



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS DEL USO DE BIM (BUILDING INFORMATION
MANAGEMENT) COMO NUEVA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE
LA CONSTRUCCIÓN COMPARANDO LA ETAPA DE DISEÑO,
SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN DE UN SISTEMA TRADICIONAL**

TUTOR

MsC. ING. VALENCIA BURGOS

AUTORES

KELLY ANGELINE CEDEÑO GUARANDA

GUAYAQUIL

2022



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Análisis del uso de BIM (Building Information Management) como Nueva Tecnología en la Industria de la Construcción Comparando la Etapa de Diseño, Seguimiento y Ejecución de un Sistema Tradicional.	
AUTOR/ES: Cedeño Guaranda Kelly Angeline	REVISORES O TUTORES: MsC. Ing. Ángel Alan Valencia Burgos
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel de Grado
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 141
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Metodología, BIM, tradicional, implementación, nuevas tecnologías.	
RESUMEN: <p>Este proyecto de investigación tiene como objetivo el análisis del uso e implementación de metodología BIM en un caso de estudio ya existente con metodología tradicional. Evaluando las variables principales como línea de tiempo y línea económica. En donde la autora realizará el análisis comparativo del presupuesto económico elaborado con metodología tradicional y otro con la implementación de metodología BIM. Permitiendo de tal manera, conocer y comparar las</p>	

características, ventajas y desventajas de ambos métodos. Así también, de forma experimental se elaborará un análisis para identificar el grado de implementación de metodología BIM y nuevas tecnologías en el sector de la construcción en la ciudad de Guayaquil. Otorgando como resultado la viabilidad del uso de nuevas metodologías como BIM para un ahorro económico, disminución de tiempos y gastos excesivos en el desarrollo de una obra civil.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
---------------------	--	-----------------------------

CONTACTO CON AUTOR/ES: Cedeño Guaranda Kelly Angeline	Teléfono: 0963211446	E-mail: kcedenog@ulvr.edu.ec kellycg20@gmail.com
---	--------------------------------	--

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mgtr. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde</p> <p>Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción</p> <p>Teléfono: 259-6500 Ext. 260</p> <p>E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. María Eugenia Dueñas Barberán</p> <p>Sub- decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción</p> <p>Teléfono: 259-6500 Ext. 209</p> <p>E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec</p>
------------------------------------	--

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICADO DE PLAGIO

Análisis del uso de BIM (Building Information Management) como Nueva Tecnología en la Industria de la Construcción Comparando la Etapa de Diseño, Seguimiento y Ejecución de un Sistema Tradicional.

Autor/a: Cedeño Guaranda Kelly Angeline

Metodología Bim

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

6 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ www.ecuadorinmediato.com

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

Atentamente

MsC. Ing. ÁNGEL ALAN VALENCIA BURGOS

Profesor Tutor del Proyecto de Investigación

C.I. 1204535775

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada **KELLY ANGELINE CEDEÑO GUARANDA**, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **ANÁLISIS DEL USO DE BIM (BUILDING INFORMATION MANAGMENT) COMO NUEVA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPARANDO LA ETAPA DE DISEÑO, SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN DE UN SISTEMA TRADICIONAL**, corresponde totalmente a ella y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**, según lo establece la normativa vigente.

Autora

Firma



KELLY ANGELINE CEDEÑO GUARANDA

C.I. 0931755185

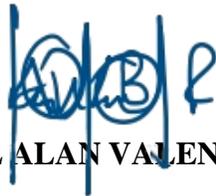
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **ANÁLISIS DEL USO DE BIM (BUILDING INFORMATION MANAGMENT) COMO NUEVA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPARANDO LA ETAPA DE DISEÑO, SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN DE UN SISTEMA TRADICIONAL**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la **UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS DEL USO DE BIM (BUILDING INFORMATION MANAGMENT) COMO NUEVA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN COMPARANDO LA ETAPA DE DISEÑO, SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN DE UN SISTEMA TRADICIONAL**, presentado por la estudiante **KELLY ANGELINE CEDEÑO GUARANDA** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERA CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente,



MsC. Ing. ÁNGEL ALAN VALENCIA BURGOS

C.I. 1204535775

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar este agradecimiento con honor y gloria a Dios, por darme la fuerza espiritual y la fe a mí misma, para creer que el ser humano puede lograr todo lo que se propone mientras trabaje arduamente en ello.

De la misma forma quiero agradecer a mi querida madre, la Sra. Gladys Elizabeth Guaranda Chancay, que no tan solo cumple ese papel importante en mi vida, sino también el ser mi mejor amiga, mi aliada y mi mejor compañera a lo largo de estos años de vida. Gracias a mi padre el Sr. Jorge Eduardo Cedeño Montes por ser mi mayor fuente de inspiración en el entorno de esta carrera, por ser la persona incondicional para impulsar mi crecimiento como mujer y como profesional. A mis hermanos, Darlin y Jorge, quienes a través de consejos y lágrimas me han hecho comprender su amor y ayuda incondicional.

Al Sr. Aarón Bardales quien es la persona especial en mi vida, que a lo largo de estos cinco años de carrera y relación supo apoyarme en todo momento, guiar también este proyecto de vida y anhelada meta como mejor amigo, compañero, enamorado y si Dios lo permite futuro esposo.

Gracias totales a familiares y amigos, profesionales docentes y amigos colegas que formaron de una u otra manera parte de este proyecto.

Con amor, Kelly Angeline Cedeño Guaranda

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres, quienes forman parte de mi cimentación perfecta para lograr cada una de mis metas. A mis hermanos, que con fuerza y sin miedo a nada juntos podemos lograrlo todo. A mi compañero de vida Aarón, gracias por ser y estar amor.

Dedicado a mí misma, como prueba de que ante adversidad, obstáculos y miedos lo puedo lograr todo si confié en Dios y en mí.

¡Familia, lo logramos...!

Con amor, Kelly Angeline Cedeño Guaranda

ÍNDICE GENERAL

<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>3</i>
<i>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</i>	<i>3</i>
<i>1.1 Tema</i>	<i>3</i>
<i>1.2 Planteamiento del Problema</i>	<i>3</i>
<i>1.3 Formulación del Problema</i>	<i>4</i>
<i>1.4 Sistematización del Problema</i>	<i>4</i>
<i>1.5 Objetivo General</i>	<i>5</i>
<i>1.6 Objetivos Específicos</i>	<i>5</i>
<i>1.7 Justificación</i>	<i>5</i>
<i>1.8 Delimitación del Problema</i>	<i>6</i>
<i>1.9 Hipótesis o Idea Para Defender</i>	<i>7</i>
<i>1.10 Línea de Investigación Institucional/Facultad.</i>	<i>7</i>
<i>CAPÍTULO II</i>	<i>8</i>
<i>MARCO TEÓRICO</i>	<i>8</i>
<i>2.1 Antecedentes</i>	<i>8</i>
<i>2.1.1 BIM</i>	<i>8</i>
<i>2.1.2 Nacionales</i>	<i>10</i>
<i>2.1.3 Internacionales</i>	<i>15</i>
<i>2.2 Marco Conceptual</i>	<i>18</i>
<i>2.2.1 Proyecto</i>	<i>18</i>
<i>2.2.2 Interesados o participantes de un proyecto</i>	<i>18</i>
<i>2.2.3 Dirección de proyectos</i>	<i>19</i>
<i>2.2.4 Ciclo de vida del proyecto en base a la metodología tradicional</i>	<i>21</i>
<i>2.2.5 Planificación y Ejecución de la Obra</i>	<i>22</i>
<i>2.2.6 Grupos de procesos</i>	<i>24</i>
<i>2.2.7 Programación de Obra</i>	<i>26</i>
<i>2.2.7.1 Técnicas de Programación</i>	<i>26</i>
<i>2.2.8 Diseño del Proyecto</i>	<i>27</i>

2.2.9	<i>Sistema de Diseño Tradicional.</i>	28
2.2.9.1	<i>Definición de AutoCAD (Computer Aided Design)</i>	29
2.2.9.2	<i>Tipos de Modelado</i>	30
2.2.9.3	<i>Tipos de CAD (Diseño Asistido Computarizado).</i>	31
2.2.9.4	<i>Elementos de los sistemas CAD</i>	31
2.2.9.5	<i>Microsoft Project</i>	32
2.2.10	<i>Sistema de Diseño BIM (Building Information Managment)</i>	33
2.2.10.1	<i>Implementación de sistema BIM en el mundo</i>	35
2.2.10.1.1	<i>Implementación de sistema BIM en Latinoamérica</i>	36
2.2.10.1.2	<i>BIM en Ecuador</i>	37
2.2.10.2	<i>Usos y Objetivos de la metodología BIM</i>	37
2.2.10.3	<i>Modelación BIM</i>	39
2.2.10.4	<i>Dimensiones BIM</i>	39
2.2.10.5	<i>Ciclo de vida de un Proyecto BIM</i>	43
2.2.10.6	<i>Tipos de Softwares BIM</i>	46
2.2.10.7	<i>Lineamientos del Sistema de Diseño BIM</i>	49
2.2.10.8	<i>Niveles de madurez BIM</i>	50
2.2.10.9	<i>Ventajas de Implementar el Sistema BIM</i>	51
2.2.10.10	<i>Definición de Simulación</i>	53
2.2.10.11	<i>Simulación computacional en proyectos constructivos, Modelado BIM</i>	54
2.3	<i>Marco Legal</i>	55
2.3.1	<i>Registro Oficial No.449, 20 de octubre del 2008</i>	55
2.3.2	<i>Norma Ecuatoriana de la Construcción</i>	56
CAPÍTULO III		58
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		58
3.1	<i>Metodología</i>	58
3.2	<i>Tipo de Investigación</i>	58
3.3	<i>Enfoque de la Investigación</i>	58
3.3.1	<i>Diseño de la Investigación</i>	59
3.4	<i>Técnicas e Instrumentos de Investigación</i>	60
3.4.1	<i>Observación</i>	60

3.4.2	<i>Encuesta</i>	60
3.4.3	<i>Entrevista</i>	60
3.4.4	<i>Descripción de los Instrumentos de investigación</i>	60
3.5	<i>Población</i>	61
3.6	<i>Muestra</i>	61
3.6.1	<i>Análisis de Resultados</i>	63
3.6.2	<i>Análisis de Entrevistas</i>	63
3.6.3	<i>Entrevistas</i>	65
3.6.7	<i>Conclusión de las Entrevistas</i>	71
3.6.8	<i>Análisis de Encuestas</i>	73
3.6.9	<i>Análisis Individual del Formato de Encuestas</i>	74
	<i>Análisis</i>	74
	<i>Análisis</i>	75
	<i>Análisis</i>	76
	<i>Análisis</i>	77
	<i>Análisis</i>	78
	<i>Análisis</i>	79
	<i>Análisis</i>	80
	<i>Análisis</i>	81
	<i>Análisis</i>	82
	<i>Análisis</i>	83
3.7	<i>Análisis de las Metodologías</i>	84
3.7.1	<i>Desenlace</i>	84
3.7.2	<i>Parámetros del análisis</i>	85
3.7.3	<i>Caso de Estudio</i>	86
3.7.3.1	<i>Metodología Tradicional</i>	86
3.7.3.2	<i>Metodología BIM</i>	87
3.8	<i>Comparación de las Metodologías</i>	88
3.8.1	<i>Variable Económica</i>	88
3.8.1.1	<i>Costo con Metodología Tradicional</i>	88
3.9	<i>Análisis de Tiempo al Implementar ambas Metodologías</i>	102

3.10	<i>Análisis de Ventajas y Desventajas entre ambos Métodos</i>	104
	CAPÍTULO IV	105
	INFORME FINAL	105
4.1	<i>Descripción del Informe</i>	105
4.2	<i>Fundamentación de Variables para ambos Métodos</i>	106
4.2.1	<i>Metodología Tradicional</i>	106
4.2.2	<i>Metodología BIM</i>	107
4.3	<i>Análisis</i>	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
	ANEXOS	112
	ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	112
	ANEXOS 2: FORMATO DE ENTREVISTA	113
	ANEXOS 3: FORMATO DE ENCUESTA	115
	ANEXO 4 : TABLA DE CONTENIDO (CRONOGRAMA DEL CASO DE ESTUDIO)	117
	ANEXO 5: PLANOS	118
	ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS DEL CASO DE ESTUDIO	123
	ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS	126

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Línea de Investigación de la ULVR</i>	7
<i>Tabla 2. Tipos de Softwares BIM de acuerdo con las Etapas de diseño</i>	46
<i>Tabla 3. Población</i>	61
<i>Tabla 4. Muestra</i>	62
<i>Tabla 5. Análisis de Entrevistas</i>	64
<i>Tabla 6. Implementación de Metodología Tradicional</i>	74
<i>Tabla 7. Conocimiento de la metodología BIM</i>	75
<i>Tabla 8. Uso de programas como Revit o ArchiCAD</i>	76
<i>Tabla 9. Uso del software Project</i>	77
<i>Tabla 10. BIM permite obtener el presupuesto del proyecto</i>	78
<i>Tabla 11. BIM permite mecanizar la información de un Proyecto</i>	79
<i>Tabla 12. Uso de un software encargado de obtener un modelo único</i>	80
<i>Tabla 13. Simplificación de información</i>	81
<i>Tabla 14. Uso del software AutoCAD o Civil 3D</i>	82
<i>Tabla 15. Utilizará la metodología BIM</i>	83
<i>Tabla 16. Presupuesto para Vivienda Unifamiliar con Metodología Tradicional</i>	88
<i>Tabla 17. Presupuesto para Vivienda Unifamiliar con Metodología BIM</i>	95
<i>Tabla 18. Ventajas y Desventajas de Ambas Metodologías</i>	104

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Fuente: (Smart, 2021).....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 2. Fuente: (Thenoux, 2020).....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 3. Fuente: (Thenoux, 2020).....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Fuente: (3Dnatives, 2020)</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 5. Fuente: (Cluster, 2018).....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 6. (INSITEC, 2016) Implementación de BIM alrededor del Mundo.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 7. Fuente: (ALUMED, 2018).....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 8. Fuente: (Caballero, 2020) Ciclo de vida de un proyecto BIM</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 9. Fuente: (García & Manzo, 2021) Sistema del Ciclo de una Estructura bajo el Sistema Tradicional vs. Sistema BIM. Elaborado por: (Cedeño K, 2021).....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 10. Fuente: (Vásquez, 2019).....</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 11. Fuente: (CADBIM3D, 2018) Interferencias detectadas entre elementos constructivos e instalaciones sanitarias. Navisworks por BIM</i>	<i>52</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Esquema visual sobre el diseño de investigación</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 2. Implementación de la metodología BIM</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico 3. Conocimiento de la metodología BIM</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico 4. Uso de programas como Revit o ArchiCAD</i>	<i>76</i>
<i>Gráfico 5. Uso del software Project.....</i>	<i>77</i>
<i>Gráfico 6. BIM permite obtener el presupuesto del proyecto</i>	<i>78</i>
<i>Gráfico 7. BIM permite mecanizar la información de un Proyecto.....</i>	<i>79</i>
<i>Gráfico 8. Uso de un software encargado de obtener un modelo único</i>	<i>80</i>
<i>Gráfico 9. Simplificación de información.....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfico 10. Uso del software AutoCAD o Civil 3D.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfico 11. Utilizará la metodología BIM</i>	<i>83</i>
<i>Gráfico 12. Diagrama Visual de Comparación entre las dos Metodologías.....</i>	<i>85</i>
<i>Gráfico 13. Tiempo de Diseño para Metodología Tradicional.....</i>	<i>102</i>
<i>Gráfico 14. Tiempo de Diseño para Metodología BIM</i>	<i>103</i>

INTRODUCCIÓN

El sector constructivo del Ecuador, a través de los años ha avanzado en gran manera debido a la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos de inicio, desarrollo y culminación de un proyecto, pues éste ha pasado desde la generación de múltiples planos y diseños elaborados a mano, a la utilización de softwares para el modelado de estructuras en 2D utilizando herramientas como AutoCAD y Civil3D. Aunque se avance en tecnología dentro de este sector, la parte más importante de un proyecto sigue siendo el eslabón débil, el cual no le permite generalmente a la obra realizar su avance de forma correcta, y esta es la etapa de la planificación; siendo una etapa previa a la construcción debería ser la primordial a la hora de empezar cualquier proyecto. Generalmente los inconvenientes presentados en esta etapa son de tipo técnico es decir en los planos, las memorias de cálculo, las memorias descriptivas, etc. Debido a estos problemas, dentro de la etapa de construcción se reciben impactos negativos, principalmente en los plazos de ejecución de las tareas que componen la obra en su totalidad, y esto se traduce a mayores costos no considerados en la obra y posterior a ello se desencadenan problemas como la calidad dentro de la ejecución de la obra e interrupciones dentro de sus procesos.

Conforme pasa el tiempo, la demanda en cuanto a obras y los requerimientos que se exigen para que pueda ser aprobada aumentan de forma proporcional, y aunque muchas veces la mayoría de los diseños son aprobados, al transcurrir el tiempo presentan para el proyectista o el encargado del proyecto, incompatibilidades; es decir están incompletos o muestras especificaciones no actualizadas e incluso inentendibles para los encargados de ejecutar la obra como tal, el problema puntual es que el proyectista se ve obligado a tomar medidas emergentes que requieren el reproceso, análisis y la rectificación de los inconvenientes que se presentan; todo esto cuando se está dentro de la etapa constructiva, afectando así el cronograma de la obra y los plazos de entrega ya programados.

Es debido a esto que el sector de la construcción amerita un sistema de herramientas que tenga como principal objetivo el de mejorar e impulsar el flujo de trabajo que se llevará a cabo dentro de la ejecución del proyecto, permitiéndole a la misma tener un mejor control de la información de cada uno de los procesos. Para esto, dentro del mercado se proponen herramientas basadas en tecnologías actualizadas como lo es el modelado 3D que permite dentro del mismo almacenar la información del proyecto en un solo lugar es decir de forma centralizada, no sólo esto

si no también permiten simular la obra dentro de un diseño 4D, es aquí donde ingresa la Tecnología BIM (Building Information Management) cuya característica principal es la de lograr la planeación y ejecución del proyecto de forma eficiente. Lo interesante de esta tecnología que no solo cumple la función de ser un simulador, sino también de ser una herramienta de modelado 3D, una serie de procesos para el almacenaje de datos, una base de datos, etc. BIM dentro del sector constructivo, es de todo un poco.

Es todo lo anteriormente mencionado, lo que se busca con el presente proyecto desarrollar, es decir utilizar la tecnología BIM dentro de un proyecto y comparar su desarrollo junto con metodologías tradicionales, esto nos permitirá medir la eficiencia de ambas tecnologías en todos los procesos que componen la ejecución de una obra o un proyecto.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Análisis del uso de BIM (Building Information Management) como Nueva Tecnología en la Industria de la Construcción Comparando la Etapa de Diseño, Seguimiento y Ejecución de un Sistema Tradicional.

1.2 Planteamiento del Problema

En la actualidad el problema más común que se presenta dentro del campo de la construcción al no usar la tecnología BIM (Building Information Management) es el escaso nivel de información confiable, precisa y detallada que un proyecto como tal, de cualquier magnitud, debe tener. Esto no solo afecta los procesos que lo componen, generando interrupciones y a su vez tiempos extras no considerados dentro de la planificación, también; presentan problemas como encontrarse dentro de la obra materiales constructivos faltantes e incluso no contemplados, a su vez un personal que demora realizando una actividad porque ésta no ha sido programada correctamente o la cual se anexó en el mismo instante en que el proyecto ya está en marcha, formándose así una serie de problemas concatenados que generan la interrupción de la obra adjuntando también el abandono de la misma sólo por la carencia de información y su incorrecta administración.

Todos estos problemas mencionados por distintos que parezcan tienen algo en común y es que todos ponen en riesgo la obra, de forma que existan fallas frecuentes y se provoquen gastos excesivos. Por ello, de acuerdo con la complejidad de los proyectos de edificación e infraestructuras y sus plazos establecidos, es que se requieren de mejoras dentro de los procesos

de planificación y gestión que los representan, esto no solo ayudará a que exista un correcto y adecuado manejo de la obra, si no también ayudará a reducir muchos de los factores que la caracterizan.

El detalle de la aparición de nuevas tecnologías como lo es el (Building Information Management) BIM, es la complicación que se presenta a la hora de introducirlo al mercado, pues algunos de los profesionales o entidades corporativas del sector de la construcción desconocen de ellas, muy aparte de ello se niegan o se muestran reacios a adaptarse a su uso creyendo que no se obtendrán los mismos resultados que con los utilizados por tecnologías tradicionales.

1.3 Formulación del Problema

¿De qué manera incide el análisis e implementación de la Tecnología BIM (Building Information Management) dentro de las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una obra?

1.4 Sistematización del Problema

- A. ¿Qué ventajas o desventajas presenta el uso del método tradicional y el método BIM en las diferentes etapas de una construcción?
- B. ¿Cómo se puede conocer la frecuencia de implementación de nuevas tecnologías en el sector de la construcción?
- C. ¿Cuál será la diferencia de implementar dentro de las etapas constructivas de una obra, la metodología BIM de la metodología tradicional?

Objetivos de la Investigación

1.5 Objetivo General

Analizar la incidencia e implementación de la tecnología BIM (Building Information Management) dentro de las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una obra.

1.6 Objetivos Específicos

- A. Comparar la factibilidad de uso del método tradicional y del método BIM en las diferentes etapas de una construcción a través de las ventajas y desventajas encontradas en las mismas.
- B. Establecer mediante encuestas y entrevistas la frecuencia de implementación de nuevas tecnologías en el sector de la construcción.
- C. Determinar la diferencia de implementar dentro de las etapas constructivas de una obra, la metodología BIM de la metodología tradicional.

1.7 Justificación

Dentro de un sistema convencional se identifican problemas y errores entre el diseño e ingeniería, como lo son las memorias técnicas de planos y especificaciones de todo un proyecto durante la etapa de construcción. Lo que podría representar gastos adicionales para quienes administran el desarrollo de la obra, es por esto por lo que, emplear la metodología BIM reduciría estos expendios innecesarios al proveer una correcta interpretación de los procesos, fases o etapas correspondientes a los espacios construidos, elementos, materiales, medios y recursos implicados en el período constructivo. De modo que, se optimiza la centralización de la información del proyecto en un único modelo de información que incluye los productos necesarios para materializar la obra.

