra, estimados y/o presupuestos:

Los flujos y definiciones básicas son indispensables para mejorar el proceso de generación de cantidades de obra y/o presupuestos en GOMEZ CAJIAO SAS. Las definiciones básicas presentan el problema de que los resultados dependen mucho de la experiencia con la cual cuente el encargado en la ejecución del proceso. Dicho lo anterior, se recomienda establecer unos procesos bien definidos y documentados, donde se determinen las condiciones del modelo BIM, la conexión con el sistema cantidades de estimados y presupuestos y el proceso mismo de cálculo de presupuestos.

Respecto a los procesos para la programación de obra:

La correcta definición y documentación del proceso no deja lugar a subjetividades sobre la ejecución de la programación de obra. El siguiente nivel requiere la integración del proceso de programación de obra con el modelo BIM. Además, el cronograma debe integrarse con el presupuesto y debe conectarse el avance de la obra con el sistema contable de GOMEZ CAJIAO SAS para llevar un control de los pagos a contratistas y proveedores.

Respecto a los procesos en la etapa de construcción (control de presupuesto, programación, gestión de cambios y as-built):

La definición básica de guías para el control de obra es un primer paso hacia la evolución en la madurez de estos procesos; sin embargo, seguir lineamientos muy generales puede entorpecer el control de obra y prestarse para múltiples interpretaciones. En este momento, GOMEZ CAJIAO SAS debe garantizar la correcta definición de estos procesos. Adicionalmente, se recomienda establecer indicadores respecto al control de obra sobre los cuales se pueda hacer seguimiento continuo.



2. Tecnología

Madurez Nivel 4. Integrado

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

Con respecto a los computadores y equipos para procesos BIM:

Que se integren las inversiones de hardware con los planes financieros de GOMEZ CAJIAO SAS es sinónimo de fortaleza organizacional; esto también muestra que la mentalidad de GOMEZ CAJIAO SAS es coherente. Un paso de madurez adicional se enfoca en buscar activamente soluciones tecnológicas que mejoren la calidad y eficiencia del equipo BIM para generar una ventaja competitiva, como la realidad virtual, realidad aumentada, estaciones totales robóticas, impresoras 3D, etc., siempre enfocado a la mejora de los servicios que ofrece GOMEZ CAJIAO SAS.

Con respecto a las redes y soporte para trabajo colaborativo:

Los esfuerzos de GOMEZ CAJIAO SAS por establecer y configurar adecuadamente un repositorio para el proyecto muestran un gran nivel de madurez. Una etapa de madurez superior involucra una herramienta que permita configurar, además del acceso controlado a la información y el versionado automático de archivos, los flujos de trabajo para la aprobación de cambios y la conexión con otros sistemas de la empresa. Adicionalmente, se deberá garantizar que contratistas y proveedores externos (cuando aplique) puedan tener acceso controlado a la información, lo cual implica contar con un repositorio basado en la nube. Todo lo anterior convertirá el repositorio de información en un CDE (Common Data Environment) para BIM.

Las herramientas de software para diseño, análisis, cálculos, etc:

Un proceso definido para la selección de herramientas de software en función de los usos BIM y entregables particulares de cada proyecto muestra una buena gestión del proceso. Se recomienda que GOMEZ CAJIAO SAS también seleccione las herramientas de diseño, cálculo, análisis, modelado, etc., en función de los objetivos estratégicos de la organización, de tal forma que las salidas de estos procesos puedan ser usadas en otros procesos de la empresa (gestión de obra, calculo de presupuestos, replanteo, control de calidad, etc).



3. Organización

Madurez Nivel 4. Integrado

Con respecto a la visión y estrategia BIM:

Una clara visión BIM, comunicada y entendida por las personas en GOMEZ CAJIAO SAS, además de las acciones en un plan concreto, son la base para gestionar los procesos a nivel organizacional. Ahora será necesario que esta sea compartida por todos los empleados y proveedores de servicios.

Con respecto a las nuevas oportunidades de negocio con base en el proceso BIM:

Evaluar nuevas oportunidades de negocio como parte de la ventaja competitiva, posiciona a GOMEZ CAJIAO SAS en un nivel de madurez alto respecto a la integración que tiene este proceso dentro de la organización. Se recomienda evaluar una integración mayor con áreas de innovación, mercadeo y ventas para la definición de nuevas oportunidades de negocio de forma proactiva.