Este proyecto se realizará con el fin de ser un soporte a quienes desean implementar las nuevas tecnologías en el sector constructivo, otorgando el conocimiento de su funcionalidad y las ventajas que se obtienen al usarla.

1.8 Delimitación del Problema

Con el objetivo de analizar el uso de la tecnología (Building Information Management) BIM como nueva tecnología en la industria de la construcción, por medio de una metodología mixta de carácter cuantitativo y cualitativo; se recolectó información que ayude a conocer la frecuencia de implementación de esta u otras nuevas tecnologías. Además, por medio de una simulación de diseño y análisis de presupuestos se realizó una comparación en cuanto a la incidencia e implementación de ambos métodos, lo que nos permitirá contemplar sus diferencias.

Se puede mencionar que en la ciudad de Guayaquil la metodología (Building Information Management) es poco o nada empleada por medio del personal que ejerce en el sector constructivo, esto se debe a que muchos de ellos desconocen su forma de uso o manejo por lo que optan por desarrollar un proyecto civil de la forma tradicional o de aquella que mejor conozcan. La implementación BIM, ayuda a ejecutar un proceso de planificación y ejecución constructiva de forma correcta y adecuada; jerarquizando las prioridades del proyecto.

- **Tema:** Análisis del uso de BIM como nueva tecnología en la industria de la construcción comparando la etapa de diseño, seguimiento y ejecución de un sistema tradicional.
- **Alcance de Población:** Industria Constructiva
- **Alcance Geográfico:** Guayaquil – Ecuador
- **Alcance Espacial:** 2021
- **Área:** Ingeniería Civil
- **Campo:** Educación Superior. Tercer nivel de grado.

1.9 Hipótesis o Idea Para Defender

La implementación de la tecnología BIM (Building Information Management) dentro de las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una obra, permitirían que la planificación para el desarrollo de una obra civil se lleve de manera organizada, evitando el exceso de costos y la posible pérdida de información detallada que la compone: la memoria técnica, de cálculo, planos, modificaciones, presupuesto, etc.

1.10 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1. Línea de Investigación de la ULVR

Dominio	Línea institucional	Línea de facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Territorio Materiales de construcción

Fuente: (ULVR- Líneas de Investigación Institucional, s.f.)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021).

CAPÍTULO II

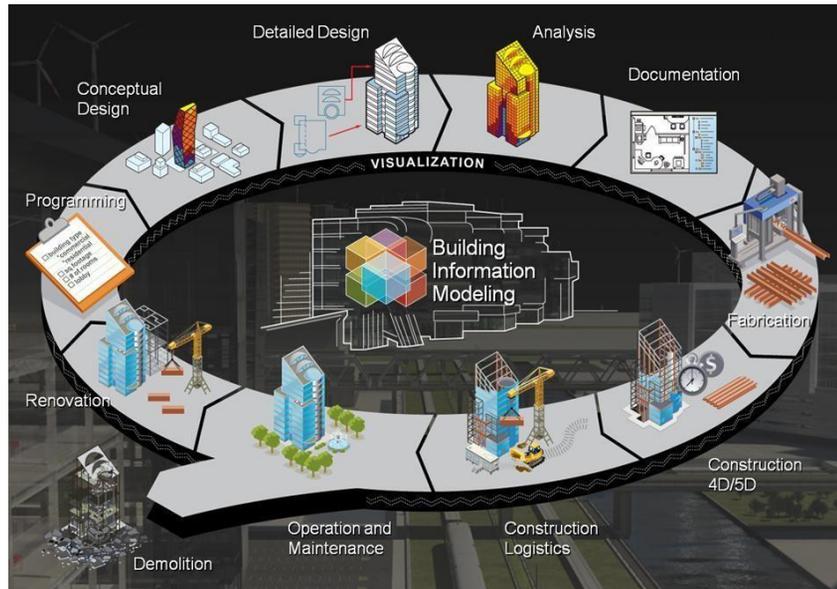
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Dentro de los antecedentes, se explica el contexto sobre el cual se desarrolló BIM y de donde se originó este concepto. Además, se describen algunos proyectos que utilizaron los BIM con el objeto de comprender para qué situaciones fueron empleadas, el proceso metodológico de las BIM, los parámetros de gestión y programación que utilizaron estos proyectos.

2.1.1 BIM

La metodología BIM es un modelo de trabajo colaborativo en tiempo real, utilizado para gestionar obras de construcción. Se define dentro del contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y busca plantear una transformación significativa que interviene en todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que engloba el ámbito de la construcción tal como se muestra en la ilustración 1. Por medio de herramientas desarrolladas en softwares para diseño de edificios en tres dimensiones, BIM recopila toda la información del proyecto en un único modelo, dando lugar a posteriores estudios sobre su ciclo de vida, es decir, desde su modelaje hasta la futura demolición. Las BIM suponen una provisión anticipada para solucionar problemas, optimizar costos y tiempo de obra, simular medidas de seguridad, aplicación de materiales constructivos, desarrollar obras más eficientes y sustentables (Barbieri, 2020).



***Ilustración 1. Fuente: (Smart, 2021)
Ciclo de vida de la modelación BIM***

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

La metodología BIM se encuentra basada en el uso de estándares abiertos, como el IFC, que se toma como formato de intercambio de datos entre agentes, procesos y aplicaciones delimitado por la Norma ISO 16739:2013. BIM propone la evolución constante de los sistemas de diseño antiguos basados en el plano, puesto que trabaja con información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D), presentando un modelamiento limpio de cualquier estructura y casi preciso de acuerdo con los requerimientos de esta (KAIZEN, 2016).

La información que se aporta al modelo BIM, proviene de distintos tipos de softwares, programas de modelado, cálculo estructural, MEP, software de presupuestos, análisis de comportamiento energético, etc. El conocimiento de todas estas herramientas y de la capacidad de interoperabilidad entre ellas, es fundamental para la correcta implantación del BIM (KAIZEN, 2016).

Este nuevo acercamiento al diseño, construcción y gestión de edificios tiene su primera aparición en el año 1975 con la aplicación del concepto de modelo del edificio donde las secciones y plantas podrían derivarse del modelo 3D desarrollado en los ordenadores. No es sino hasta el 2002, donde se crea el primer proyecto integrado en Finlandia; en años posteriores varios países implementaron el BIM de manera obligatoria en sus proyectos constructivos, Reino Unido y España, por ejemplo, implementaron la metodología en los años 2016 y 2018 respectivamente (Gámez, Severino, & Márquez, 2014).

Este proceso de modelaje abarca la geometría, relaciones espaciales, información geográfica, cantidades y propiedades de los componentes empleados en cada obra. BIM puede mejorar las representaciones utilizadas en la construcción y está asistida por el ordenador. Además, se encuentra basado en representaciones vectoriales, dando lugar a los análisis físicos que podrían afectar, deflectar o modificar el edificio (Cerón & Ramos, 2017).

2.1.2 Nacionales

Dentro de nuestro país, varios proyectos han empleado la metodología BIM con la finalidad de aprovechar sus beneficios al momento de desarrollar sus proyectos constructivos. A continuación, se describen algunos de estos.

En el trabajo investigativo de Arequipa (2020), se aplicó la metodología BIM con la finalidad de identificar las interrupciones en un conjunto inmobiliario dentro del cantón de Riobamba. El planteamiento inicia con la documentación de los archivos CAD que posteriormente se derivaron al modelaje constituyendo de manera progresiva y lineal la topografía, diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño de instalaciones y cronograma de obra. Luego, se plasmó el cronograma de avance de la obra en 4D, correspondiente a la línea de tiempo; en este proyecto

particularmente se parte con la parametrización de los planos arquitectónicos, planos de instalaciones eléctricas, sanitarias y planos estructurales del conjunto habitacional. Con el diseño de estos, se evidencian interferencias como, choque de tuberías con columnas estructurales, intersección de tubería de desagüe con escaleras, intersección de tuberías con ventanas, tuberías sueltas, tomacorrientes colocados en muros cortinas entre otras. Cada una de estas varió de acuerdo con el tipo de casa que se diseñó dentro del conjunto residencial; los softwares utilizados incluyeron Autodesk y Clash Detection, los cuales usaron el test estático para analizar si existe choques entre un elemento con alguno de otra disciplina, test de espacio para detectar todos los elementos que no están unidos, esto podría suceder cuando hay vigas que no llenan las columnas y el test de duplicado que verifica si existió una duplicación sobre los elementos.

Otros proyectos evaluaron la necesidad de aplicar la metodología BIM en edificios que fueron construidos de manera tradicional; Charpentier (2020) utilizó esta metodología para implementarla en el centro de investigaciones ESPE. El alcance del modelo BIM incluyó todos los bloques en su estructura, sección hidrosanitaria, eléctrica y arquitectura, mientras que para el bloque 1 se agregó también un alcance electrónico y mecánico. Las implicaciones de este proyecto fueron determinar el estado en el que se encontraba el mismo, usar las plataformas digitales, además, plantear los estándares y procesos para ejecutar el trabajo con la metodología. Como la aplicación de la metodología se realizó desde cero en algunas partes y sobre las mismas en otras, dependiendo de eso se utilizó un LOD 500, LOD 300 y LOD 400, fueron estos los niveles que definieron gráficamente los elementos. Para procesar toda la información en un único modelo se diseñó un modelado superestructura, desarrollando la generación de la plantilla de la estructura metálica, la vinculación y el modelado de los elementos y conexiones estructurales, y los aisladores sísmicos. La metodología permitió implementar el modelado arquitectónico, el procesamiento

comprendió la generación de la plantilla estructural arquitectónica, luego la vinculación de los archivos CAD, arquitectónicos, creación de rejillas y nivele, luego el modelado contempló los elementos arquitectónicos (Charpentier & Guerrero, 2020).

Posteriormente, el modelo de cimentación (hormigón armado) se determinó mayor detalle con el LOD400; en primer lugar, generando la plantilla de hormigón armado, vinculando los archivos CAD y el modelado de los elementos estructurales (zapatas, columnas, corridas) y armaduras de refuerzo. Con el software se logra agilizar el modelado parametrizando el acero de refuerzo, automatizando la mayor parte del trabajo. Luego el modelado del entorno (topografía), describió su proceso con la generación de la plantilla (unidades y visualización), luego la vinculación entre las curvas de nivel del CAD, ubicación, coordenadas del lugar, ubicación de los bloques y, por último, el modelado, que contempla la generación de topografía, división de superficies y creación de subregiones, creación de plataformas de construcción, modificación de la superficie, modelado de muros, vías y parqueaderos. El modelado hidrosanitario siguió el mismo proceso, a diferencia de los elementos manejados en cada paso; la generación de la plantilla incluyó tuberías, aparatos sanitarios y materiales, la vinculación fue entre los archivos hidrosanitarios CAD, modelos Revit arquitectónicos estructurales, duplicación de rejillas y niveles, por último, el modelado fue sobre los elementos hidrosanitarios (aparatos sanitarios). Finalmente se ejecutó el modelado eléctrico (Charpentier & Guerrero, 2020).

Toda la información fue extraída en hojas de cálculo para vincular el software de diseño BIM con una aplicación de Facility Management, lo que facilitó la comunicación bidireccional entre los modelos BIM y aplicaciones de FM, sincronizó las propiedades del contenido del modelo con herramientas de FM, empleó la redacción de planes de mantenimiento para equipos de

construcción y dio paso al seguimiento de activos fijos. El CAD desarrollado actualmente se usa en todo el sector.

García & Manzo (2021), aplicaron la metodología BIM con un alcance 5D para construcción de aceras y bordillos con la finalidad de exponer los beneficios que trae consigo la coordinación de proyectos, especialmente la implementación de proyecto de construcción de aceras y bordillos a través de la metodología BIM con alcance 5D para lograr obtener coordinación multidisciplinaria, facilitando los análisis a realizar mediante la información de los modelos aplicados. Para ello se generó la idea (1D) elaborando un levantamiento planimétrico del área de estudio por medio del software AUTOCAD dentro del cual utilizaron el Entorno Común de Datos (CDE) que les permitiera organizar las tareas de ejecución de la obra; por medio de la tecnología BIM analizaron el presupuesto del proyecto del cual extrajeron las cantidades de obra, la identificación de cada rubro modelado y finalmente con la metodología BIM con alcance 5D realizaron la integración del modelado 3D y el diagrama de Gantt para obtener un alcance BIM de tiempo y costo. Con lo que respecta al proceso de planificación de la obra, esta se dividió en dos partes, desarrollo del plan de gestión del proyecto y plan de ejecución del BIM.

Mediante este proyecto se obtuvo un alcance de cinco dimensiones partiendo de la idea 1D, el modelado en dos dimensiones 2D, modelado 3D, el tiempo del proyecto 4D y finalmente el costo 5D; todo esto por medio de las plataformas BIM y los softwares que la componen. La aplicación de la metodología BIM fue aplicada para lograr reducir las falencias en el sector urbanístico donde se desarrolla el proyecto, ahorrando tiempo y dinero. Además, produjo un modelo virtual de este, dando lugar a la visualización de cada componente durante las etapas de desarrollo del mismo. El monitoreo fue seguido dentro de la plataforma BIM Bimsync, para extraer las cantidades de obra de cada modelo creado en Revit 2019 se utilizó la herramienta Cost-it junto

a Presto (software BIM), esta última también provee la visualización de las obras convertidas en presupuesto. Luego, el alcance 5D se ejecutó con Navisworks, la cual dio lugar a la visualización del dibujo CAD junto a un diagrama Gantt, concluyendo en el modelado en 3 dimensiones, precio y tiempo de cada elemento. El resultado describió que la obra se realizaría en un total de cuatro semanas, plasmando un modelo final que contendría toda la información del proyecto y elementos a construir (García & Manzo, 2021). En este contexto, el diseño generado empleando metodología BIM con alcance 5D, se vuelve muy eficiente ya que no sólo permite trabajar sobre el modelamiento de la estructura, sino que también contribuye con herramientas de costos y tiempos, así como también la optimización de recursos en materiales dado a la precisión que se tiene en base a las cantidades a emplear en la construcción, volviéndose una ventaja para el constructor, así como también para el cliente que gestiona la obra.

La metodología BIM tiene también aplicaciones dentro del diseño de estructuras resistentes a los sismos, como lo describen Baños & Rosales (2018), quienes analizaron los diseños estructurales de la ciudad de Milagro, evidenciando su deficiencia y escaso nivel de estudio al momento de ejecutar sus construcciones. El empleo de BIM en este trabajo investigativo se dio con la finalidad de mostrar sus beneficios durante todas las etapas de construcción de una edificación, tanto en el diseño, así como en la proyección de su uso durante la planificación, elaboración y mantenimiento. Los autores recalcaron que este modelo aún no es reconocido en Ecuador, por lo que uno de sus objetivos fue expandir el conocimiento del mismo. Para implementar un correcto sistema de protección diseñaron una estructura metálica de uso residencial sismo-resistente aplicando la metodología BIM para el registro y modelamiento de los datos por medio del software REVIT, además, plantearon el cronograma de actividades llevando el seguimiento de la estructura durante su ciclo de construcción y operación.

Para generar los planos del proyecto, la obtención de las tablas de cuantificación de materiales que sirvieron para la realización del presupuesto referencial y la proyección del área de estudio junto con su nivel de amenaza de acuerdo con la topografía del lugar aplicaron la vinculación CAD y BIM.

Por medio del software REVIT, se generaron los modelos estructurales, perfiles de las vigas y columnas, losas, creación de perfil metal deck y novalosa, cubierta, armazón estructural, correas, conexiones estructurales, placas de anclaje, en la subestructura las riostras y cimentación. Dependiendo de cada diseño propuesto, el programa simula el proceso constructivo, por medio del software Navisworks. De todas las alternativas propuestas para este proyecto, una que provee menor magnitud de derivas durante los eventos sísmicos fue aquella que poseía arriostramientos (Baños & Rosales, 2018). Los autores concluyeron que el empleo de herramientas BIM fueron fundamentales para la determinación de un presupuesto muy real, respecto a los materiales, así como también los dimensionamientos correctos de cada elemento, evitando la compra de material innecesario para la construcción de la edificación. Por tanto, en este contexto, se vuelve a reflejar los beneficios que proporciona la metodología de BIM en el sector de la construcción, en base a las mejoras en el sector económico y factor tiempo de esta.

2.1.3 Internacionales

La metodología BIM también ha sido aplicada de manera global en proyectos constructivos. En Latinoamérica, Durand (2019), analizó la metodología BIM dentro de la pre-construcción y construcción de proyectos hoteleros en la empresa ORION GROUP; su investigación tuvo como objeto generar una comparación entre los métodos tradicionales con el BIM, con la finalidad de comprobar que la aplicación de metodología BIM reduce tanto costos como tiempo de operación, y por ende genera una estructura más económica.

Por lo que, se estudiaron 4 proyectos, mismos que se formularon inicialmente en un programa 2D, luego se realizó el modelado en un programa 3D, posteriormente se agregó el análisis del cronograma y presupuesto. El tiempo estimado una vez aplicada la metodología para la etapa de pre-construcción fue de 400, 505, 571 y 605 días dependiendo del grado de madurez del proyecto, es decir, el nivel de metodología BIM que se requiera aplicar. Mientras este sea menor, la cantidad de días que se necesitan para esta etapa aumentará. También se encuentra interrelacionado con un coeficiente de rendimiento calculado para cada uno de estos, por lo tanto, el incremento de la cantidad de metros cuadrados construidos en cada proyecto dependerá de la cantidad de días invertidos (aumente) y coeficiente de rendimiento (sea el menor).

El personal contemplado para cada proyecto depende de la envergadura del mismo, pero se aspira contemplar al talento humano capacitado para manejar la metodología. Dentro de la investigación se aplicaron softwares como Revit y AutoCAD, por lo tanto, se constataron las dificultades de los empleados para emplear sus habilidades con esta metodología.

Por tanto, la aplicación de la metodología BIM refleja la disminución de tiempos de programación de obras, debido a sus aportes precisos y concisos que evitan divagar al momento de la elección de materiales adecuados, así como también el tiempo a considerar para cada fase del proyecto y la mano de obra a emplear.

Vera (2018), en la ciudad de Sevilla aplicó la metodología BIM para la construcción de un corredor de transporte, el modelo usado fue BIM 5DCostes. Para la implementación del proyecto se siguió un Plan de ejecución BIM (PEB), el cual incluyó la coordinación 3D, obtención de planos, de mediciones, visualización de datos generación de infografías, recorridos virtuales, análisis y simulaciones, instrumentación y control de la obra, información centralizada, entre otros.

La organización del modelo se dividió en matriz de interferencias, estructura de datos, origen de coordenadas, niveles y ejes de referencia, configuración de plantillas. Los recursos humanos empleados incluyeron un director técnico de BIM, coordinador BIM respecto a la arquitectura, estructura e instalaciones; para los recursos materiales se aplicó un hardware que pueda visualizar los entregables y equipo de modelado (Galindo, 2018).

Blanco en su trabajo de investigación (Blanco, 2018) estudió el cómo las herramientas tecnológicas han desplazado los programas cotidianos a la hora de elaborar proyectos constructivos, uno de ellos el uso del software CAD; con el tiempo los proyectos y la complejidad de estos han empujado al hombre a hacer uso de nuevas tecnologías como lo es el modelado en tercera dimensión o 3D e incluso el 4D de los cuales hacen uso de la metodología BIM, que aparte de ser programas de modelación, permiten extraer información útil como; áreas, volúmenes, cantidades, las propiedades de los elementos sus precios y las aplicaciones de éstos para facilitar la productividad de un proyecto constructivo.

Es así como llega a la conclusión de que los tiempos y el recurso empleado en el diseño de obras de construcción bajo la tecnología BIM, es mucho menor, pues ahorra tiempo y costo. Así también le permite al usuario anticiparse a posibles conflictos que pueden presentarse en distintas fases de construcción por medio de información actualizada, además de ello permite con un diseño realista que cualquier persona pueda entenderlo, así no posea los conocimientos requeridos.

El modelar una obra de construcción por medio de la tecnología BIM, facilita a las personas no entendidas del material a comprender todas las fases del proyecto, incluyendo a quienes ejecutan la obra. Esto permite observar que el BIM garantiza una obra, ejecutada de la manera más práctica y adecuada posible.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Proyecto

El término proyecto se refiere a la planificación de un conjunto de acciones que se tienen previstas llevar a cabo junto a así un conjunto de recursos que se estiman emplear para obtener un fin determinado, basado en objetivos planteados con antelación. Bajo este contexto se despliegan un sin número de tipos de proyectos, entre los cuales se destacan los de tipo productivo, que tiene como finalidad presentar beneficios económicos, y los de tipo público o social, que buscan mejorar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, sea cual sea la finalidad del proyecto, todos poseen un punto en común, dar solución a una problemática planteada, ya sea esta de índole económica, social, temporal, entre otras, por lo que para plantearlo debe de seguir ciertos parámetros como creatividad e innovación ante la problemática presentada. (OBS, 2021)

2.2.2 Interesados o participantes de un proyecto

Sponsor

Es el mayor interesado en proyectos internos, este ente normalmente pertenece a la dirección de la empresa y se conoce la necesidad del proyecto por lo que decide llevar a cabo e impulsa el proyecto. Generalmente posee una notoria capacidad de decisión y gestión ante los recursos económicos y de personal dentro del proyecto, o también maneja las relaciones internas necesarias que se requieran para negociar sobre los mismos. (Summers, 2006)

Director de proyecto

Es la persona a la cual se le otorga la responsabilidad de llevar a cabo la gestión y ejecución del proyecto en torno al marco asignado (Summers, 2006).

Ingeniería / Producción / Instalación

Esta sección se encuentra compuesta por aquellos trabajadores que vayan a distribuirse en los diferentes departamentos de ejecución de cada área del proyecto respecto a las responsabilidades distribuidas y acciones tomadas para cumplirlas, ya sea a tiempo fijo o a largo plazo (Summers, 2006).

Logística

En el caso de que el proyecto requiera la implementación de productos y de la ruta que los mismos tomarán, así como también de su tamaño y papel que desarrollará en la empresa deberá complementarse dicho proceso con personal encargado de la logística.

Cliente

El cliente es la entidad, empresa, organización o persona al cual será entregado de manera oficial el proyecto. También se conoce como cliente a todo aquel que utilizará el producto, infraestructura o sistema a desarrollar (Summers, 2006).

Otros

Dependiendo de la tipología y la magnitud del proyecto este puede requerir de otros actores que intervengan según la demanda de este. Algunos ejemplos serían: técnico de servicios, ingeniero de patentes, autoridades, encargado de otorgar la certificación, entre otros (Summers, 2006).

2.2.3 Dirección de proyectos

La gestión o dirección de proyectos se basa en la implementación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para que las actividades del proyecto se logren cumplir con la finalidad de entregar y satisfacer los requerimientos del cliente. Este proceso se logra mediante la

aplicación e integración de los procesos de gestión de proyectos (inicio, planificación, ejecución, seguimiento, control y finalización). El director del proyecto por ende se convierte en aquella persona responsable de lograr el propósito de este. Por tanto, entre sus principales funcionalidades se encuentran las detalladas a continuación; identificación de los requerimientos del proyecto, establecer metas claras y que se puedan alcanzar, buscar un equilibrio entre la calidad, el alcance, tiempo y costo del proyecto, de tal manera que ambas partes salgan beneficiadas. Por último, también siempre será un bonus extra, adaptar los requerimientos del cliente a planes y enfoques a varios problemas que puedan surgir, así como también a las distintas expectativas de los participantes. (Bucero, 2010)

En este sentido, una dirección de proyectos eficaz y determinante necesita que el director de proyecto comprenda y emplee conocimientos y habilidades de al menos cinco áreas de experiencia:

- Conocimiento de la dirección de proyectos (PMBOK).
- Conocimiento de la industria, estándares y normas.
- Comprensión al menos del 50% del ambiente dentro del cual se desarrolla el proyecto.
- Habilidades de liderazgo.
- Habilidades interpersonales.

Es claro que, por lo general, no todos los directores de proyecto se encuentran en la capacidad de desarrollar experticia en las cinco áreas, por lo que es necesario recurrir a los miembros de su equipo de proyecto en aquellas áreas que para él/ella como director de proyectos

sean puntos débiles. Por tanto, es indispensable destacar que la ejecución de un proyecto presenta como prioridad el trabajo en equipo para lograr con éxito el mismo (Bucero, 2010).

2.2.4 Ciclo de vida del proyecto en base a la metodología tradicional

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el comienzo con su fin. El establecimiento del ciclo de vida del proyecto permite al director de proyecto esclarecer si este puede ser coordinado como primera fase o como un proyecto separado según su viabilidad. De aquí se derivan cinco procesos reconocidos por el PMI que aplican globalmente a todas las industrias y tipos de proyecto. (Bucero, 2010)

Procesos de inicio

Estos procesos por lo general son empleados para describir el producto final que deberá obtenerse a lo largo del proyecto, así como también la determinación inicial de objetivos y la asignación de un director de proyecto al mismo. Se considera el grupo de procesos más destacado del proyecto de modo global, ya que es donde se determinará lo que se deberá realizar y si debería hacerse todo. Por lo general dentro de estos procesos se comprueba viabilidad y dónde debe crearse el ambiente de trabajo. (Bucero, 2010)

Procesos de planificación

La planificación es el proceso de mayor importancia dentro de un proyecto. Sin embargo, el tiempo que toma el proceso de planificación deberá ir en relación directa con la duración total del proyecto. La planificación real dura todo el proyecto. Los procesos que forman parte de la planificación son: definición del alcance del proyecto, definición del proyecto, establecimiento de tareas, orden de tareas, estimado de tiempo de duración, elaboración del calendario, cálculo de posibles costes, presupuesto, plan de integración. (Bucero, 2010)

Procesos de ejecución

Estos procesos se basan en el desempeño de las personas o el equipo al llevar a cabo el trabajo de acuerdo con el cronograma del proyecto. Este proceso por lo general se desenvuelve en torno a los siguientes pasos: plan de ejecución y administración de contratos. La fase de ejecución suele ser la más sencilla en tanto que la planificación es más detallada.

Procesos de monitorización y control

Estos procesos se encargan de llevar la medida temporal del progreso del proyecto, por lo que si se ve en la necesidad toma acciones correctivas, e identifica los hitos correspondientes. Toma como prioridad medir el progreso del proyecto para identificar las posibles modificaciones que pueda presentar el plan, así como para determinar la posible fecha de finalización del proyecto. Dentro de este proceso deben considerarse acciones como: informes de progreso del proyecto, gestión del alcance, control de calidad y, control temporal, costos y riesgos. (Bucero, 2010)

2.2.5 Planificación y Ejecución de la Obra

La complejidad de las obras en los últimos años, el alcance de mantener todos los requisitos que la componen completos, la dimensión global y mundial que éstas tienen y los distintos y numerosos proyectos, impactan a todos y cada uno de los involucrados, es por ello por lo que se requiere el fortalecimiento tanto organizativo como estructural de la misma. Es así como aparecen complejos modelos competitivos para suplir la necesidad de adquirir habilidades organizativas combinadas con las tradicionales e incluso desarraigadas de ellas actuando de forma individual, también aparecen herramientas que garantizan la obtención de datos precisos, oportunos con información realmente útil asegurando el crecimiento y el avance correcto de una obra, es por esta razón que se debe fortalecer y mejorar la planificación y el control de gestión de las obras.

La planificación y el control de una obra es la herramienta que debe ser priorizada sin lugar a duda pues garantiza la eficacia de la misma, donde el control requiere indudablemente de una planificación previa mediante la cual se obtiene la programación de la misma, todo este proceso ya mencionado permite a la persona que ejecuta la obra centrarse y tener un punto de llegada, es decir un punto de partida conveniente para lograr así organizar los recursos de la obra y orientar a todos los involucrados a la acción y obtención del resultado deseado.

Dentro del sector constructivo la planificación de una obra consiste primero que nada en ordenar, todas las actividades para que el proyecto se materialice por ello su principal objetivo es el de racionalizar las tareas, evitando conflictos, disminuyendo riesgos, reduciendo así la incertidumbre que genera una obra no planificada y organizada muy aparte de esto demandas máximas de insumos, la adquisición de los materiales y equipos dentro del plazo acordado, etc.

Existen tres niveles básicos dentro de la planificación de un proyecto u obra civil todos estos se basan en los objetivos y los plazos considerados donde tenemos:

Planificación estratégica (largo plazo). Se basa en el análisis de los aspectos globales de la obra, sin realizar detalles explícitos; dentro de este tipo de planificación se determinan los costos de la obra preliminares y los estudios de factibilidad sirviendo de base para una posterior planificación mucho más detallada.

Planificación táctica (mediano plazo). Planifica concretamente la construcción y la etapa de la construcción ya materializada; esta planificación se traduce en un plan constructivo.

Planificación operacional (corto plazo). Dentro de ella se observa cómo se ejecutarán las tareas para llevar a cabo actividades ya definidas en la planificación táctica, evitando así la falta de recursos o interferencias entre los tiempos de ejecución. Contribuye enormemente a la organización y el cumplimiento de todas las operaciones que se llevan a cabo dentro de la construcción.



Ilustración 2. Fuente: (Thenoux, 2020)

Relación entre los niveles de planificación

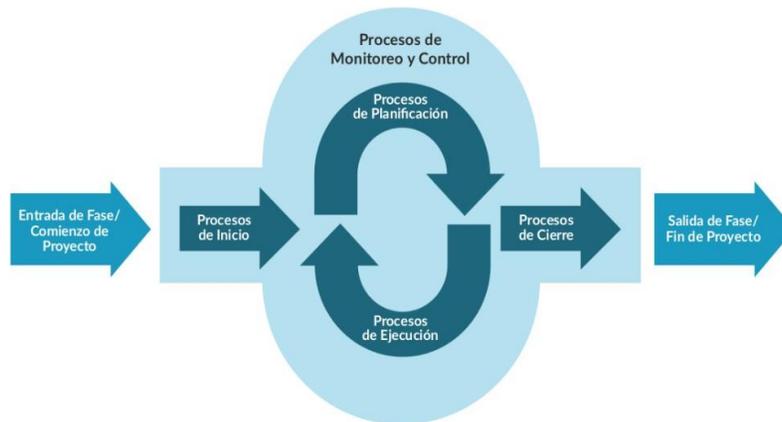
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.6 Grupos de procesos

Se considera procesos a las actividades que le permiten a un proyecto desarrollarse e ir avanzando. Es uno de los conceptos fundamentales dentro de Project Management el cual no debe confundirse en las fases del proyecto. Cada uno de los grupos procesuales responden a uno de los objetivos globales que los componen donde tenemos:

1. **Grupos de procesos de inicio.** Dentro de este grupo se encuentran los procesos que se orientan a definir un proyecto nuevo o las distintas fases que lo componen, dentro de este proceso también se busca obtener la autorización para poner en marcha su ejecución.

2. **Grupos de proceso de Planificación.** Se incluyen en este proceso el alcance y los objetivos que la obra busca cumplir; así como también se establecen en las acciones necesarias para llevarlos a cabo.
3. **Conjunto de procesos de ejecución.** Se rigen por obtener y completar la tarea ya definida en el plan de dirección del proyecto, es en este conjunto donde se completan cada uno de los requisitos que lo conforman.
4. **Grupo de procesos de monitoreo y control.** Dentro de este grupo se tratan los procesos que realizarán el seguimiento a la obra, también analizará y regulará el progreso y desempeño de cada componente que lo conforma. Es aquí donde se distinguen las áreas o los procesos que ameriten un cambio o modificación para que pueda realizarse de forma idónea.
5. **Grupos de procesos de cierre.** Dentro de este grupo se verán incluidos los procesos que permitan completar o cerrar el proyecto u obra.



**Ilustración 3. Fuente: (Thenoux, 2020)
Grupos de Procesos de un Proyecto.**

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.7 Programación de Obra

Se utiliza el término programación de obra cuando deseamos conocer la fecha de inicio, duración y fecha de culminación de las diferentes actividades que conforman la ejecución de una obra en concreto.

2.2.7.1 Técnicas de Programación

Dentro de las técnicas utilizadas en la programación de obras tenemos:

- Diagramas de barras
- Método de la ruta crítica
- Diagrama de Gantt
- Metodología BIM

Diagrama de Barras

Se conoce el diagrama de barras como la representación gráfica de un conjunto de datos de distinta categoría, cada valor propio de las categorías evaluadas; se mostrará por medio de una barra rectangular con un ancho y una altura fija consecuentemente proporcional al valor que representa. Se recomienda utilizar el diagrama de barras cuando se quiere realizar la distribución de datos o una comparación de grupos distintos.

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es considerado aquella herramienta gráfica que ilustra un cronograma de actividades de un proyecto dado, dentro de su ejecución permite ver las relaciones de dependencia de las actividades y el estado actual que la programación está teniendo. En su diseño

el Diagrama enumera y presenta las tareas que se ejecutarán en un eje vertical y los intervalos de tiempos que la componen en el eje horizontal, donde; el ancho de cada barra es la duración que demora realizarla.

Método de la Ruta crítica

Este método se lo define como el algoritmo matemático que sirve para poder programar una sin número de actividades presentes en un proyecto.

Para utilizar esta metodología se necesita desarrollar un modelo dentro del proyecto que contenga:

- Una lista de las actividades que serán necesarias para la ejecución y el cierre del proyecto
- La dependencia de estas actividades
- La duración de las actividades

Con estos datos se calcula la ruta más larga para llevar todas las actividades de la obra a cabo desde el inicio de la misma hasta el final, así como también los puntos más tempranos o los más tardíos en los que una actividad puede empezar o por el contrario puede finalizar esto sí, sin retrasar el proyecto.

2.2.8 Diseño del Proyecto

Se considera diseño a la forma de generar conceptos e ideas para la ejecución de espacios adecuados o estructuras, en el que intervienen para su ejecución distintos factores como los geométricos-espaciales, los constructivos y los estéticos. Dentro del diseño de un proyecto se realizan distintas áreas, cuyo objetivo principal es el de asegurar que la estructura mantenga su resistencia, y las características de los elementos que la conforman.

De acuerdo con los diseños generados, se planifica como realmente la estructura se ejecutará, cualquiera que sea ésta; incluyendo las especificaciones y los detalles que la componen siendo complementos de la obra, por ello el diseño final debe ser el apropiado y el definitivo, deberá cumplir con todos los requisitos normados por la ley, teniendo como prioridad mostrar eficiencia y optimizar los recursos, siendo éstos el factor que influye en el presupuesto de la obra o proyecto.

Es aquí donde ingresa el sistema de diseño otorgado por la Tecnología BIM y el sistema de diseño tradicional.

2.2.9 Sistema de Diseño Tradicional.

Generalmente cualquier infraestructura requiere antes de un diseño o boceto arquitectónico, para posterior a ello enmarcar el mismo en un diseño estructural complementado con todas sus instalaciones, sanitarias, eléctricas, y en algunos casos hidráulicos, por ello el sistema de diseño tradicional se basa en tres pasos guía:

- ***Análisis***

Contempla dentro de esta etapa el análisis previo de la obra o estructura a diseñar; se consideran dentro de esta etapa todos sus factores incluyendo la ubicación del proyecto, el uso de la estructura, el cronograma y presupuesto valorado que tendría en sí la obra, etc.

- ***Diseño***

Una vez obtenido o generado el diseño del proyecto quién lo realiza lo deja en manos del ingeniero estructural, quien en su debido caso acepta el diseño como tal o, se realizan las modificaciones pertinentes que aseguren la edificación en cuanto a resistencia sin alterar el diseño,

dentro de este proceso se contempla la cimentación de la estructura, el diseño de sus instalaciones sanitarias y eléctricas por medio de las cuales se obtienen las especificaciones técnicas.

- ***Ejecución o Implementación***

Con los planos y las especificaciones técnicas que se encuentran dentro de las memorias del proyecto, se procede a construir de forma tradicional la estructura, y para registrar su avance se mantiene un libro de obra en marcha con las cantidades y las actividades que diariamente se realizan durante el proceso de la construcción.

2.2.9.1 Definición de AutoCAD (Computer Aided Design)

AutoCAD es aquel software de diseño asistido por ordenador, creado en el año 1982 perteneciente a la compañía Autodesk, ofrece altos estándares de calidad en cuanto al diseño industrial, de ingeniería, diseño gráfico, incluyendo ámbitos de arquitectura. Posee la capacidad de editar y permitir la creación de dibujos en 2D y modelados en 3D.

Sirve específicamente para crear o digitalizar planos de cualquier tipo, gracias a su interfaz incluye el concepto de un espacio tipo papel y uno tipo modelo; se pueden crear modelos tipo 3D realistas, gracias a sus herramientas para el modelado de superficies u objetos sólidos, mallas y superficies, a su vez, otorga al usuario tener el acceso en línea de su múltiples comandos e interfaces utilizadas para la programación, es debido a esto que AutoCAD permite que a él se integren otros tipos de programas o aplicaciones.

Se fundamentan en una base de datos conformada en su totalidad de formas geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) gracias a estos elementos dentro de AutoCAD se puede operar por medio de una interfaz gráfica, por ello permite diseñar ya se en 2D o en 3D a través de geometría alámbrica como lo son los ya mencionados puntos, líneas, arcos y splines es decir, curvas

polinómicas definidas a trozos, y es así como se obtiene un diseño de superficies o elementos sólidos en función de un modelo numérico. Su base de datos está asistida por un sin número de propiedades que se encuentran asociadas a una entidad, como lo es el color, la capa, el estilo de línea, su nombre, su descripción etc. Permitiendo que el diseño sea manejado de acuerdo con una información lógica y ordenada.

2.2.9.2 Tipos de Modelado

Los tipos de modelado que el software AutoCAD proporciona son:

- ***Estructura inalámbrica.*** Se caracteriza por ser una estructura tridimensional la cual sirve para marcar referencias en base a formas geométricas al comienzo del diseño.
- ***Modelado de Sólidos.*** Establece los parámetros de masa y las secciones del diseño.
- ***Modelado de Superficie.*** permite obtener el control de las formas geométricas del diseño mayoritariamente en las curvas que lo conforman, también permite manipularlas de forma minuciosa.
- ***Modelado de Malla.*** Permite dentro del diseño realizar acciones como lo es el plegado, realizar el suavizado de la superficie e incluso la escultura de las formas en tercera dimensión.

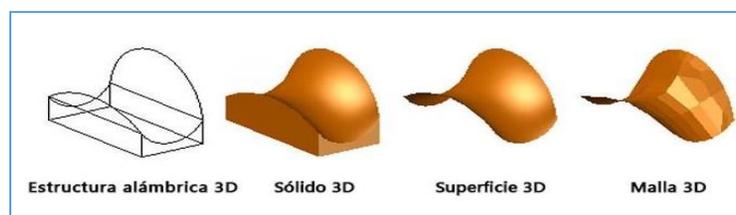


Ilustración 4. Fuente: (3Dnatives, 2020)

Tipo de Modelado en AutoCAD.

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.9.3 Tipos de CAD (Diseño Asistido Computarizado).

- ***CAD Analítico.*** Este tipo de CAD se basa en; como su nombre lo menciona, procedimientos analíticos que definen las acciones del diseño incluyendo sus límites. Surgieron después de los primeros métodos gráficos dentro del grupo CAD, con la intención de cuantificar y evaluar los resultados de todas las variables que conforman un diseño estructural, en este tipo de diseño el trazado se genera dentro de la memoria de la computadora en base a un grupo de puntos-coordenadas, todas ellas con sentido y dirección de programas vectoriales, es decir puede ser considerado con un grupo de píxeles, para el renderizado y la visualización realista de las imágenes que lo componen.

- ***CAD Paramétrico.*** Para definir sus límites se vale de parámetros, en este tipo de CAD la información visual generada forma parte de un banco de datos, es decir, la información de un objeto por medio de la representación que se encuentra en la memoria de la computadora, esta técnica le permitió sustituir en gran parte los diseños 3D por modelador de sólidos y superficies renderizadas.

2.2.9.4 Elementos de los sistemas CAD

El proceso CAD contempla en su ejecución, cuatro etapas:

1. ***Modelado Geométrico.*** Por medio de comandos, el proyectista elabora un modelo geométrico, en el que se perfeccionan las líneas, las superficies, el cuerpo y las dimensiones incluyendo el texto, después de esto se da origen a una representación del modelo en dos o tres dimensiones.

2. ***Análisis y optimización del diseño.*** Una vez asignadas las propiedades geométricas del modelo, se analiza el mismo de forma ingenieril; es aquí donde las propiedades del modelo

como los esfuerzos, las deformaciones, sus deflexiones y vibraciones se toman en cuenta o se observan detalladamente.

3. **Revisión y evaluación del diseño.** Dentro de esta fase se verifica si hay alguna interferencia entre los componentes del modelo, esto evita problemas en el ensamble o el uso de determinada pieza.
4. **Documentación y Dibujo (Drafting).** En esta etapa se efectúan los planos detallados, generados por las vistas o perspectivas de la pieza manejando inclusive, la escala de los dibujos.

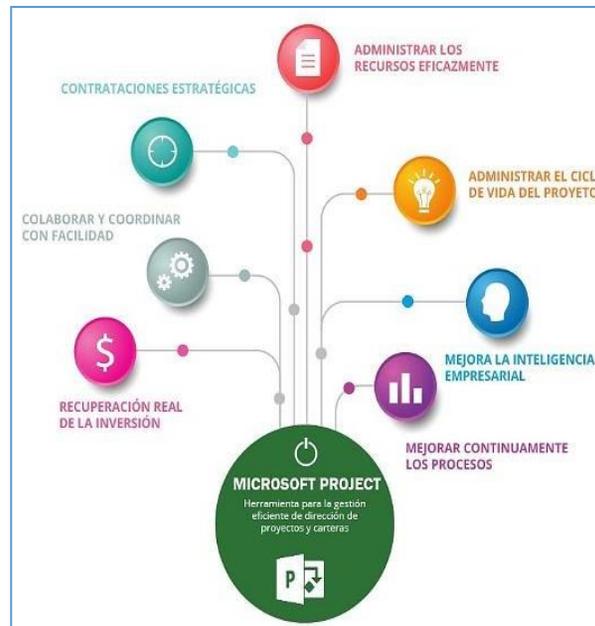
2.2.9.5 Microsoft Project

Microsoft Project es aquel software diseñado para llevar a cabo diferentes funciones, en las que cada una de ellas se asignan de forma tal, que brinden el continuo seguimiento a los procesos que conforman un proyecto, a su vez; permite elaborar presupuestos, analizar los ritmos y las cargas asignadas al personal que ejecutará una acción, así como también facilita la ejecución de planes en diferentes periodos de tiempo. Utiliza en su desarrollo numerosas ilustraciones basadas en el Diagrama de Gantt, permitiéndonos analizar:

- La ruta crítica
- Control de proyecto
- Sobrecarga de Recursos

Quienes usan Microsoft Project como herramienta útil para el seguimiento de sus múltiples proyectos, pueden tener un control de los recursos que lo componen, simplificando así la acción al asignarles el personal que lo llevará a cabo y el tiempo que desarrollará la misma, a su vez,

permite tener un control de los presupuestos, los costos asociados tanto del personal como los materiales de la obra, etc. Esto con el afán de ayudar a que los plazos contemplados en el proyecto sean respetados y no excedidos, cumpliendo así los objetivos propuestos.



***Ilustración 5. Fuente: (Cluster, 2018)
Microsoft Project y su funcionalidad.***

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.10 Sistema de Diseño BIM (Building Information Management)

El sistema de diseño BIM, conocido también como el Modelado de Información de Construcción es considerado como aquella metodología aplicada en el sector constructivo el cual contempla como único objetivo, el facilitar la programación, ejecución y puesta en marcha de proyectos de distintas áreas principalmente de ingeniería, arquitectura y construcción, logrando conseguir la mejora y eficacia de los procesos involucrados en un proyecto. La ventaja de esta tecnología es que los profesionales bajo los cuales el proyecto está a cargo, pueden trabajar sobre el mismo teniendo acceso a la información en tiempo real, por ello de acuerdo a lo que sus siglas representan, la tecnología BIM permite ejecutar los proyectos de construcción de forma global e

integrada, permitiéndole al o los proyectistas, tener la información de cada una de las fases del proyecto desde su boceto de inicio hasta su ejecución.