Con respecto a un foro, comité o reunión formal para revisar la ejecución de la estrategia BIM:

La definición clara de los comités BIM es una ventaja que GOMEZ CAJIAO SAS debe aprovechar. Dado que no se tiene una estructuración formal de este foro, se recomienda definir una agenda con temas propios de GOMEZ CAJIAO SAS (por ejemplo, avances de proyectos, lecciones aprendidas, revisión de indicadores, oportunidades de mejora, exposición de algún tema nuevo que pueda aportar a la mejora de los procesos, etc); esto facilitará la integración de los procesos BIM con otros procesos de GOMEZ CAJIAO SAS.



4. Personas

Madurez Nivel 4. Integrado

Con respecto a los programas de entrenamiento de su empresa para BIM:

El buen esquema de entrenamientos de GOMEZ CAJIAO SAS define un programa en función de las competencias técnicas y el desarrollo de habilidades blandas que mantienen actualizados a los miembros del equipo de trabajo. Se recomienda evaluar de forma continua que los miembros del equipo tengan las competencias técnicas (para esto pueden apoyarse en programas de certificación de fabricantes de software) y las habilidades blandas necesarias para el rol.

Con respecto a los roles y funciones BIM en su empresa:

Si bien GOMEZ CAJIAO SAS muestra resultados consistentes mediante la formalización en la definición de roles y funciones, los resultados no siempre son predecibles. Para esto será necesario que GOMEZ CAJIAO SAS defina indicadores individuales y grupales que permitan hacer los ajustes necesarios para el logro de los objetivos de forma oportuna y con la calidad requerida para los entregables.



5. Estándares

Madurez Nivel 4. Integrado

Con respecto a protocolos, guías y estándares BIM:

La existencia de protocolos, guías y/o estándares definidos, así como guías para el control de calidad e indicadores de desempeño, hacen que se presente un buen nivel de madurez con relación a este punto. Se recomienda a GOMEZ CAJIAO SAS asegurar la articulación entre la documentación de protocolos, guías y/o estándares BIM con las políticas generales de la empresa para asegurar que la ejecución de los procesos BIM guarda alineación e integración con los demás procesos de GOMEZ CAJIAO SAS. A manera de ejemplo, los estándares usados para la generación del modelo deben ser compatibles con el proceso de estimados y presupuestos, de forma que estos dos procesos puedan ser integrados.

Con respecto a la especificación de modelos (LOD):

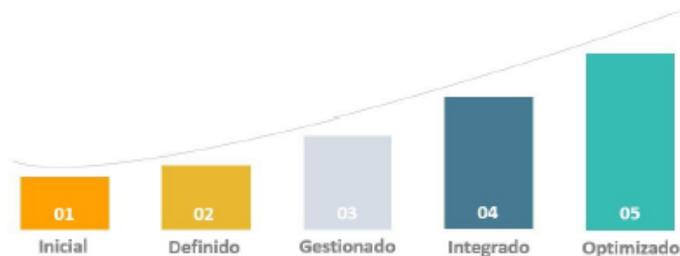
La adopción de un estándar para la definición de las especificaciones de gráficos y datos en los modelos BIM es esencial para garantizar entregas optimizadas que cuenten con la información necesaria para trascender a etapas posteriores del proyecto. Si bien al interior de la empresa ya se ha definido la adopción de este estándar LOD, se recomienda que GOMEZ CAJIAO SAS garantice que sus proveedores de servicios usen el mismo estándar con el fin de integrar todos los modelos, ganar consistencia en la ejecución de los proyectos y tener resultados predecibles aún en los casos en los que se tercerizan actividades. Se recomienda validar que la definición actual de LOD asegure la integración con otros procesos, por ejemplo, que el LOD con el cual se entregan los modelos permite una adecuada ejecución del proceso de estimados y presupuestos.