BIM permite por medio del uso de un modelo virtual la manipulación de los datos gestionados por el equipo, en el que todos pueden añadir y aportar datos e información a un modelo único compartido. Así se reducen en gran porcentaje las posibilidades de perder la información del proyecto por la modificación de datos, aparte de gestionar la información en la totalidad del proyecto cosa que incluye sus recursos, se representa esta tecnología como la base confiable para realizar la toma de decisiones de un proyecto por medio de un método colaborativo, así se obtiene un enfoque mucho más claro de las cuestiones importantes que engloban un proyecto.

La Tecnología BIM, modelo de información de la construcción se distingue por ser aquella metodología basada en la utilización de un conjunto o una serie de distintos sistemas y softwares que cumplen la función de totalizar o integrar la información en la que todo un proyecto se rige, en su modelo de forma virtual de 3 dimensiones permite estudiar y gestionar dicha información de manera segura en todo su ciclo de vida partiendo desde el inicio o el planteamiento de la necesidad o idea, hasta su desconstrucción o derribo, todo ello por medio de la colaboración de todos los participantes que conforman el proyecto.

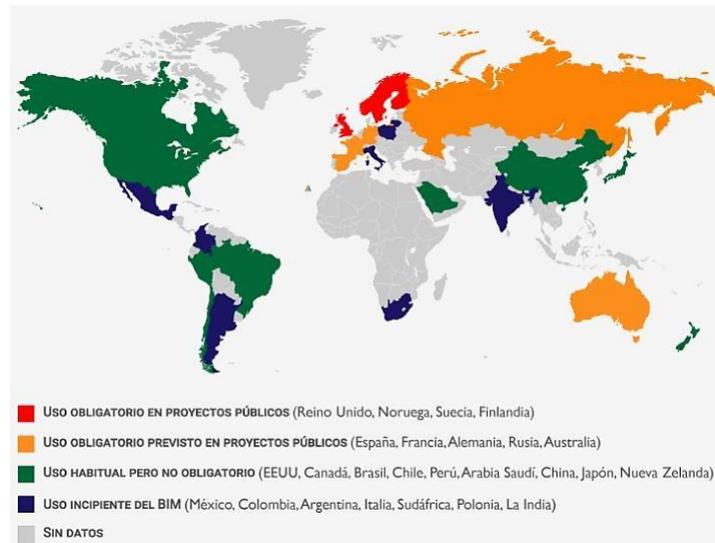
Esta metodología, consiente el hecho de que los modelos arquitectónicos y constructivos de un proyecto de construcción se unifiquen o enlacen con parte de los sistemas que lo componen como los son las instalaciones sanitarias, eléctricas, los estudios o levantamientos topográficos, mediciones y presupuestos, etc.

2.2.10.1 *Implementación de sistema BIM en el mundo*

La implementación del sistema BIM en países distintos al nuestro es mucho mayor, alcanzando el 40% de proyectos realizados bajo la metodología BIM, sí del sector constructivo hablamos; integrándose en el mercado de forma gradual, desplazando tecnologías tradicionales. Por ejemplo, Finlandia se caracteriza por ser uno de los primeros países pioneros en hacer uso de esta tecnología dentro del sector constructivo, desde el año 2007 presentan cualquier tipo de proyecto en formatos BIM como lo es el IFC, garantizándose pronto utilizar el sistema en todas sus dimensiones al paso de los años. Así mismo en el año 2014 basándose en la guía COBIM finlandesa, España lanzó la primera guía de protocolo BIM utilizada por quienes conforman el sector constructivo o todo aquel que esté interesado en esta nueva metodología, implementando así la iniciativa para la realización de proyectos BIM bajo las normas y estándares requeridos procurando que proyectos factibles sean creados bajo nuevas modalidades, y fue en el año 2015 que se establecieron formalmente las bases por las que obligatoriamente se debe regir un proyecto BIM.

En Estados Unidos de América para el año 2003, se promovió la iniciativa de utilizar el BIM 3D y 4D por medio de distintas agencias como la Administración General de Servicios (GSA) y el Public Buildings Service Office of Chief Architect. Dicha iniciativa tenía el objetivo de incentivar la realización de proyectos bajo modelos virtuales o digitales mejorando la calidad en cuanto a optimización y la visualización del proyecto a lo largo de toda su etapa constructiva. Es por ello que desde el 2007 el GSA solicita los proyectos modelados bajo la tecnología BIM como el requerimiento mínimo que debe cumplir en su presentación, con el paso de los años se han desarrollado en el país distintas guías que presentan distintas temáticas del BIM.

Finalmente, el Reino Unido implementó la tecnología BIM, al necesitar controlar los valores de la construcción y es así como en el año 2011 publicó un tratado en el que se recomendaba utilizar dicha tecnología en su tercera dimensión BIM 3D que abarca el inicio de la obra hasta su modelado.



***Ilustración 6. (INSITEC, 2016) Implementación de BIM alrededor del Mundo.
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)***

2.2.10.1.1 Implementación de sistema BIM en Latinoamérica

Para el año 2018 la metodología BIM se estaba integrando con aceptación como ya se mencionó, en España, con el 40% de las obras en el sector de construcción bajo el sello BIM, sin embargo, se había previsto que para el año 2020 la implementación de la tecnología BIM en el mercado Latinoamericano aumentaría en un 11% y, aunque cada vez tiene mucha más aceptación, esto se realiza a pasos lentos, y de forma no homogénea. Por ejemplo, en Chile, Colombia y Perú es básicamente una realidad, tanto su uso en proyectos de tipo obras públicas como en contrataciones de particulares profesionales; pero en el resto del continente sólo es una propuesta de graduación parsimoniosa.

2.2.10.1.2 BIM en Ecuador

Se puede decir que dentro del país la implementación BIM no posee un estándar fijo, y es considerado como el sistema utilizado solo en el sector privado mediante empresas constructoras, esto debido a que Ecuador no cuenta con una política que gestione la necesidad de utilizar BIM dentro del sector público de la construcción. (EDITEC, 2018).

2.2.10.2 Usos y Objetivos de la metodología BIM

La metodología BIM se caracteriza por ser aquella modernización de los distintos procesos de elaboración de planos, debido a ello, las ramas que se originan del sector constructivo sustentan sus proyectos en un sistema cuya premisa es el modelar obras en tres dimensiones. Es de acuerdo con este estilo de trabajo, que actualmente las empresas en conjunto con los profesionales que ejercen la profesión son capaces de distribuir y ahorrar el tiempo de ejecución de las distintas etapas de una obra, al mismo tiempo que minimizan la inversión económica que la caracteriza. Todo ello trabajando con niveles de detalle realmente elevados, con tiempos cortos de ejecución y margen de errores mínimos, descartando así, un sin número de inversiones extras que suelen presentarse al ejecutar una obra sin el sistema BIM (ESDIMA, 2017).

- **Objetivo.** El modelado de la Información de Construcción no solo tiene el objetivo de modelar los planos que conforman una obra en tres dimensiones, sino también, busca crear y generar toda la información de la obra a detalle de forma precisa. Lo que el modelado BIM requiere es ser el punto que enlaza todos y cada uno de los procesos originarios de una planificación de obra, partiendo desde la creación del modelo estructural o arquitectónico en distintos planos, hasta el diseño individual de cada parte, que a este compone; BIM busca unificar esta información o estos diseños realizando el acople de los mismos en un solo archivo que se caracterice por ser de uso universal. Se podría decir que

es el método apropiado a utilizar, para que la sincronización de los equipos de trabajo se ejecute de forma óptima, manteniéndolos informados de todo lo que envuelve al proyecto en tiempo real. Lo antes mencionado permite pensar que BIM es aquella simulación a escala de todo lo que conforma, a una obra que será construida (ESDIMA, 2017).

- *Usos.* La metodología BIM, en cuanto a los usos que se le puede dar son realmente variados, todo ello debido a la versatilidad que posee en el campo para el cual fue creado.

De acuerdo con Esdima (2017) entre los usos de BIM tenemos:

- ✓ Prever las diferentes variaciones que la estructura u obra a ejecutar pueden causar dentro del entorno, y la influencia que éste tendrá sobre la obra. Ya sea desde el inicio de la obra, hasta el término de su vida útil.
- ✓ Obtener una estimación ajustada de los costes generados por la ejecución de una obra, así como también, conocer la cantidad de los materiales necesarios para esta actividad, en este punto BIM le permite a los empresarios o profesionales que ejercen en el campo de la construcción, conseguir el costo total de una obra o construcción.
- ✓ BIM en su modelado 4D también denominado modelado por simulación, permite al experto obtener las diferentes variaciones que se asocian a la obra, por ejemplo; de qué manera influye el viento en la estructura, es decir factores y agentes tanto internos como externos que modifican el comportamiento de la misma a corto y largo plazo, permitiendo conocer y prever posibles conflictos sin necesidad de realizar cambios desde cero, de forma sencilla y eficaz.

- ✓ Realizar revisiones y modificaciones de los planos globales de manera simple, al contar con un lugar específico, en el que, los datos de la obra son almacenados; reduciendo en sobremanera la supervisión de los mismos en factor tiempo, gracias a la conectividad en la nube, que actúa como el medio de interconexión entre todos los profesionales que componen la obra, los integrantes pueden de manera detallada, visualizar la estructura y los cambios que presenta, desde cualquier lugar sin tener la necesidad de realizar una reunión especial para ello.

- ✓ Facilitar la supervisión de la obra, acelerando la corrección de distintos imprevistos, lo que resulta beneficioso para los profesionales que ejecutarán la obra y los agentes estatales que la evalúan, obteniéndose los permisos requeridos en un tiempo mucho menor.

2.2.10.3 *Modelación BIM*

La modelación BIM en su ejecución, supone la interacción en conjunto con un modelo virtual de la estructura. La modelación compone la construcción geométrica de la estructura a través de la ubicación de una serie de objetos (objetos que forman la estructura) en un espacio virtual (S&P, 2019).

2.2.10.4 *Dimensiones BIM*

Se podría decir que el ciclo de vida de todo proyecto que se basa en la metodología BIM parte de una idea y termina con la demolición y el reciclaje del proyecto ya realizado y, debido al hecho de que la metodología BIM no solo se trata de un modelamiento de forma tridimensional de la estructura, cuenta con distintas dimensiones clasificándose en; la dimensión 3D que desarrolla los modelos de forma tridimensional, la 4D que gestiona el tiempo de ejecución de la

estructura, la 5D que gestiona el costo, la 6D que gestiona la sostenibilidad y la 7D que se encarga de la operación y el mantenimiento de la estructura (García J. , 2017).

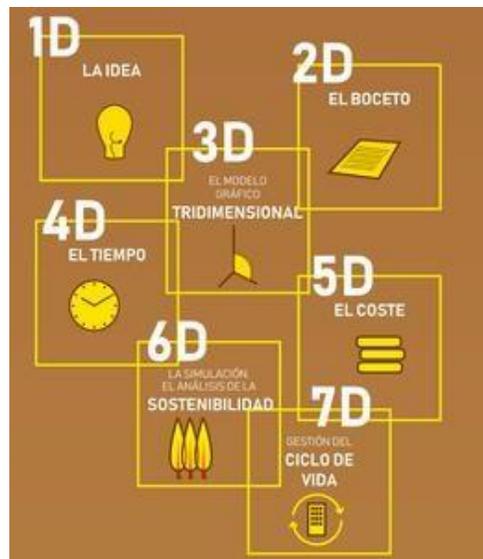
- **1D BIM o idea.** En esta etapa se obtienen las primeras estimaciones para realizar un proyecto. Se define la idea de lo que se quiere ejecutar, dentro de esta dimensión se colocan los datos de entrada del proyecto como lo son la ubicación o el lugar destinado al emplazamiento, el análisis del suelo, los permisos requeridos necesarios para la ejecución y puesta en marcha, etc., partiremos no sólo de la idea del proyecto sino hacia dónde queremos guiarlo, se planeará todo desde donde y cuando se ejecutará, por ello se considera por muchos como una etapa previa (Econova, 2020).
- **2D BIM o Boceto.** Se define dentro de esta dimensión como se va a estructurar nuestro proyecto, hablando de forma física, se comenzará por la búsqueda del software apropiado que nos permita modelar y diseñar la idea previamente planteada, de la mejor forma. Se realiza un modelo virtual, evaluando la estructura de forma dinámica (Econova, 2020).
- **3D BIM o Modelado de Información del Edificio.** Dentro de esta dimensión se encuentra la modelación de la estructura en 3D, conlleva la modelación de los elementos ya planteados en las dimensiones anteriores, representándolos de forma paramétrica y unificada. Se enfoca principalmente en representar la información que a estos elementos compone, de forma geométrica, a través de elementos integrados tomados de una biblioteca virtual, como lo son los muros, el suelo, los techos, pilares, puertas, ventanas, etc., no debe pensarse que solo se trata de algo visual, sino va más allá esto, pues comprende la información que se requiere para ejecutar las fases posteriores a ella. La dimensión 3D

permite detectar interferencias en el modelado de distintas especialidades, evitando que se generen conflictos en la obra (García J., 2017).

- **4D BIM o Tiempo:** Al ejecutar un proyecto mediante el software BIM se puede llevar a cabo la planificación del mismo, a través de un cronograma que presenta las etapas a seguir, en conjunto con cada una de sus actividades. Esto permite asignar tiempos a cada una de ellas, lo que incluye, las personas que las ejecutarán y los materiales que van a necesitar para esto. De esta forma se obtiene la organización de la obra de forma mucho más controlada, visualizando en tiempo real de forma física como virtual la evolución de la obra, facilitando así la optimización de los recursos como lo son; la mano de obra, maquinaria, herramientas y los costos directos e indirectos a utilizar en cada actividad. Esta dimensión planifica el trabajo, y se modifican o ajustan los procesos de acuerdo al tiempo que conlleva una tarea, permite visualizar y comunicar dentro de los proyectistas los hitos del proyecto y los planes constructivos (García J., 2017).
- **5D BIM o Coste.** Dentro de esta dimensión se incorpora el control y seguimiento de los costes presentes en la ejecución de la estructura, a su vez, los gastos globales, con el fin de optimizar su rentabilidad y factibilidad. Se definirán las cantidades de los materiales junto con el coste de cada uno de ellos, organizando los gastos contemplados de cada etapa, desde la fase de utilización de la estructura hasta su mantenimiento (García J., 2017).
- **6D BIM o Simulación energética y Sostenibilidad.** Esta etapa permite conocer el comportamiento previo del edificio antes de llevar a cabo la obra. Dentro de ella se pueden generar y visualizar simulaciones alternativas del proyecto hasta obtener la más acertada de forma óptima y sostenible. Se pueden realizar distintas variaciones que simulen los

elementos que pueden llegar a alterar la estructura en su estado térmico y sonoro, como lo son; el material utilizado para la construcción, la ubicación, la situación y la orientación, los elementos contemplados para calentar o enfriar el edificio, etc., se podría decir que en esta etapa se realizan los cálculos y el análisis energético de la obra (García J., 2017).

- **7D BIM o Mantenimiento y Gestión del edificio y sus servicios.** Esta dimensión contempla la gestión del ciclo de vida que compone el proyecto y los servicios de los cuales hará uso. Lo que tiene por objetivo, dotar al modelo de información que se ejecuta sobre las operaciones que se deben seguir una vez la estructura u obra sea construida. Permitiendo mantener y generar las instrucciones específicas para operar un proyecto y ejecutar el control logístico de su uso y mantenimiento; mejorando así la gestión de distintos aspectos, como las reparaciones, las inspecciones, etc., (García J., 2017).



**Ilustración 7. Fuente: (ALUMED, 2018)
Dimensiones del Sistema de Diseño BIM.**

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.10.5 *Ciclo de vida de un Proyecto BIM*

Dentro del ámbito constructivo se comienza el desarrollo de un proyecto, desde la primera idea que se tiene del mismo, la cual llega a desaparecer una vez se borre la última huella de la infraestructura realizada o ejecutada. Y la metodología BIM acompaña todo el proceso de acuerdo con el siguiente ciclo de vida:

- ***Estudios Previos.*** En esta fase se contempla el lugar en el que, el proyecto se ejecutará, dentro del cual se evalúan los factores ambientales, topográficos, etc., identificando así, las posibles afecciones que se generarán por los diferentes factores que pueden ser de acuerdo con la cultura o las normativas sobre las que se sustenta el proyecto. Se recolecta la mayor información que permitirá obtener la visión global necesaria para la realización del boceto del proyecto. Intervienen en esta fase las distintas carreras como la ingeniería, la topografía, la arquitectura, la geotecnia, etc., en conjunto obviamente con el promotor y los encargados de dirigir las ordenanzas estipuladas. Dentro de esta fase el modelo BIM no se denota del todo, se encontrará en un nivel relativamente bajo (Caballero, 2020).

- ***Anteproyecto.*** En esta fase después de varias reuniones entre las distintas disciplinas, que en un proyecto se desarrollan, se obtienen las primeras propuestas sobre el diseño definitivo del proyecto, esta fase no posee una temporalidad definida pues todo dependerá de la clase de proyecto que se ejecute y de su promotor. Dentro de esta fase será el modelo BIM el que se desarrolle como distintas opciones de diseño, que se presentarán en paralelo (Caballero, 2020).

- ***Desarrollo Inicial o Proyecto Básico.*** Dentro de esta fase se desarrollará el diseño elegido entre las alternativas contempladas, en la que intervienen los modeladores BIM, se definen

también los elementos sobre los cuales se referenciará el proyecto como lo son los niveles y sus coordenadas, facilitando el hecho de que todas las disciplinas involucradas, trabajen sobre el mismo espacio virtual, será la figura BIM Manager la que guie la ejecución de la obra (Caballero, 2020).

- **Proyecto de ejecución.** En esta etapa se genera información precisa del proyecto o la idea básica de la cual se parte, será el BIM manager quien fije el nivel de detalle que cada disciplina requiere, manteniendo la inter - polaridad de los oficios. Se realiza el cálculo y el dimensionamiento de las instalaciones y la estructura del diseño elegido, a través de modelos analíticos y simulaciones. Esto, por medio de distintos archivos BIM que componen el conjunto de instalaciones necesarias en el proyecto como lo son las mecánicas, eléctricas y de fontanería. Es así como cada archivo se referenciará al BIM arquitectónico o estructural, posterior a ello facilita la comprobación de cuán compatible es el modelo general con las ramas de forma independiente. En esta fase ingresa la figura del Coordinador BIM quien cumple la función de conectar los modelos de diseño con los constructivos y los que pertenecen a otras disciplinas (Caballero, 2020).
- **Fase de Construcción.** En esta fase se ahorra en cantidad, tiempo y costes, lo que evita la aparición de distintos retrasos en la obra. Lo que el uso de BIM permite es realizar dentro del proyecto la organización de forma íntegra de cada proceso constructivo, organizando plazos de equipos que dentro de la obra vayan a participar, optimizando así, el aprovisionamiento de los materiales que gestionan los activos que afectan la obra. Dentro de esta fase aparte del modelado BIM, se incluyen los agentes propios de la obra como lo son la constructora, el jefe de obra, peones, etc. En esta fase se consigue finalmente un modelo “as built” (Caballero, 2020).

- **Fase de Mantenimiento.** Una vez obtenido el modelo “as built” se realiza el seguimiento de la obra tanto en mantenimiento como en funcionamiento. Obteniendo así un modelo virtual que permite visualizar el modelo completo del proyecto, sobre el cual se toman decisiones en cuanto a los cambios que se proveen en un entorno real., el mantenimiento contempla las áreas que gestionan el servicio de limpieza, la gestión de los residuos, generación de documentos, etc., (Caballero, 2020).
- **Desmontaje y/o Demolición.** En esta fase la metodología BIM previene la cantidad de residuos que la demolición o el desmontaje de la obra genera y evalúa cómo se ejecutará el sistema constructivo que lo produzca para poder reutilizar los mismo abogando la sostenibilidad del proyecto (Caballero, 2020).

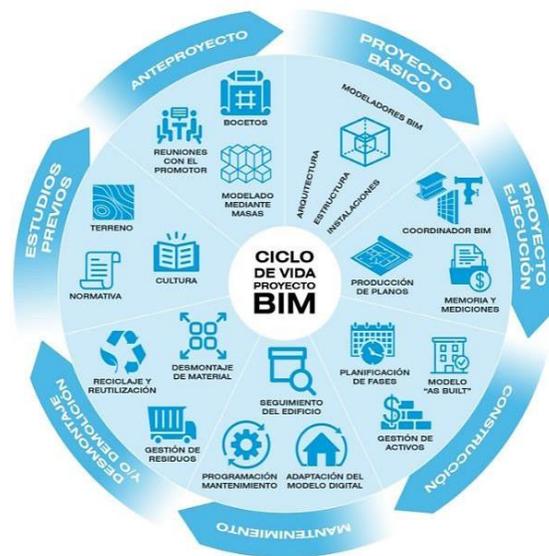


Ilustración 8. Fuente: (Caballero, 2020) Ciclo de vida de un proyecto BIM. Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.10.6 Tipos de Softwares BIM

Tabla 2.
Tipos de Softwares BIM de acuerdo con las Etapas de diseño de un proyecto y sus Dimensiones.

Modelado BIM	
ArchiCAD (Graphisoft)	Este software permite trabajar con objetos inteligentes (Smart Objects), genera no sólo dibujos en 2D sino también modelos de forma virtual completos en conjunto con una memoria constructiva. Posee una amplia biblioteca de objetos prediseñados.
REVIT (Autodesk)	Permite modelar objetos prediseñados en conjunto con sus parámetros, posee herramientas necesarias para modelar diseños arquitectónicos, de construcción e ingeniería.
Allplan (Nemetschek)	Utilizado comúnmente en Alemania, en el que se puede pasar de un diseño en 2D a 3D, permite renderizar imágenes las cuales permanecen con alta calidad con el plugin propio de "CineRender".
Aecosim (Bentley Systems)	Se utiliza en obras civiles con una orientación a la fase completa de la estructura más que al diseño de la misma.
Vectorworks (Nemetschek)	Programa utilizado para modelos arquitectónicos ya sea en 2D o 3D, se enfoca en el diseño dentro de la industria de la construcción, el entretenimiento, el paisajismo y la mecánica industrial.
Edificius (ACCA Software)	Integra dentro de sus herramientas el modelado BIM con el modelado de renderización en tiempo real, esto permite observar el proyecto a la vez que se modela el mismo.
Planificación de obra o 4D	
Naviswork (Autodesk)	Permite abrir y mezclar modelos 3D, también navegar en tiempo real y revisar el mismo, por medio de este software BIM podemos detectar interferencias y realizar simulaciones 4D.

SYNCHRO	Permite visualizar, analizar, editar y rastrear todo el proyecto, dentro de él, el equipo de un proceso puede optimizarlo; haciendo del mismo una forma transparente de planificar.
TQCI	Considerado un software de construcción virtual, incluye dentro de su programación 12 módulos que gestionan de forma colaborativa e integral los proyectos y obras en absolutamente todo su ciclo de vida.
Project (Microsoft)	Gestiona los proyectos de forma tal, que ayuda a realizar al proyectista un cronograma en el que se asignan tareas, rastrean progresos, administran presupuestos y analizan las cargas impuestas a cada uno de los que conforman el equipo
Medición y Presupuesto o 5D	
Arquímedes (CYPE)	Nos brinda la opción de realizar la medición, el presupuesto, las certificaciones, los pliegos de condición y el manual de uso y mantenimiento que un edificio debe tener.
Presto - Cost It	Genera mediciones completas de todo el modelo, mediante una trazabilidad bien estructurada convirtiéndose posteriormente en un presupuesto, lo que ayudará a valorar o licitar un proyecto propuesto. Permite también obtener la información de las superficies útiles del proyecto, sus parámetros más importantes para determinar el precio y la documentación.
Gest.MidePlan (Arktec)	Realiza la medición automatizada de proyectos partiendo de un modelo BIM en formato IFC, la presupuestación se realiza mediante MidePlan quien valora todos los objetos diseñados dentro del proyecto, todos sus valores son reales.
Gestión ambiental y eficiencia energética o 6D	
EcoDesigner (Graphisoft)	Realiza una evaluación energética del proyecto, es un programa normado dentro del cual se pueden realizar los

	cálculos de energía desde el principio hasta el final del proyecto.
Green Building Studio (Autodesk)	Permite realizar simulaciones de rendimiento de una estructura, optimizando la eficiencia desde el proceso de diseño. Permite diseñar edificios en un tiempo menor que cualquier método convencional.
CYPETHERM HE	Calcula las cargas térmicas de los edificios.
RIUSKA	Simula la energía y el confort de una edificación, presentando cálculos detallados de calefacción y refrigeración necesarios, dentro del cálculo del consumo de energía.
Facility Management o 7D	
Maximo (IBM)	Permite tener un modelo único de todos los intervinientes del proyecto.
ARCHIBUS	simplifica el trabajo y automatiza el flujo de información desde la etapa de diseño del proyecto, hasta la gestión y ejecución completa de su ciclo de vida
Diseño de Instalaciones	
CYPECAD MEP	Diseña la envolvente, la distribución y las instalaciones del edificio.
DDS CAD	Ofrece la solución de sistemas eléctricos, de fontanería, calefacción, ventilación, aire acondicionado y sistemas fotovoltaicos.
Diseño de Estructuras	
Tricalc	Calcula estructuras de cualquier material, con todas las formas de trabajo incluyendo las prestaciones.
Tekla Structures	Gestiona los datos múltiples de los materiales que componen una edificación, genera automáticamente los dibujos utilizados, el análisis estructural y el diseño de cualquier proyecto.

Fuente: (BIMnD, 2019)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE UN CICLO DE UNA ESTRUCTURA

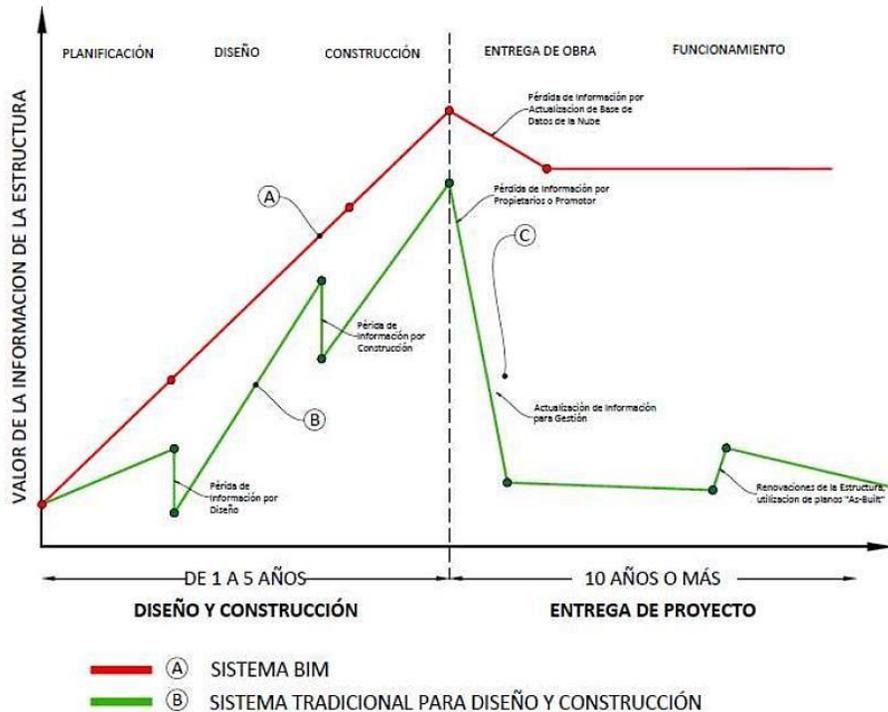


Ilustración 9. Fuente: (García & Manzo, 2021) Sistema del Ciclo de una Estructura bajo el Sistema Tradicional vs. Sistema BIM.

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.10.7 Lineamientos del Sistema de Diseño BIM

El Sistema BIM tiene como función salvaguardar la información del proyecto, a lo largo de su vida útil, evitando la pérdida de la misma durante el proceso. El proceso de los proyectos elaborados bajo esta tecnología permite que se mantenga una línea en constante crecimiento en cuanto al valor de la información versus la pérdida de la misma en el sistema tradicional.

2.2.10.8 Niveles de madurez BIM

Debido a que el BIM es una tecnología que funciona bajo el método de trabajo colaborativo, basándose en el intercambio de datos de cualquier parte del proyecto; es decir, sobre el mismo proyecto y la base que a éste compone, pueden los integrantes del mismo gestionarlos al mismo tiempo, partiendo desde su idea hasta el diseño y la realización. Hay que tener en cuenta que a nivel que se suba de nivel la colaboración de las partes es mucho mayor.

- **BIM Nivel 0 (Colaboración Baja).** Debido a que en este nivel los procesos son relativamente bajos o nulos pues parten de una idea, se puede deducir que no posee un nivel de cooperación, dentro de esta fase la producción e intercambios de datos arriban mediante documentos electrónicos en papel no modificables. Dentro de este nivel se encuentran los dibujos generados por los softwares CAD, pero no se intercambian modelos dentro de sí, y en caso de hacerlo no pueden ser modificados por los proyectistas.
- **BIM Nivel 1 (Colaboración Parcial).** Dentro de este nivel se utiliza el CDE (Common Data Environment) el cual se define como archivo online compartido, en el que se recogen y gestionan los datos que serán necesarios dentro del proyecto.
- **BIM Nivel 2 (colaboración completa).** En este nivel los datos del proyecto se comparten con todos los participantes que lo componen. Se introducen nuevas dimensiones de la tecnología BIM como lo es el 4D que gestiona el tiempo del proyecto, y el 5D que calcula el presupuesto del mismo. Es aquí donde los archivos IFC hacen su aparición, éstos sirven para intercambiar datos BIM, datos que contienen la información del proyecto y su diseño. En esta etapa los colaboradores pueden tener una vista panorámica de los datos disponibles y pueden a su vez, modificarlos siendo posible tener un modelo BIM unificado.

- **BIM Nivel 3 (integración completa)** se considera como la meta final dentro del sector de la construcción, tiene el objetivo de integrar los datos en una nube. El modelo será accesible a todos los colaboradores del proyecto y los agentes que lo componen podrán realizar modificaciones y añadir sus propios datos.

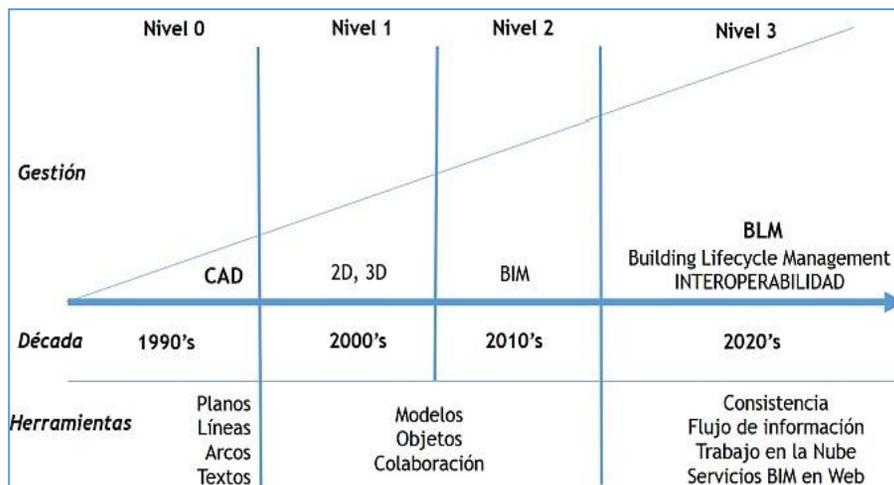


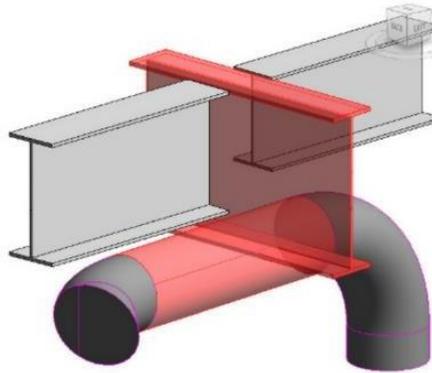
Ilustración 10. Fuente: (Vásquez, 2019)

Niveles de Madurez BIM
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

2.2.10.9 Ventajas de Implementar el Sistema BIM

1. **Comunicación y Coordinación.** El sistema BIM permite que exista dentro del proyecto una mejora en cuanto a la comunicación y la coordinación que se maneja en ella por medio de un acceso simultáneo a los datos importantes de los distintos encargados del proyecto. Es de esta forma como se pueden entender fácilmente las partes del proyecto en su totalidad, ya sea en relación con sus trabajadores como de los contratistas de la obra.
2. **Detección de interferencias.** Uno de los beneficios de la tecnología BIM es que permite conocer las interferencias que dentro del proyecto se presenten, es decir mediante los componentes constructivos, lo que permite realizar las correcciones de los errores

generados en etapas previas a la construcción del proyecto, básicamente en el diseño. Realizando dichos cambios en el modelado 3D.



***Ilustración 11. Fuente: (CADBIM3D, 2018) Interferencias detectadas entre elementos constructivos e instalaciones sanitarias. Navisworks por BIM
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)***

- 3. Integración interdisciplinar del proyecto.** Otra ventaja del sistema BIM es que permite al proyecto, ser diseñado, planeado y ejecutado en conjunto, es decir todos los colaboradores del proyecto pueden modificarlo y utilizar la información generada en él, en distintas áreas. Lo interesante es que permite realizar tales cosas a los miembros del proyecto, desde cualquier parte permitiéndoles acceder en tiempo real por medio de conexión a internet.
- 4. Sustentabilidad.** Mediante la tecnología BIM podemos a su vez, tener un conocimiento exacto sobre su consumo de energía, mediante un software que realiza un análisis energético del proyecto global. Esto permite a los encargados conocer las deficiencias que a corto o largo plazo se presentarán y, en caso de ser necesarias modificar todas ellas. Haciendo el proyecto eficiente energéticamente, incluyendo la luminosidad que requiere.

5. **Cubicación.** La ventaja de la cubicación es que les permite a los encargados del proyecto, realizar la cubicación de los materiales utilizados para su creación, vinculándose con las herramientas del sistema para evaluar los costos, sin importar las veces que se modifique la misma.
6. **Prefabricación.** genera distintos elementos prefabricados en su base de datos como lo son; muro de cortina, marcos de acero, etc. Lo que ayuda al proyecto agilizarse en reducción de tiempo y costo.
7. **Marketing.** BIM mediante el desarrollo, permite que los planos generados incluyendo las animaciones de los mismos sean extraídos, lo que permite realizar presentaciones realistas a quienes estén interesados en el proyecto por medio de sus herramientas permite brindarles texturas, iluminación y detalles a fines.
8. **Información centralizada.** su principal ventaja, permite modificar y trabajar sobre un modelo único anulando así las versiones múltiples del mismo, provocando el riesgo de pérdidas de datos y errores futuros (Vásquez, 2019).

2.2.10.10 Definición de Simulación

Se considera una simulación, al procesamiento de un diseño real en el que se pueden entender o visualizar posibles resultados de los cuales se puedan ejecutar estrategias que positivas o negativas de acuerdo con lo obtenido, es así como permite emular distintos procesos, tareas o actividades pertenecientes a las etapas constructivas permitiendo al usuario tener una noción de cómo responderá el diseño adoptado, de esta forma podremos calificar cuán pertinente es su realización.

Las ventajas generadas por los modelos de simulación es que permiten ver de qué forma trabaja el proyecto o infraestructura y cómo responderá, todo ello partiendo de la información de entrada proporcionada, evaluando distintas opciones para ejecutar la misma, teniendo un control de las actividades en diferentes tiempos.

2.2.10.11 *Simulación computacional en proyectos constructivos, Modelado BIM*

La dificultad que presenta todo proyecto constructivo, empezando desde lo compleja que puede ser su infraestructura en la cual intervienen en el diseño y construcción diferentes elementos, generados a su vez por distintos profesionales, todos ellos de carreras distintas; que mediante un sin número o una multitud de distintos componentes o sistemas como lo es la estructura, las instalaciones sanitarias, eléctricas, el mobiliario, etc. Los cuales tienen que permanecer coordinados o enlazados para el correcto funcionamiento viable de la edificación o estructura. La complejidad de lo mencionado permitió que dentro del sector constructivo se requiera introducir el diseño asistido por medio del ordenador.

A diferencia del sistema tradicional, el modelado BIM genera como su principal producto un modelado virtual, en este caso infraestructuras con todos sus elementos constructivos y a su vez los planos necesarios modelados mayormente de forma realista y detallada, en él, se pasa de una representación bidimensional discreta como lo son los planos a un modelado de forma tridimensional integral como es el BIM todo ello partiendo de una base de datos que contiene las partes del proyecto o el sistema virtual generado.

La memoria de cálculo generada por el diseño de una edificación, la cual incluye su cálculo estructural, el diseño empírico de sus instalaciones o el análisis de los costos que esta generan han sufrido una notable evolución. Por ello se pasa de lo tradicional al empleo de distintos instrumentos

informáticos que permiten agilizar y automatizar distintas etapas de un modelo no simulado o uno tradicional, BIM permite de forma general simular computacionalmente los diferentes sistemas que conforman el edificio o la infraestructura propuesta, todo ello de forma integral (López, 2018).

2.3 Marco Legal

2.3.1 Registro Oficial No.449, 20 de octubre del 2008

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador todo ciudadano tiene derecho a residir en un ambiente sano y a disfrutar de un hábitat seguro como lo observamos en las siguientes secciones:

Sección Segunda

Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Sección Sexta

Hábitat y Vivienda

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

2.3.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción

Esta norma se encuentra promovida por la Subsecretaría del Hábitat y Asentamientos Humanos, cuyo objetivo es la actualización del Código Ecuatoriano de la Construcción. Toda edificación que se construya en el País debe regirse indispensablemente por medio de la normativa ecuatoriana de construcción (NEC), la cual se compone de diversos capítulos que contemplan las siguientes partes principales: (i) Establecer Parámetros de Seguridad y Salud, (ii) Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento, (iii) definir principios de diseño y montaje, etc.

Estructuras de Hormigón Armado

NEC-SE-HM: Contiene un conjunto de parámetros y ecuaciones que deben ser considerados al analizar y dimensionar los elementos estructurales de una edificación de hormigón armado, éstos deben cumplir con las especificaciones técnicas nacionales e internacionales.

Cargas (no sísmicas)

NEC-SE-CG: Dentro de la evaluación estructural de una edificación se debe tomar en cuenta las cargas que ésta soportará, las cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas, dentro de esta norma se pueden encontrar como analizar cada una de ellas.

Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente

NEC-SE-DS: Esta norma contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil.

Rehabilitación Sísmica de Estructuras

NEC-SE-RE: Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico.

Geotecnia y Diseño de Cimentaciones

NEC-SE-GM: Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes.

Estructuras de Hormigón Armado

NEC-SE-HM: Contempla el análisis y el dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional.

Estructuras de Mampostería Estructural

NEC-SE-MP: Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se considera metodología de la investigación a aquel conjunto de distintos procesos y técnicas utilizados de forma coherente, racional y ordenada, para llevar a cabo un estudio. La metodología permite conocer de qué forma un investigador o la persona que realiza el proyecto de investigación va a recabar, ordenar, estudiar y analizar los datos que obtiene.

3.1 Metodología

El tipo de metodología que se realizó en el proyecto de investigación fue cuantitativo con razonamiento deductivo, de tal forma que se examinó a la metodología BIM (Building Information Management) como una de las nuevas tecnologías en el entorno de la construcción, por medio de datos cuantificables que dieron acceso a información e identificación de variables que tuvo como objetivo la Hipótesis o idea a defender.

3.2 Tipo de Investigación

Para el proyecto se empleó el tipo de investigación es descriptiva; lo cual permitió la comparación de características, las ventajas y desventajas entre el método tradicional y la metodología BIM.

3.3 Enfoque de la Investigación

El enfoque que tuvo la investigación fue mixto, es decir cuantitativo y cualitativo. El cualitativo, porque parte de la recolección de información para conocer cuán factible puede ser el uso de la tecnología BIM (Building Information Management) en la industria de la construcción. Y de forma cuantitativa, ya que será por medio de datos numéricos la comparación económica bajo el presupuesto del método tradicional y la metodología BIM en el sector constructivo de una vivienda.

3.3.1 Diseño de la Investigación

Bajo el siguiente esquema se analizó de forma visual la información sobre el diseño de la investigación.



Gráfico 1. Esquema visual sobre el diseño de investigación

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Se dio el diseño de investigación de manera descriptiva, por medio de instrumentos de la observación, encuestas y entrevista que proporcionaron información sobre el uso de la metodología BIM entorno al sector constructivo; investigación de forma concluyente, ya que se obtuvo una serie de datos para reconocer las diferencias que existen entre el uso de la metodología tradicional y la metodología (Building Information Management).

3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Las técnicas que se llevaron a cabo en el presente proyecto fueron: la observación, la encuesta y entrevista. Lo cual permitió obtener información acerca del conocimiento de BIM (Building Information Management) como nueva tecnología en el sector de la construcción.

3.4.1 Observación

La forma de observación con la que se trabajó para la obtención de datos fue mediante cuadros de información y representaciones gráficas; en donde la autora elaboró tablas de contenido con el análisis económico de ambos métodos. De tal manera que, con aquella información se realizó la comparación de ambos métodos (tradicional y con metodología BIM).

3.4.2 Encuesta

Se elaboraron encuestas dirigidas a profesionales de la institución “Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas” (CICG) que ejercen en la industria constructiva; en donde, se recolectó información para conocer con qué frecuencia se implementan nuevas tecnologías en el sector de la construcción.

3.4.3 Entrevista

Se realizó entrevistas a tres profesionales pertenecientes a la institución “Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas” con experiencia en la metodología BIM; en consecuencia, se pudo identificar las diferencias entre ambos métodos (tradicional y metodología BIM) en base a la experiencia de los entrevistados.

3.4.4 Descripción de los Instrumentos de investigación

El instrumento para la recolección de información de la investigación fue mediante la elaboración de un presupuesto, generando un análisis económico para la comparación de ambos métodos; así también, se realizó un cuestionario de preguntas para el diseño de la encuesta y la entrevista, en base a los objetivos y las variables sujetas al proyecto.

3.5 Población

La población que fue objeto de la presente investigación lo conformaron un grupo de profesionales que ejercen su carrera dentro del sector constructivo en la ciudad de Guayaquil, como lo son: mil doscientos (1.200) Ingenieros Civiles que se encuentran activos en la institución “Colegios de Ingenieros Civiles de la ciudad de Guayaquil” (CICG). Con características muy similares a la hora de trabajar en las distintas etapas de planificación en la construcción y edificación de una infraestructura específica.

Tabla 3. Población

Número de Profesionales Activos en la Institución de “Colegio de Ingenieros Civiles”

USUARIOS ACTIVOS	CANTIDAD
SI	1.200

Fuente: (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.6 Muestra

Dentro de la muestra existen dos tipos diferentes, los cuales son la muestra probabilística; es aquella que permite tener a todos los elementos incluidos en la misma probabilidad. La muestra no probabilística, es aquella que no permite que todos los elementos sean incluidos en la misma probabilidad debido al tipo de proceso que escoge el investigador.

La población demostrada en la tabla anterior indicó que la investigación está sujeta a un grupo poblacional de 1.200 personas como muestra probabilística. Es decir que, cada uno de los individuos tiene la posibilidad de ser evaluado. Para ello fue necesario representar la siguiente fórmula, y conocer el tamaño de muestra.

Fórmula:

$$n = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{e^2 (N - 1) + z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

z= Nivel de confianza con un 95% (1.96)

z²= Nivel de confianza elevado al cuadrado (3.84)

P= Probabilidad de ocurrencia

Q= Probabilidad de no ocurrencia (1 – 0.5)

N= Población

e²= Error de muestreo 5%

$$n = \frac{3.84 * 1200 * 0.25}{0.0025(1200 - 1) + 3.84 * 0.25}$$

$$n = \frac{1152}{3.9575} = 291.0928617 \approx 291 \text{ TAMAÑO DE LA MUESTRA}$$

Tabla 4. Muestra

ÍTEM	INFORMANTES	POBLACIÓN
1	Presidente del “CICG”	1
2	Vicepresidente del “CICG”	1
3	Profesional Activo “CICG”	1
4	Profesionales Activos	291
TOTAL		294

Fuente: (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.6.1 Análisis de Resultados

Por medio de las entrevistas dirigidas a los dirigentes de la institución “COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL GUAYAS” (C.I.C.G), además de las encuestas realizadas en línea por los profesionales que se encuentran activos en dicha institución. Como resultado se obtuvo el siguiente análisis:

3.6.2 Análisis de Entrevistas

Para los profesionales es de su conocimiento que existen varios tipos de programas o softwares que permiten tener un repositorio de datos e información necesaria a la hora de participar en un proyecto constructivo. Bajo sus aprendizajes académicos continuos, es que, comprenden que constantemente habrá actualizaciones de métodos o formas que pueden ser aplicadas a la hora de planificar y ejecutar un diseño infraestructural.