Con respecto a los planes de ejecución por proyecto (BEP):

Lograr que todos los interesados hagan uso del abordaje para los requisitos que se establecen en el BEP es sinónimo de calidad y transparencia en los proyectos. Esto además da pie a establecer mediciones de eficiencia y productividad para poder predecir resultados en proyectos futuros. GOMEZ CAJIAO SAS está en un momento de crecimiento en relación al BIM Execution Plan, y se recomienda hacer evaluaciones constantes a las guías para el desarrollo del BEP así como a las plantillas generadas con la finalidad de buscar posibles optimizaciones. Se recomienda a GOMEZ CAJIAO SAS validar que la definición de BEPs actuales cubre los requerimientos de otros procesos de la empresa (por ejemplo, presupuestos, programación, control de obra, aseguramiento de calidad, etc).

Interpretación de resultados

La evaluación de cada eje se basó en sus respuestas. Se dio el mismo peso a cada pregunta dentro de su eje. La siguiente imagen ilustra los niveles de madurez:



Nivel 1. Inicial (ad-hoc)

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

Rango porcentual: 0-19%

Se caracteriza por la ausencia de una estrategia y escasez de procesos definidos. Las herramientas se implementan de manera no sistemática. La adopción BIM se logra parcialmente y carece del apoyo de la gerencia. Si se logran, las capacidades de colaboración ocurren con poca o ninguna guía de procesos, estándares o protocolos. No hay una definición formal de los roles y responsabilidades.

Nivel 2. Definido

Rango porcentual: 20-39%

La implementación BIM está impulsada por la visión general de los altos directivos. La mayoría de los procesos y políticas están bien documentados y las oportunidades de negocios que surgen de BIM se identifican, pero no se aprovechan. Las pautas BIM están disponibles. La colaboración con los socios del proyecto sigue guías de procesos, estándares y protocolos de intercambio predefinidos. Las responsabilidades se distribuyen y los riesgos se mitigan a través de medios contractuales.

Nivel 3. Gestionado

Rango porcentual: 40-59%

Los empleados comprenden la visión BIM. La estrategia de implementación combina planes de acción detallados y mecanismos de monitoreo. Las oportunidades de negocio que surgen de BIM se utilizan por el área de Mercadeo e Innovación. Los roles BIM están definidos y los objetivos de rendimiento se logran. La información de los modelos 3D se gestiona a través de estándares detallados y planes de calidad.

Nivel 4. Integrado

Rango porcentual: 60-79%

La visión y estrategia BIM se integran con la estrategia y visión de la empresa. Los procesos y sistemas BIM se integran con otros procesos y sistemas de la empresa. Las oportunidades de negocios son parte de la ventaja competitiva. La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos y los entregables de modelado están integrados con los procesos de negocios. Los roles y objetivos BIM están incorporados en la organización. La productividad es consistente y predecible. Los estándares BIM se incorporan en la gestión de la calidad y los sistemas de mejora del rendimiento. La colaboración se caracteriza por la participación de agentes clave en las fases iniciales del ciclo de vida de los proyectos.

Nivel 5. Optimizado

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>

Rango porcentual: 80-100%

La estrategia y visión BIM se revisan y realinean continuamente con las de la de la empresa. Si se necesitan modificaciones a los procesos se implementan de manera proactiva. Las soluciones innovadoras y las oportunidades de negocio son buscadas y desarrolladas constantemente. La selección y uso de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad. Los entregables de modelado se revisan y optimizan para sacar provecho de las nuevas funcionalidades de software. La optimización de los datos, procesos y canales de comunicación es constante. Las responsabilidades de colaboración, los riesgos y las recompensas se revisan y realinean continuamente. Los modelos contractuales se modifican para lograr las mejores prácticas y el mayor valor para todos los interesados.

Contacto

Si GOMEZ CAJIAO SAS necesita apoyo para la implementación de las recomendaciones incluidas en este documento, no dude en contactarnos directamente en www.iac.com.co.

Usted y su empresa pueden adelantar los componentes de entrenamiento en el uso de herramientas de software en www.acaddemia.com



The logo for acaddemia features the lowercase letters 'acaddemia' in a bold, sans-serif font. The letters 'a', 'c', 'd', 'd', 'e', and 'm' are orange, while the letters 'a', 'd', 'd', 'e', and 'm' are black.

Fuente: <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim/>