Es por ello que, se apuntan a ese grupo de profesionales que buscan capacitaciones constantes acerca de estas metodologías o nuevas técnicas de trabajo en el sector de la construcción. Sin embargo, son conscientes que no conocen cómo funciona en su totalidad la tecnología BIM, ya que no es aplicada aquí en la ciudad de Guayaquil en los proyectos vigentes.

En efecto, lo que se conoce de la metodología BIM o también denominada Modelo de Información de la Construcción, son aquellas características acerca de su comportamiento en cuanto a dos variables. Como lo son: la variable económica y la variable tiempo dentro de un proyecto. Perciben que, con BIM se puede supervisar y analizar el tiempo o cronograma de cada una de las actividades que componen el diseño; y a su vez, puede controlar el uso de materiales en stock necesario para la obra, evitando de esta forma generar excesos o pérdida de los mismos.

Tabla 5. Análisis de Entrevistas

DIMENSIONES	ENTREVISTADOS		
	Presidente del (C.I.C.G)	Vicepresidente del (C.I.C.G)	Profesional Activo del (C.I.C.G)
<u>Softwares de Modelado</u> <u>2D v 3D</u> Aplicación Utilidad Eficacia	Poca práctica e implementación de nuevas tecnologías que permitan una simulación realista.	Conocimiento acerca de la metodología BIM y las características que implementa el software que lo integre.	Reconoce el beneficio y dificultad que puede generarse al implementar la metodología BIM en cuanto a aplicación como modelo virtual.
<u>Tiempo Invertido</u> Costo Beneficio Elaboración	Conoce el tiempo y costo económico que puede generar el aprender o capacitarse para implementar estas tecnologías en un futuro.	El costo y beneficio que tiene la inversión para aplicar BIM en proyectos depende de quién lo plantee o proponga.	Sugiere que la inversión de modelado BIM sea implementado de inicio a fin, sabiendo que no se puede modificar el diseño una vez ya elaborado.
<u>Pérdida de Información</u> Carpetas Generadas por Etapas Modificaciones por Profesión o Categoría	Busca integrar e implementar aquellos métodos que propongan una información integrando todas sus categorías de diseño y seguimiento.	La información que se puede generar a través de BIM, son aquellos datos unificados de todo el contenido del proyecto.	Reconoce que con la aplicación de BIM se puede integrar toda la información de un proyecto u obra, que se pueda compartir a todos los participantes sin que se pierdan datos.

Fuente: (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.6.3 Entrevistas

Objetivo de la Entrevista: Busca identificar las diferencias entre el método tradicional y la metodología BIM, en base a la experiencia del entrevistado.

Entrevistado: Sr. Ing. Civil Carlos Cusme Vera – presidente del (C.I.C.G)

Elaborado por: Cedeño Guaranda Kelly

1. **¿Conoce usted la existencia de un programa que permita unificar en su repositorio los planos estructurales, eléctricos, sanitarios durante la etapa de diseño?**

Tengo muy poca práctica e implementación de nuevas tecnologías. He escuchado hablar de algunos comúnmente. Como: Revit, ArchiCAD, etc.

2. **¿Conoce usted que la metodología BIM brinda softwares para diseñar edificaciones realistas?**

Conozco muy poco de la metodología. Pero sería muy interesante conocerla y saber cómo funciona.

3. **¿Estaría dispuesto a utilizar un programa que le permita ahorrar tiempo durante las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una edificación?**

Por supuesto, es a allá donde vamos. Hoy en día es muy necesario en nuestra profesión el uso de una computadora. Ya que se ha vuelto una herramienta que facilite la agilidad de información necesaria para nuestros objetivos como ingenieros civiles, a través de aquellos softwares.

- 4. ¿Considera pertinente implementar un programa que facilite la elaboración presupuestaria de una edificación partiendo de mediciones, cubicaciones y cuantificaciones realistas?**

Es muy necesario a mi punto de vista el uso de nuevos programas, no tan solo por las herramientas que brindan, sino también, por aquella facilidad de dar a conocer toda la información necesaria sin el uso de carpetas y archivos físicos. Que claro está eso fue evolucionando con el pasar de los años.

- 5. ¿Estaría dispuesto a probar nuevas tecnologías que le permitan ahorrar tiempo en la búsqueda de información por exceso o pérdida de la misma, cuando está supervisando una obra?**

Claro que sí, buscaría la forma de capacitarse primero luego de conocerla con exactitud, compartiría o sugeriría que en nuestro gremio del colegio de ingenieros se capacite de forma continua con estas nuevas tecnologías. Y se llegue a una mutua aprobación en cuanto a su aplicabilidad.

- 6. ¿Conoce usted que la tecnología BIM permite guardar toda la información del proyecto en una nube de datos evitando el cruce o pérdida de información?**

No, no tenía conocimiento que es parte de sus herramientas guardar información en una nube.

- 7. ¿Desearía contar con un solo repositorio en el que se pueda integrar todos los elementos de un proyecto en el que todos los encargados del mismo puedan modificarlos en tiempo real?**

Claro que sí, es más debe ser importante que todos los programas a un futuro puedan dar ese beneficio. Para que se agilice el compartir dicha información.

Objetivo de la Entrevista: Busca identificar las diferencias entre el método tradicional y la metodología BIM, en base a la experiencia del entrevistado.

Entrevistado: Sr. Ing. Civil Guillermo Pacheco – vicepresidente del (C.I.C.G)

Elaborado por: Cedeño Guaranda Kelly

1. **¿Conoce usted la existencia de un programa que permita unificar en su repositorio los planos estructurales, eléctricos, sanitarios durante la etapa de diseño?**

Si, los más usados para ingeniería civil.

2. **¿Conoce usted que la metodología BIM brinda softwares para diseñar edificaciones realistas?**

Claro, hay programas que lo tienen como herramienta principal. Ejemplo Revit.

3. **¿Estaría dispuesto a utilizar un programa que le permita ahorrar tiempo durante las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una edificación?**

Sí, pero realmente el tiempo corre a favor o en contra si no son seguidas cada una de las etapas acorde al cronograma que se plantee en el proyecto.

4. **¿Considera pertinente implementar un programa que facilite la elaboración presupuestaria de una edificación partiendo de mediciones, cubicaciones y cuantificaciones realistas?**

En la actualidad, es muy necesario que los programas o softwares permitan la línea económica de forma continua con la información que se emplee en el proyecto. Para así dar a conocer la parte económica que componen todos los diseños participantes.

- 5. ¿Estaría dispuesto a probar nuevas tecnologías que le permitan ahorrar tiempo en la búsqueda de información por exceso o pérdida de la misma, cuando está supervisando una obra?**

Claro que sí, es realmente a lo que vamos como lo dijo mi compañero anteriormente. Es lo que se busca, para poder tener beneficios notorios en cuanto a un grupo totalmente activo dentro del proyecto y que el tiempo corra a favor al momento de tener datos específicos de lo que se está proyectando.

- 6. ¿Conoce usted que la tecnología BIM permite guardar toda la información del proyecto en una nube de datos evitando el cruce o pérdida de información?**

Sí, es una de las herramientas que propone Revit. Para que en esa misma nube se encuentre toda la información o datos del proyecto.

- 7. ¿Desearía contar con un solo repositorio en el que se pueda integrar todos los elementos de un proyecto en el que todos los encargados del mismo puedan modificarlos en tiempo real?**

Realmente eso depende del método de planificación e implementación que se llegue a tomar a lo largo de la obra. Ya que ese repositorio sería abastecido con toda la información y esta de la misma forma debe ser emitida a todos quienes participan del proyecto.

Objetivo de la Entrevista: Busca identificar las diferencias entre el método tradicional y la metodología BIM, en base a la experiencia del entrevistado.

Entrevistado: Sr. Ing. Civil Víctor Condolo Abad - Profesional Activo en el (C.I.C.G)

Elaborado por: Cedeño Guaranda Kelly

1. **¿Conoce usted la existencia de un programa que permita unificar en su repositorio los planos estructurales, eléctricos, sanitarios durante la etapa de diseño?**

Claro que sí, se reconocen algunos programas. Pero la diferencia de cada uno es el objetivo que tienen para que se pueda implementar como tal. No todos tienen las mismas funciones.

2. **¿Conoce usted que la metodología BIM brinda softwares para diseñar edificaciones realistas?**

Sí, el término no sería realista. Es más bien una simulación en tiempo real. Es decir que el modelo presentado permite ver su operatividad desde el tiempo continuo de trabajo con todas las categorías que lo componen.

3. **¿Estaría dispuesto a utilizar un programa que le permita ahorrar tiempo durante las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una edificación?**

Claro, pero la variable tiempo no se basa en el seguimiento del programa. Esto se refiere a que, desde el inicio o planeación del proyecto, se sabe que el objetivo de implementar un modelado BIM es seguir sus actividades programadas de forma simultánea. Solo así se puede ejecutar un proyecto con metodología BIM.

- 4. ¿Considera pertinente implementar un programa que facilite la elaboración presupuestaria de una edificación partiendo de mediciones, cubicaciones y cuantificaciones realistas?**

De la misma manera como la variable tiempo, esto permitirá que, al transcurrir el período del proyecto, se conozca con exactitud la línea económica que se debe seguir para no tener desfases de estos.

- 5. ¿Estaría dispuesto a probar nuevas tecnologías que le permitan ahorrar tiempo en la búsqueda de información por exceso o pérdida de la misma, cuando está supervisando una obra?**

Es necesario. Pero por otro lado se debe tomar en cuenta que el seguimiento de la obra o proyecto que se quiera supervisar de forma continua necesita gran parte de conocimiento de la herramienta. Sino no se puede decir que se ahorra tiempo, ya que si un miembro del grupo participante no sabe o conoce del sistema no sabrá cuál es su objetivo.

- 6. ¿Conoce usted que la tecnología BIM permite guardar toda la información del proyecto en una nube de datos evitando el cruce o pérdida de información?**

Sí.

- 7. ¿Desearía contar con un solo repositorio en el que se pueda integrar todos los elementos de un proyecto en el que todos los encargados del mismo puedan modificarlos en tiempo real?**

Claro que sí. El mismo repositorio permitirá a los participantes que todos sepan de los trabajos continuos de la obra.

3.6.7 Conclusión de las Entrevistas

A través de las entrevistas, que fueron impartidas a los Ingenieros Civiles activos en el “Colegio de Ingenieros Civiles de la provincia del Guayas”. Se pudo evidenciar que se tiene un conocimiento de las nuevas tecnologías alrededor del sector de la construcción, tienen bastante acogida debido a sus capacitaciones y estudios académicos continuos.

Además, para uno de los entrevistados es claro qué, el uso de estas nuevas tecnologías (hablando de programas o softwares) y metodologías (hablando de formas de implementación) pueden llegar a ser muy útiles en proyectos que estén preparados desde su inicio hasta su fin, ya sea desde su creación o diseño y también su ejecución u operatividad; teniendo en cuenta la proyección de la obra o infraestructura.

A partir de aquel comentario, surgieron varias preguntas adicionales acerca del tema. Las cuales fueron de manera fluida. El Ingeniero Condolo, supo impartir su punto de vista acerca del “¿por qué no se ha escuchado o se sabe de algún proyecto que haya sido trabajado con metodología BIM en la ciudad de Guayaquil?”. El entrevistado dio a conocer que al menos un 90% de ingenieros civiles confía en su trabajo a través de la experiencia que estos tengan en el medio laboral. No obstante, ese 10% restante sabe y conoce de un sin número de metodologías que se van actualizando a través del tiempo y evolución de la tecnología. Pero entonces ¿por qué no se la implementa?; y eso llega a una sola conclusión que parte desde una línea financiera.

Hablar de la línea financiera es dar paso a que todos los participantes del proyecto u obra estén de acuerdo acerca de la gran inversión que se va a hacer para aplicar la metodología BIM o (Modelo de Información Constructiva). De modo que se obtenga un modelado con toda la información del proyecto, desde una planificación y seguimiento del mismo. El aplicar BIM a un diseño, es permitirles a todos los miembros encargados de la obra, seguir las tareas y etapas en el

proceso de construcción. Evitando de tal forma los excesos económicos, las pérdidas de la variable tiempo y recursos o insumos. Es por eso por lo que, para implementarla se debe conocer el riesgo que genera el ejecutarla si no se va a seguir la planificación con responsabilidad cada uno de los parámetros que ofrece un modelado BIM.

Comentario: Gracias a los conocimientos impartidos por los diferentes participantes de las entrevistas se pudo analizar de forma comparativa las ventajas y desventajas que se otorgan al usar una metodología tradicional o una metodología BIM.

3.6.8 Análisis de Encuestas

Las encuestas que fueron dirigidas a profesionales activos del (C.I.C.G) tiene como objetivo saber la frecuencia de implementación de nuevas tecnologías y también la frecuencia del uso de BIM en el sector de la construcción. Obteniendo como resultado lo siguiente:

El uso de la metodología tradicional es aplicado por la gran parte o mayoría de los profesionales, ya que hacen secuencia al no conocer los beneficios exactos o específicos del uso de nuevas metodologías. Así mismo, existen participantes que tienen conocimiento acerca de la metodología BIM (Building Information Management) como un modelo virtual en las diferentes magnitudes de diseño, teniendo como resultado un 81,6% de conocimiento de ella.

Sin embargo, el dominio que existe para el uso del programa o software como Project, es muy significativo representando así un (76,5%) quienes lo han implementado. A su vez, los encuestados demuestran conocer la metodología BIM, como una herramienta que permite obtener presupuestos a través de la medición del modelado. Llevando con ese mismo modelo, toda la información mecanizada del proyecto.

Por último, se pudo observar que un (88.8%) utiliza e implementa en sus proyectos AutoCAD para el desarrollo de planos en dos dimensiones. Al mismo tiempo, los participantes dan una pauta al estar dispuestos a usar la metodología BIM, durante el proceso y ejecución de un proyecto. En efecto, la metodología permite simplificar información, obteniendo un solo modelo que pueda ser compartido con todos los miembros implicados en la obra.

3.6.9 Análisis Individual del Formato de Encuestas

1. ¿La metodología que implementa para el diseño, seguimiento y ejecución de una edificación es tradicional?

Tabla 6. Implementación de Metodología Tradicional

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2	SI	264	89,8%
1	NO	30	10,2%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

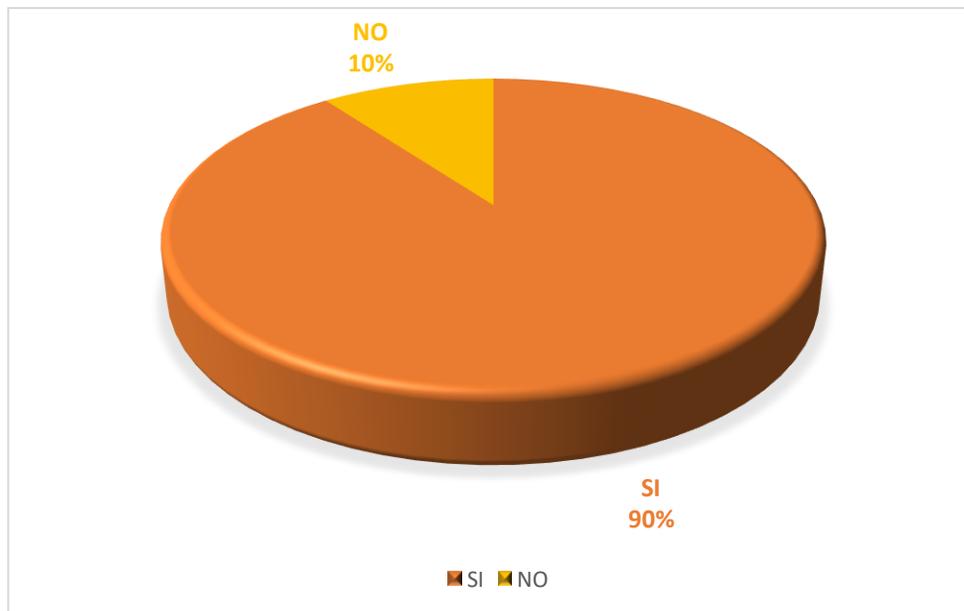


Gráfico 2. Implementación de la metodología BIM

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

A través de las encuestas se puede evidenciar que, un 88.8% de los participantes emplean una metodología tradicional en el proceso de ejecución de una edificación.

2. ¿Conoce usted la metodología BIM o también denominada Modelo de Información de la Construcción?

Tabla 7. Conocimiento de la metodología BIM

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	SI	240	81,6%
2	NO	47	16,0%
1	TAL VEZ	7	2,4%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

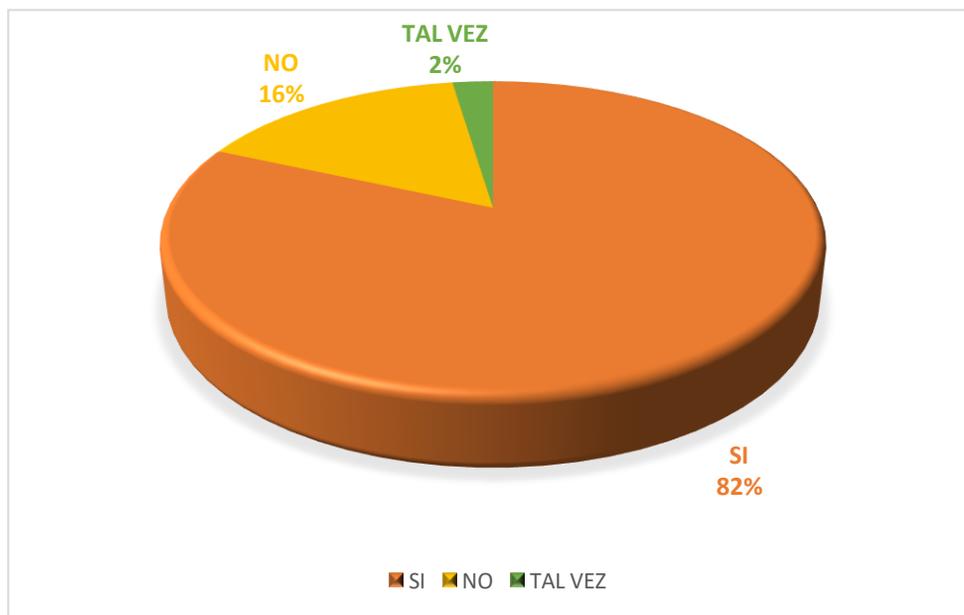


Gráfico 3. Conocimiento de la metodología BIM

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Los participantes aceptan conocer la metodología BIM o también conocida como un Modelo de Información de la Construcción, siendo así, un 16% y 2% restante que no conoce de ella o no en su totalidad.

3. ¿Ha utilizado programas como Revit o ArchiCAD de metodología BIM al momento de diseñar edificaciones?

Tabla 8. Uso de programas como Revit o ArchiCAD

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	SI	225	76,5%
2	NO	52	17,7%
1	AMBAS	17	5,8%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

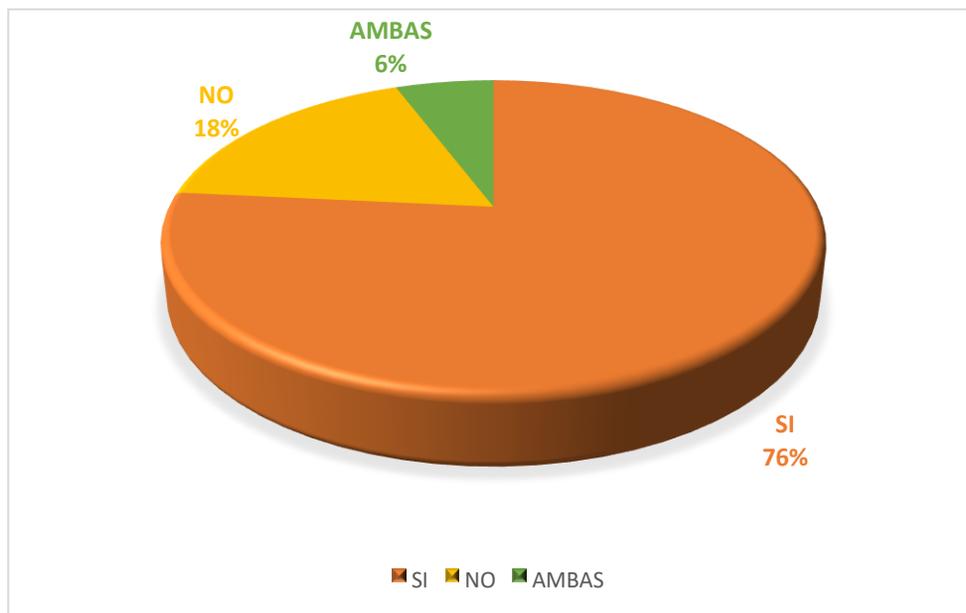


Gráfico 4. Uso de programas como Revit o ArchiCAD

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Por medio de las encuestas, los profesionales demuestran dominar el uso de softwares que integren la metodología BIM (Building Information Management) para el diseño de edificaciones.

4. ¿Ha utilizado usted el software Project para realizar el seguimiento de obras por medio de cronogramas?

Tabla 9. Uso del software Project

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
4	SI	225	76,5%
3	NO	33	11,2%
2	UNA SOLA VEZ	23	7,8%
1	NUNCA	13	4,4%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

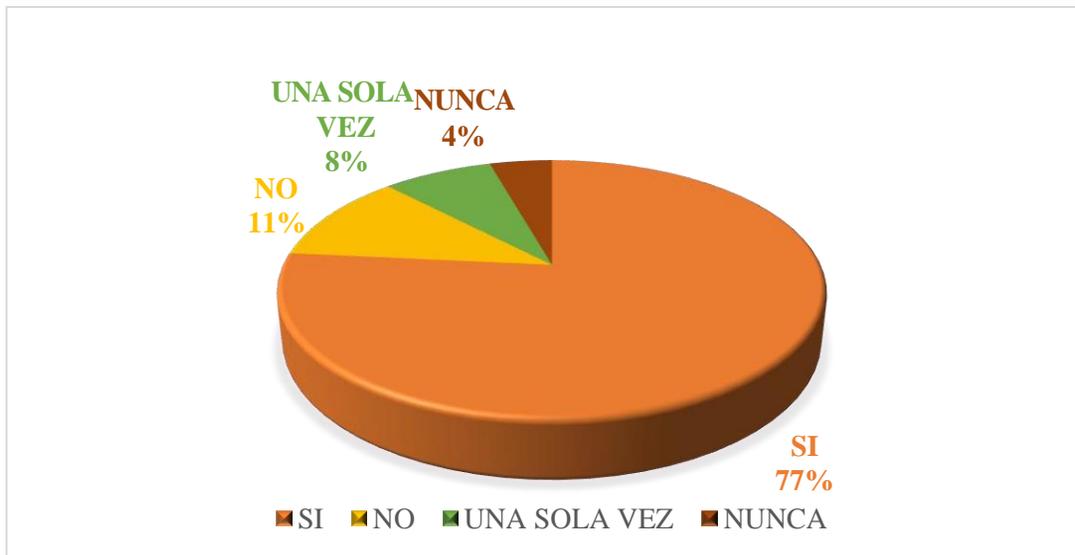


Gráfico 5. Uso del software Project

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

El uso del software Project para el seguimiento continuo de cronogramas, es conocido por un 77% de los encuestados. Mientras que, un 8% acepta haberlo implementado al menos una vez. Sin embargo, el porcentaje restante (11% y 4%) no conoce del programa.

5. ¿Conoce usted que hay softwares de metodología BIM que permiten obtener el presupuesto de la obra partiendo de la medición del modelado?

Tabla 10. BIM permite obtener el presupuesto del proyecto

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2	SI	244	83,0%
1	NO	50	17,0%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

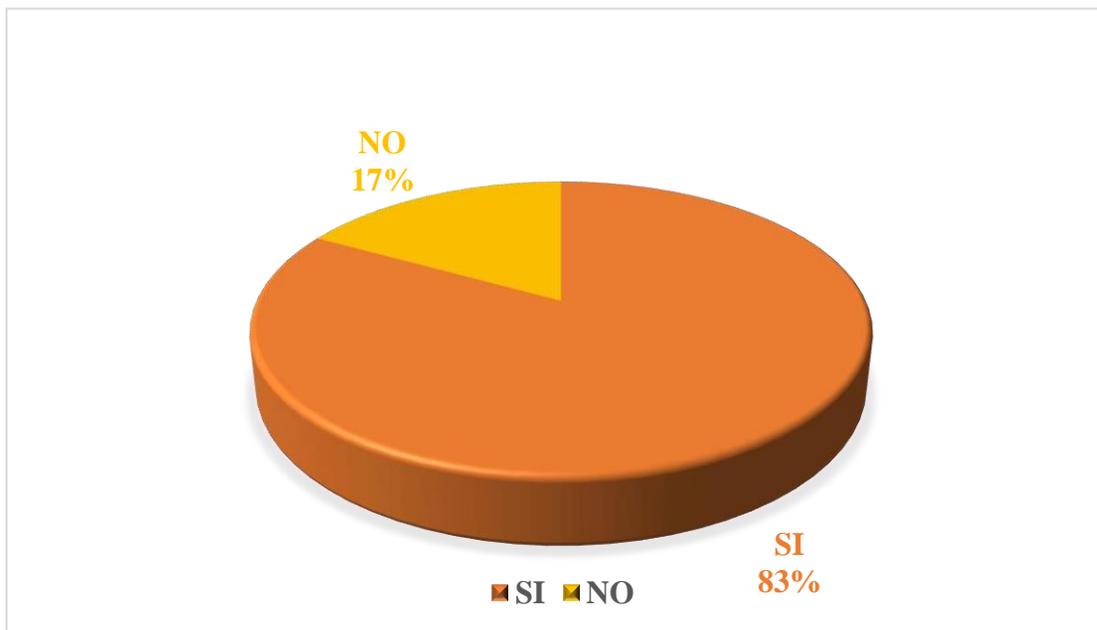


Gráfico 6. BIM permite obtener el presupuesto del proyecto

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Los encuestados que representan un (83%), conocen de aquellos programas que permiten obtener un presupuesto partiendo de las mediciones y diseño del modelado. Por otra parte, el (17%) de ellos no tienen conocimiento de esta herramienta.

6. ¿Conoce usted que la tecnología BIM permite mecanizar toda la información del Proyecto?

Tabla 11. BIM permite mecanizar la información de un Proyecto

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2	SI	243	82,7%
1	NO	51	17,3%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

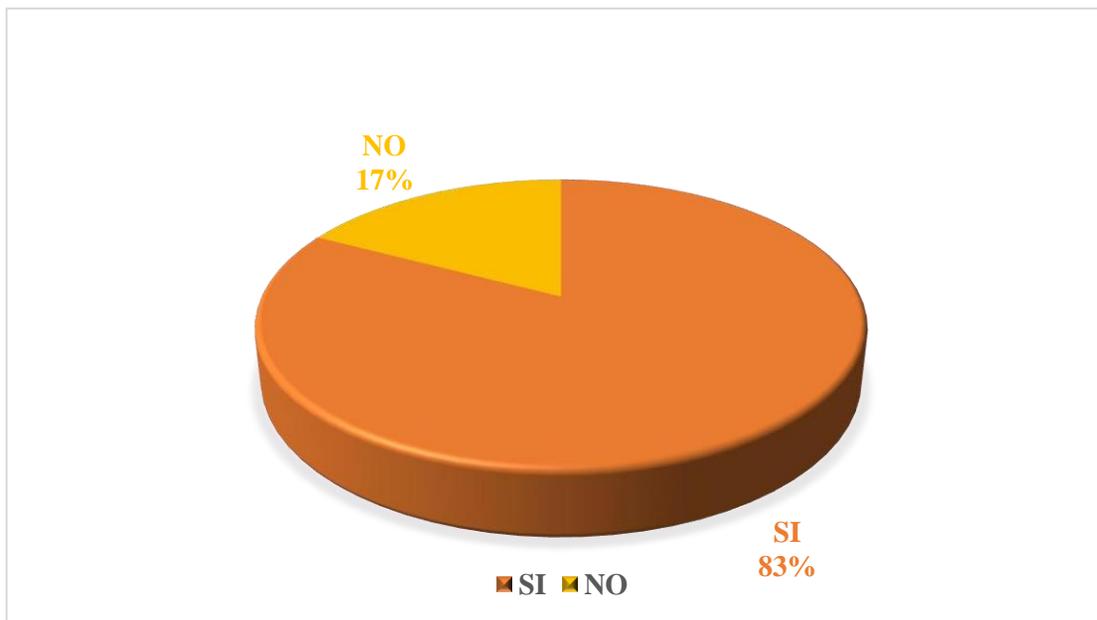


Gráfico 7. BIM permite mecanizar la información de un Proyecto

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Para un (82.7%) de los participantes es claro qué, BIM toma como objetivo el mecanizar con técnicas informáticas y creativas todo tipo de diseño en los diferentes ordenadores que lo contemplan. No obstante, un (17,3%) no conoce de ello.

7. ¿Utilizaría usted un software que le permita a todos los encargados de un proyecto tener un modelo único del mismo durante la ejecución de la obra?

Tabla 12. Uso de un software encargado de obtener un modelo único

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	SI	228	77,6%
2	NO	26	8,8%
1	TAL VEZ	40	13,6%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

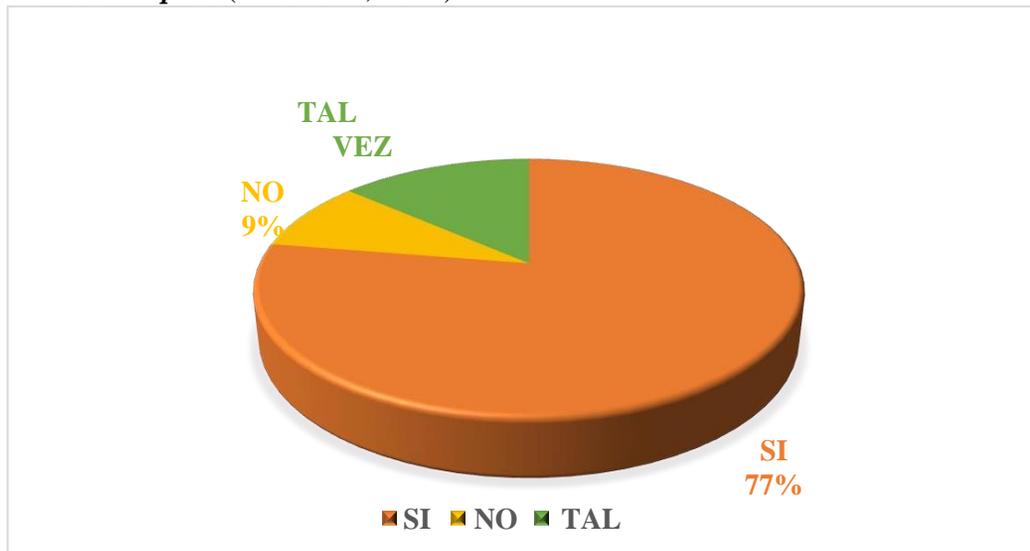


Gráfico 8. Uso de un software encargado de obtener un modelo único

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Mediante las encuestas los participantes aprueban con un (77,6%) que utilizarían en un futuro, un tipo de software que les permita compartir la información de un solo modelo a todos los que participen del proyecto. Por otro lado, un (14%) cree que tal vez; mientras que un (8,8%) dice que no lo implementaría.

8. ¿Desearía usted simplificar información durante la ejecución de la obra?

Tabla 13. Simplificación de información

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2	SI	266	90,5%
1	NO	28	9,5%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

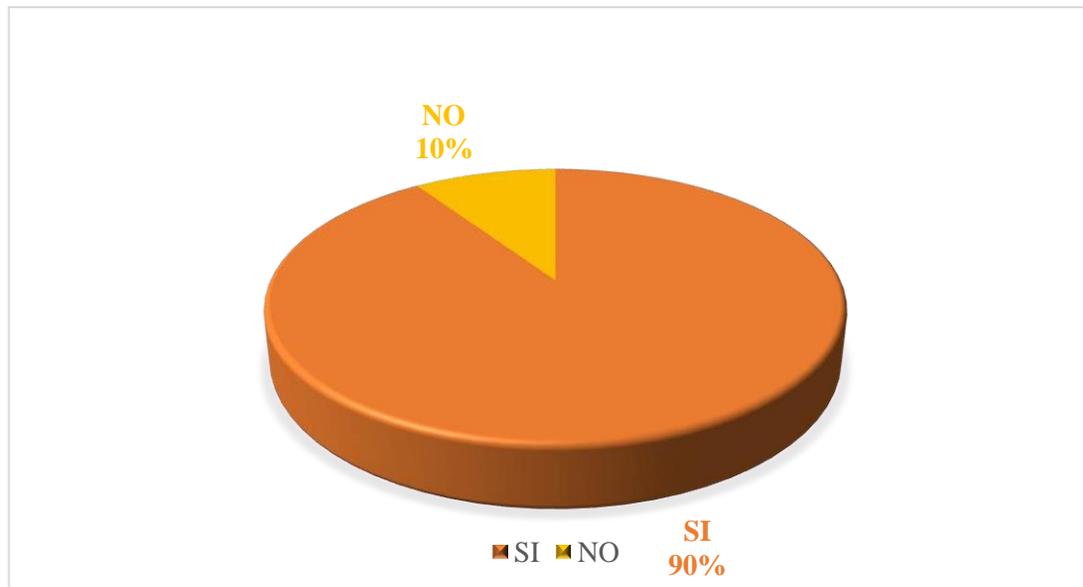


Gráfico 9. Simplificación de información

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Por medio de las respuestas de los encuestados, se evidencia que un (90%) en su gran mayoría aprueba la necesidad de simplificar información, durante el periodo de ejecución de obra. Sin embargo, un (10%) restante de profesionales no está de acuerdo con el hacerlo.

9. ¿Utiliza usted softwares como AutoCAD o Civil 3D para la elaboración de los planos de una edificación?

Tabla 14. Uso del software AutoCAD o Civil 3D

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	SI	261	88,8%
2	NO	8	2,7%
1	AMBAS	25	8,5%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

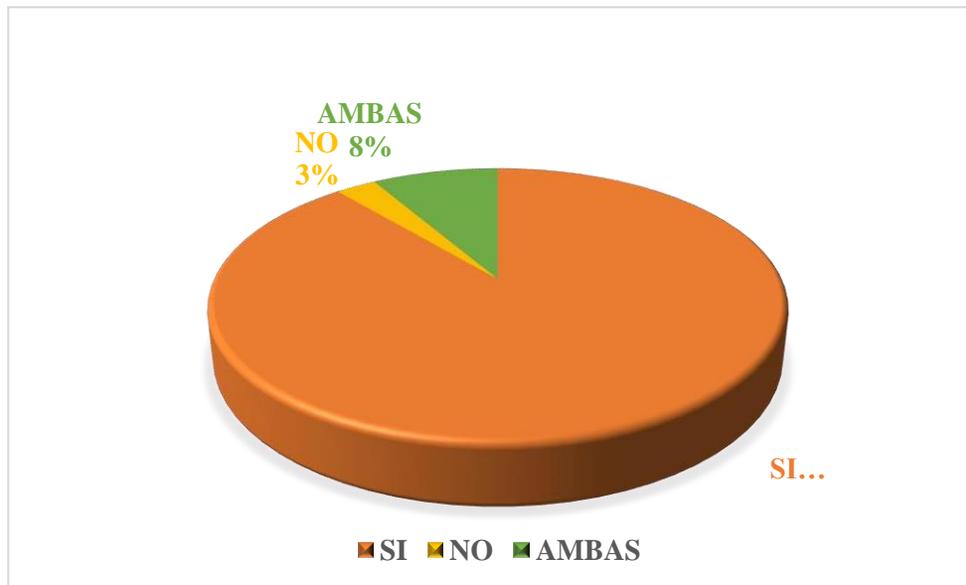


Gráfico 10. Uso del software AutoCAD o Civil 3D

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

El resultado de las encuestas con respecto al uso de los softwares como AutoCAD o Civil 3D para la elaboración de planos, indica que, un (88,8%) sí las implementa. A su vez, un (8,5%) utiliza ambos programas. Mientras que sólo un (3%) no trabaja con ninguno de los softwares antes mencionados.

10. ¿Estaría usted dispuesto a utilizar la metodología BIM durante el proceso de ejecución de un proyecto?

Tabla 15. Utilizará la metodología BIM

ITEM	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3	SI	263	89,5%
2	NO	22	7,5%
1	TAL VEZ	9	3,1%
TOTAL		294	100%

Fuente: Profesionales Activos en (C.I.C.G)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

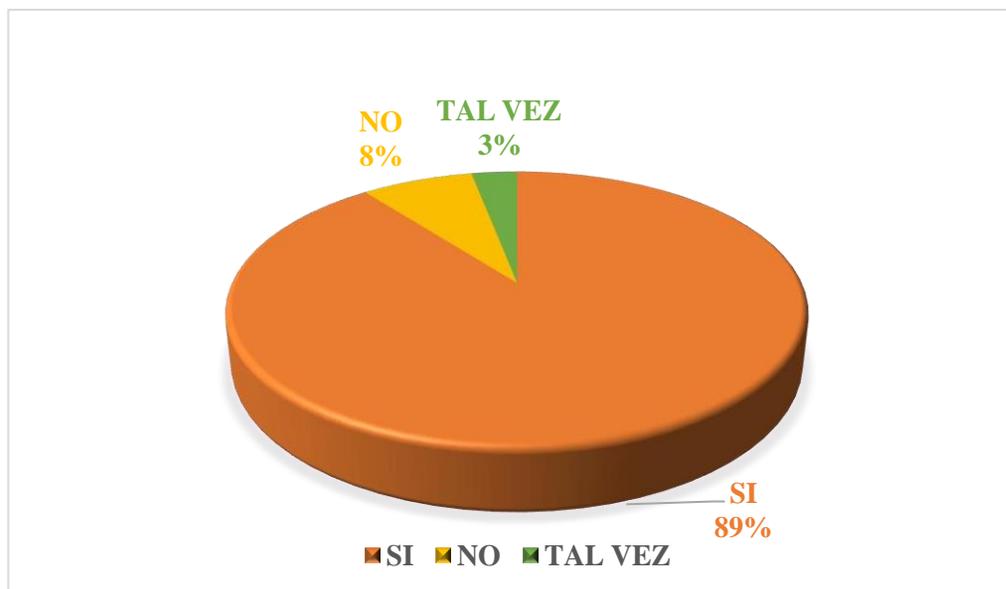


Gráfico 11. Utilizará la metodología BIM

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

Análisis

Por medio de las encuestas, se evidencia un (89%) de respuestas en donde los participantes sí estarían dispuestos a utilizar e implementar metodología BIM durante las diferentes etapas del proyecto.

3.7 Análisis de las Metodologías

A continuación, se presentarán los parámetros y características de cada una de las metodologías Tradicional y BIM, para el desarrollo del objetivo que tiene el proyecto de investigación.

3.7.1 Desenlace

Se define como metodología tradicional, a aquellos procesos que se han implementado con el pasar de los años y siguen de forma vigente. La misma que ha ido evolucionando con ayuda de nuevos programas o softwares que, permiten realizar el trabajo de una forma más práctica. Hablamos de, elaboración de planos arquitectónicos desde una base de bocetos, diseños e interiorismo partiendo de una idea o visualización creativa, así también podemos mencionar a las diferentes instalaciones que se proyectan en una obra civil.

Por otro lado, se tiene una nueva metodología como lo es BIM (Building Information Management) o también en su traducción como Modelo de Información de la Construcción. Es aquella que, permite por medio del uso de un modelo virtual la manipulación de los datos gestionados por los participantes del proyecto. En donde todos quienes lo integran, pueden aportar datos e información a un único modelo compartido. De tal forma que, se reduce gran porcentaje de posibilidad de perder información y datos al ser estos modificados. También, otorga analizar y revisar cada una de las etapas previas a la puesta en marcha e incluso en el proceso de seguimiento y ejecución de una obra. Ayudando así, a los proyectistas y participantes, a mantener de forma ordenada y organizada el proyecto.

3.7.2 Parámetros del análisis

Para este proyecto de investigación se usó una memoria técnica de una vivienda unifamiliar, llevada a cabo con la metodología tradicional en la ciudad de Guayaquil.

- Diseño de la vivienda, incluyendo acabados.
- Presupuesto de materiales y cantidades para el modelo de vivienda.
- Planos Arquitectónicos e Instalaciones.
- Cronograma de actividades y tiempo del desarrollo de la obra, en formato Excel.

De este modo, con la información impartida se aplicará la metodología BIM. Permitiendo comparar ambos métodos. En el siguiente diagrama visual, se representa el objetivo de comparación.

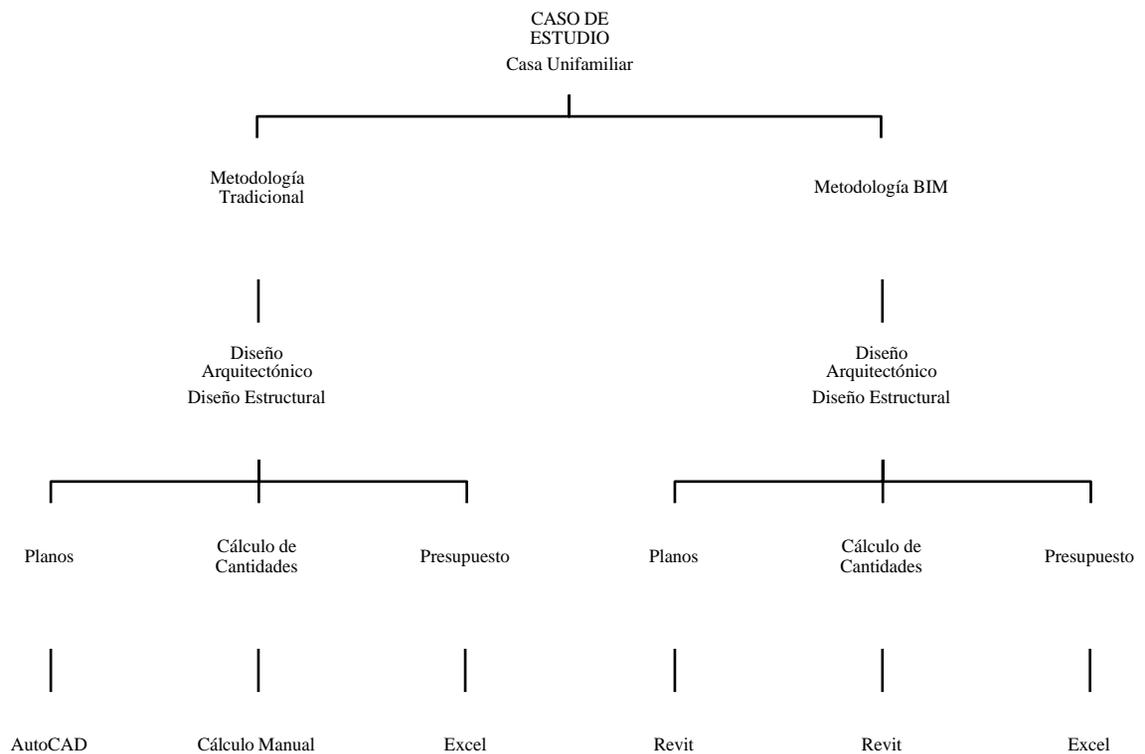


Gráfico 12. Diagrama Visual de Comparación entre las dos Metodologías

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.7.3 Caso de Estudio

3.7.3.1 Metodología Tradicional

- Planos

Los planos con elementos estructurales, arquitectónicos e instalaciones, son elaborados a través de CAD. En donde, se necesitan detalles como cuantificaciones constructivas, análisis de los preliminares de la obra, cálculo de cantidades tanto para acabados e instalaciones.

Para el caso de estudio que presentamos en el siguiente proyecto de investigación, la propuesta de tumbados es con aplicación de Gypsum, tanto en planta baja como en sala exterior y garaje. Así mismo, para la cubierta se trabajará con Steel Panel termoacústico, también se fabrica una pérgola para el área BBQ.

- Cálculo de Cantidades

Con ayuda de los planos trabajados en CAD, se procede hacer el cálculo de cantidades requeridas de para la vivienda unifamiliar. De tal manera que, se cuantifica de forma manual cantidades para áreas y piezas o estructuras que sean globales en el caso del proyecto.

Este procedimiento, es importante para aplicar a ambas metodologías de estudio. Por lo que, contempla la elaboración y desarrollo del presupuesto de la obra.

- Presupuesto

Para elaborar el presupuesto de la obra, será necesario contemplar los cálculos de cantidades obtenidas anteriormente, dando paso al cálculo monetario de cada uno de los rubros a trabajar. En donde, dichos rubros son detallados de forma ordenada uno por uno, con sus respectivas cantidades.

Para obtener el costo del proyecto, se aplica el costo o precio unitario para cada rubro detallado en el paso anterior. Teniendo como resultado, el costo total para cada uno de los ítems

que son aplicados a la obra. Se trabajará el presupuesto, desde el programa de Microsoft Excel, tanto para el costo real del proyecto y su cronograma de actividades.

3.7.3.2 Metodología BIM

- Planos

Para la aplicación de la metodología BIM, se usará el programa de Revit. Una vez obtenido los planos realizados en CAD, usando la información trazada en dos dimensiones. Pueden ser presentados en el programa de Revit, usando la herramienta de importación CAD. Permitiendo de esa forma, obtener los datos vectoriales del proyecto.

- Cálculo de Cantidades

A diferencia del método tradicional, BIM permite obtener el cálculo de cantidades cuantificadas desde la base de datos obtenidas de los planos importados anteriormente. El programa de Revit adquiere sus datos en cálculo automático, debido a los detalles dados a través de cada familia estructural y también familia de material usado al proyecto de estudio. Integrandose esta manera, en un solo modelo virtual cada una de las vistas del proyecto, sin necesidad de hacer nuevos cálculos. Así mismo, se evitan los errores o falta de información por cada uno de los materiales aplicados al modelo.

- Presupuesto

Gracias a la base de datos automática en el programa de Revit, la autora debe realizar el presupuesto en Microsoft Excel contemplando las nuevas cantidades emitidas con la metodología BIM.

3.8 Comparación de las Metodologías

3.8.1 Variable Económica

3.8.1.1 Costo con Metodología Tradicional

Tabla 16. Presupuesto para Vivienda Unifamiliar con Metodología Tradicional

**RESIDENCIA FAMILIA HERRERIA Y MERCHAN
PRESUPUESTO DEL PROYECTO
ISLA MOCOLI - PACÍFICA
CONSTRUCCIÓN PRINCIPAL 371 M2
CONSTRUCCIÓN ÁREA EXTERIOR 36 M2**

ITEMS	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	COSTO TOTAL
1.00	INSTALACIÓN DE OBRA				
1.01	CASETA DE GUARDIAN	M2	9,00	\$55,00	\$495,00
1.02	CASETA DE BODEGA	M2	24,00	\$55,00	\$1.320,00
1.03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	GBL	1,00	\$600,00	\$600,00
1.04	INSTALACIÓN SANITARIA PROVISIONAL	GBL	1,00	\$500,00	\$500,00
1.05	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	408,00	\$0,50	\$204,00
1.06	CERRAMIENTO PROVISIONAL FRONTAL	ML	12,50	\$55,00	\$687,50
1.07	DESALOJO DE LA LIMPIEZA DEL TERRENO	VIAJES	3,00	\$50,00	\$150,00
	SUBTOTAL				\$3.956,50
2.00	PRELIMINARES				
2.01	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	408,00	\$0,75	\$306,00
	SUBTOTAL				\$306,00
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.01	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	M2	408,00	\$1,00	\$408,00
3.02	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y DESALOJO	M3	244,00	\$8,50	\$2.074,00

3.03	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	27,63	\$5,50	\$151,97
3.04	RELLENO COMPACTADO	M3	244,00	\$12,50	\$3.050,00
3.05	DESALOJO	VIAJE	20,00	\$50,00	\$1.000,00
	SUBTOTAL				\$6.683,97
4.00	CIMENTACIÓN				
4.01	REPLANTEO 110 KG/CM2 ESPESOR 5 CM	M2	178,00	\$8,75	\$1.557,50
4.02	CONTRAPISO H. ARMADO GARAJE 240 KG/CM2 MALLA 6,5 x 15	M2	60,00	\$24,50	\$1.470,00
4.03	CONTRAPISO H. ARMADO 210 KG/CM2 MALLA 5,5 x 15	M2	266,00	\$21,50	\$5.719,00
4.04	HORMIGÓN EN ZAPATAS 240 KG/CM2	M3	22,75	\$395,00	\$8.986,25
4.05	HORMIGÓN EN RIOSTRAS 240 KG/CM2	M3	14,32	\$435,00	\$6.229,20
4.06	HORMIGÓN CICLÓPEO 210 KG/CM2	M3	20,00	\$225,00	\$4.500,00
	SUBTOTAL				\$28.461,95
5.00	ESTRUCTURAS				
5.01	HORMIGÓN ARMADO EN COLUMNAS 240 KG/CM2 P. BAJA	M3	23,00	\$585,00	\$13.455,00
5.02	HORMIGÓN ARMADO EN COLUMNAS 240 KG/CM2 P. ALTA	M3	21,00	\$585,00	\$12.285,00
5.03	MALLA ELECTROSOLDADA 5,5x15 EN LOSA SUPERIOR	M2	201,93	\$12,00	\$2.423,16
5.04	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA 240 KG/CM2	M2	201,93	\$52,00	\$10.500,36
5.05	HORMIGÓN EN ESCALERA 240 KG/CM2	M3	5,00	\$525,00	\$2.625,00
5.06	HORMIGÓN ARMADO EN VIGAS SUPERIORES 240 KG/CM2 LOSA	M3	13,62	\$545,00	\$7.422,90
5.07	HORMIGÓN ARMADO EN VIGAS SUPERIORES 240 KG/CM2 CUBIERTA	M3	6,97	\$545,00	\$3.798,65
5.08	HORMIGÓN EN CISTERNA 240 KG/CM2	M3	6,00	\$525,00	\$3.150,00
5.09	VIGUETAS 10x20	ML	126,00	\$12,50	\$1.575,00
5.10	PILARES 10x20	ML	224,00	\$12,50	\$2.800,00
5.11	LOSETAS PARA MESONES DE COCINAS Y BAÑOS	ML	19,80	\$45,00	\$891,00
5.12	LOSETAS PARA CLOSET	ML	12,20	\$45,00	\$549,00
	SUBTOTAL				\$61.475,07
6.00	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CEMENTO				
	MAMPOSTERÍA PLANTA BAJA				
6.01	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 19x19x39 CM	M2	186,92	\$21,50	\$4.018,78
6.02	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 9x19x39 CM	M2	137,16	\$16,50	\$2.263,14

	MAMPOSTERÍA PLANTA ALTA				
6.03	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 19x19x39 CM	M2	140,00	\$21,50	\$3.010,00
6.04	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 9x19x39 CM	M2	120,00	\$16,50	\$1.980,00
	SUBTOTAL				\$11.271,92
7.00	ENLUCIDOS - ALBAÑILERÍA				
7.01	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO INTERIOR PLANTA BAJA	M2	427,50	\$8,50	\$3.633,75
7.02	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO INTERIOR PLANTA ALTA	M2	264,85	\$8,50	\$2.251,23
7.03	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO EXTERIOR	M2	405,50	\$9,50	\$3.852,25
7.04	FILOS - ENLUCIDOS INTERIORES	ML	75,00	\$2,50	\$187,50
7.05	FILOS - ENLUCIDOS EXTERIORES	ML	475,80	\$3,50	\$1.665,30
7.06	CUADRADA DE BOQUETES - PUERTAS	ML	143,90	\$4,50	\$647,55
7.07	CUADRADA DE BOQUETES - VENTANAS	ML	120,80	\$4,50	\$543,60
7.08	ENLUCIDO DE ESCALONES - INTERIOR	UNIDAD	40,00	\$9,75	\$390,00
7.09	ENLUCIDO DE ESCALONES - EXTERIOR	ML	17,00	\$9,75	\$165,75
7.10	ENLUCIDO DE MESONES Y LOSETAS EN GENERAL	ML	32,00	\$9,50	\$304,00
7.11	ENLUCIDOS DE SOBREPISOS	M2	266,00	\$8,25	\$2.194,50
7.12	ENLUCIDOS DE TUMBADO	M2	10,00	\$18,00	\$180,00
7.13	PALETEADO DE LOSA H. ARMADO	M2	58,00	\$2,50	\$145,00
7.14	FORRADA DE BAJANTES DE AA.LL Y AA.SS	ML	12,00	\$17,50	\$210,00
7.15	REMATES DE CUBIERTA	ML	80,60	\$12,50	\$1.007,50
7.16	RESANES DE PAREDES POR INSTALACIONES	GBL	1,00	\$2.500,00	\$2.500,00
	SUBTOTAL				\$19.877,93
8.00	ACABADOS				
8.01	PINTURA INT. EN PAREDES - LATEX SUPREMO	M2	548,00	\$6,50	\$3.562,00
8.02	PINTURA EXTERIOR - LATEX SUPREMO	M2	405,50	\$9,00	\$3.649,50
8.03	PINTURA EN TUMBADO DE LOSA	M2	12,00	\$7,50	\$90,00
8.04	PORCELANATO EN PISOS P. BAJA ÁREA SOCIAL INTERIOR	M2	81,00	\$30,00	\$2.430,00
8.05	PORCELANATO PAREDES BAÑO SOCIAL	M2	18,00	\$20,00	\$360,00
8.06	PORCELANATO PAREDES BAÑO PISCINA	M2	19,24	\$20,00	\$384,80
8.07	PORCELANATO EN PISOS P. ALTA	M2	112,50	\$30,00	\$3.375,00

8.08	PORCELANATO EN PAREDES BAÑOS P. ALTA	M2	82,00	\$40,00	\$3.280,00
8.09	PISO AREA PISCINA	M2	83,40	\$30,00	\$2.502,00
8.10	PISO AREA BBQ	M2	14,00	\$20,00	\$280,00
8.11	PISO CORREDORES LATERALES	M2	25,20	\$20,00	\$504,00
8.12	CERAMICA PLANTA BAJA EN ÁREA DE SERVICIO	M2	68,00	\$15,00	\$1.020,00
8.13	CERÁMICA BAÑO DE ÁREA DE SERVICIO	M2	18,00	\$15,00	\$270,00
8.14	CERÁMICA EN LAVANDERÍA	M2	8,00	\$15,00	\$120,00
8.15	GRANITO EN MESONES	ML	9,48	\$110,00	\$1.042,80
8.16	GRANITO EN MESÓN CENTRAL	ML	3,00	\$110,00	\$330,00
8.17	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN ESCALERAS INT.	ML	20,00	\$125,00	\$2.500,00
8.18	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN DESCANSO ESCALERAS INT.	M2	2,64	\$125,00	\$330,00
8.19	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN GRADAS DE ACCESO	M2	10,40	\$125,00	\$1.300,00
8.20	IMPERMEABILIZACION DE CISTERNA	M2	26,00	\$12,50	\$325,00
	SUBTOTAL				\$27.655,10
9.00	TUMBADOS				
9.01	TUMBADO GYPSUM P. BAJA PLANO + GARAJE Y SALA EXTERIOR	M2	84,64	\$18,00	\$1.523,52
9.02	TUMBADO CON DISEÑO SALA, COMEDOR DIARIO, SALA TV	M2	89,00	\$32,00	\$2.848,00
9.03	TUMBADO DE GYPSUM PLANTA ALTA - PLANO	M2	136,39	\$18,00	\$2.455,02
9.04	ALEROS EXTERIORES DE GYPSUM	M2	42,00	\$22,50	\$945,00
	SUBTOTAL				\$7.771,54
10.00	CUBIERTA				
10.01	ESTRUCTURA METALICA PARA CUBIERTA	M2	206,00	\$58,00	\$11.948,00
10.02	STEEL PANEL TERMOACÚSTICO	M2	153,00	\$49,50	\$7.573,50
10.03	PÉRGOLA EN BBQ	UNIDAD	1,00	\$4.500,00	\$4.500,00
10.04	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA EN VIVIENDA - ASFALUM	M2	22,00	\$16,50	\$363,00
10.05	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA DE GARAJE - ASFALUM	M2	48,00	\$16,50	\$792,00
	SUBTOTAL				\$25.176,50
11.00	OTROS				
11.01	TRANSFORMADOR TIPO MALLA DE 37,5 KVA	UNIDAD	1,00	\$5.000,00	\$5.000,00
11.02	MONTAJE Y CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR	GBL	1,00	\$350,00	\$350,00

11.03	ACOMETIDA DESDE TRANSFORMADOR HASTA MEDIDOR	UNIDAD	1,00	\$650,00	\$650,00
11.04	ACOMETIDA DESDE MEDIDOR HASTA T. PRINCIPAL	UNIDAD	1,00	\$375,00	\$375,00
11.05	TABLERO MEDIDOR CLASE 200	UNIDAD	1,00	\$650,00	\$650,00
11.06	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	UNIDAD	1,00	\$1.200,00	\$1.200,00
11.07	SISTEMA DE TIERRA	GBL	1,00	\$250,00	\$250,00
11.08	ACOMETIDA TV CABLE	GBL	1,00	\$200,00	\$200,00
11.09	ACOMETIDA TELÉFONO	GBL	1,00	\$200,00	\$200,00
11.10	PORTERO ELÉCTRICO SEIS EXTENSIONES	GBL	1,00	\$750,00	\$750,00
	PLANTA BAJA				
11.11	PUNTO DE ILUMINACIÓN	PTO	80,00	\$42,00	\$3.360,00
11.12	PUNTO DE TOMACORRIENTE 110V	PTO	35,00	\$42,00	\$1.470,00
11.13	PUNTO PARA VENTILADORES	PTO	3,00	\$45,00	\$135,00
11.14	PUNTO PARA TELÉFONO	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00
11.15	PUNTO PARA TV CABLE - DUCTERIA	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00
11.16	SALIDA DE DATOS - SOLO DUCTERIA	PTO	2,00	\$40,00	\$80,00
11.17	TOMACORRIENTE 220V. PARA SECADORA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.18	TOMACORRIENTE 220V. PARA HORNO	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.19	TOMACORRIENTE 220V. PARA COCINA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.20	TOMACORRIENTE 220V. PARA CALENTADOR DE AGUA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.21	ALIMENTADORES PARA CENTRALES DE AIRES ACONDICIONADOS	UNIDAD	2,00	\$165,00	\$330,00
11.22	PANEL PDA	UNIDAD	1,00	\$425,00	\$425,00
11.23	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL PDA	ML	14,00	\$25,00	\$350,00
11.24	ACOMETIDA A PANEL PDA - INCLUYE EXCAVACIÓN TUBO PVC	ML	14,00	\$8,00	\$112,00
11.25	PANEL PDC	UNIDAD	1,00	\$300,00	\$300,00
11.26	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL PDC	ML	30,00	\$9,00	\$270,00
11.27	ACOMETIDA A PANEL PDC - INCLUYE EXCAVACIÓN TUBO PVC	ML	30,00	\$7,00	\$210,00
11.28	PANEL TCB	UNIDAD	1,00	\$300,00	\$300,00
11.29	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL TCB	ML	15,00	\$45,00	\$675,00
	PLANTA ALTA				
11.30	PUNTO DE ILUMINACIÓN	PTO	51,00	\$42,00	\$2.142,00

11.31	PUNTO DE TOMACORRIENTE 110V	PTO	48,00	\$42,00	\$2.016,00
11.32	PUNTO TV CABLE	PTO	6,00	\$45,00	\$270,00
11.33	PUNTO PARA TELÉFONO	PTO	4,00	\$40,00	\$160,00
11.34	SALIDA DE DATOS - SOLO DUCTERIA	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00
11.35	TOMA PARA AIRE ACONDICIONADO	PTO	5,00	\$45,00	\$225,00
11.36	PANEL PDB	UNIDAD	1,00	\$350,00	\$350,00
11.37	ALIMENTADOR ELÉCTRICO PDB	ML	14,00	\$35,00	\$490,00
11.38	PUNTO PARA ANTENA	PTO	1,00	\$100,00	\$100,00
	SUBTOTAL				\$24.075,00
12.00	INSTALACIONES SANITARIAS				
12.01	ACOMETIDA AGUA POTABLE FRÍA	ML	28,00	\$12,00	\$336,00
12.02	PUNTO AGUA POTABLE FRÍA	PTO	23,00	\$35,00	\$805,00
12.03	PUNTO DE AGUA POTABLE CALIENTE	PTO	14,00	\$40,00	\$560,00
12.04	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 1"	ML	36,00	\$10,50	\$378,00
12.05	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 3/4"	ML	30,00	\$8,50	\$255,00
12.06	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 1/2"	ML	18,00	\$6,50	\$117,00
12.07	SISTEMA DE PRESIÓN DE AGUA BOMBA Y TANQUE DE PRESIÓN	GBL	1,00	\$985,00	\$985,00
12.08	SISTEMA DE PRESIÓN DE AGUA CALIENTE - CALEFON ELECTRICO	GBL	1,00	\$675,00	\$675,00
12.09	AGUA SERVIDA 50MM	PTO	17,00	\$30,00	\$510,00
12.10	AGUA SERVIDA 110MM	PTO	8,00	\$79,00	\$632,00
12.11	TUBERÍA PVC 75 MM - BAJANTES DE AGUA LLUVIA	ML	60,00	\$12,00	\$720,00
12.12	TUBERÍA PVC 110 MM - AA.LL POR PISO	ML	88,00	\$10,50	\$924,00
12.13	CAJA DE REVISION SANITARIA - AA.LL 50x50x50	UNIDAD	19,00	\$75,00	\$1.425,00
12.14	TUBERÍA PVC 50 MM	ML	70,00	\$7,50	\$525,00
12.15	TUBERIA PVC 110MM PARA DESAGUE - BAJANTE	ML	55,00	\$11,50	\$632,50
12.16	BAJANTE DE AGUAS SERVIDAS 75MM	ML	48,00	\$6,50	\$312,00
12.17	INODORO BRIGGS O FV	UNIDAD	5,00	\$250,00	\$1.250,00
12.18	INODORO FV ECONÓMICO	UNIDAD	1,00	\$85,00	\$85,00
12.19	LAVAMANOS FV O BRIGGS	UNIDAD	5,00	\$100,00	\$500,00
12.20	LAVAMANOS FV ECONÓMICO	UNIDAD	1,00	\$60,00	\$60,00

12.21	DUCHA FV	UNIDAD	4,00	\$200,00	\$800,00
12.22	DUCHA FV - ECONÓMICA PARA DORMITORIO SERVICIO	UNIDAD	1,00	\$50,00	\$50,00
12.23	LAVAPLATOS DOS POZOS TEKA	UNIDAD	1,00	\$254,00	\$254,00
12.24	LAVACOPAS UN POZO	UNIDAD	1,00	\$85,00	\$85,00
12.25	INSTALACIÓN DE PIEZAS SANITARIAS Y DUCHAS	PTO	20,00	\$20,00	\$400,00
12.26	LAVA ROPA DE FIBRA INCLUYE LLAVE	UNIDAD	1,00	\$125,00	\$125,00
	SUBTOTAL				\$13.400,50
13.00	OBRAS EXTERIORES				
13.01	CERRAMIENTOS LATERALES Y POSTERIORES	ML	54,00	\$185,00	\$9.990,00
13.02	PISO CERAMICA EN ACCESO Y GARAJE	M2	48,00	\$20,00	\$960,00
13.03	BORDILLOS HH.SS PARA CONFINAR ÁREAS VERDES 30x10 CM	ML	16,00	\$19,50	\$312,00
13.04	AREA EXTERIORES PISCINA	GBL	1,00	\$10.500,00	\$10.500,00
13.05	LOSA INGRESO PRINCIPAL	M2	15,00	\$250,00	\$3.750,00
13.06	DESALOJOS DE ESCOMBROS EN GENERAL MÍNIMO	VIAJES	20,00	\$50,00	\$1.000,00
	SUBTOTAL				\$26.512,00
14.00	OTROS				
14.01	LIMPIEZA PERMANENTE	MES	8,00	\$450,00	\$3.600,00
14.02	CASETA DE EQUIPO DE PRESIÓN	GBL	1,00	\$250,00	\$250,00
	SUBTOTAL				\$3.850,00
	COSTO DIRECTO				\$260.473,97
	COSTO TOTAL				\$260.473,97

Fuente: (Cedeño K, 2021)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.8.1.2 Costo con Metodología BIM

Tabla 17. Presupuesto para Vivienda Unifamiliar con Metodología BIM

**RESIDENCIA FAMILIA HERRERIA Y MERCHAN
PRESUPUESTO DEL PROYECTO
ISLA MOCOLI - PACÍFICA
CONSTRUCCIÓN PRINCIPAL 371 M2
CONSTRUCCIÓN ÁREA EXTERIOR 36 M2**

ITEMS	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	COSTO TOTAL
1.00	INSTALACIÓN DE OBRA				
1.01	CASETA DE GUARDIAN	M2	8,71	\$55,00	\$479,05
1.02	CASETA DE BODEGA	M2	23,21	\$55,00	\$1.276,55
1.03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	GBL	1,00	\$600,00	\$600,00
1.04	INSTALACIÓN SANITARIA PROVISIONAL	GBL	1,00	\$500,00	\$500,00
1.05	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	408,00	\$0,50	\$204,00
1.06	CERRAMIENTO PROVISIONAL FRONTAL	ML	12,10	\$55,00	\$665,50
1.07	DESALOJO DE LA LIMPIEZA DEL TERRENO	VIAJES	3,00	\$50,00	\$150,00
	SUBTOTAL				\$3.875,10
2.00	PRELIMINARES				
2.01	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	408,00	\$0,75	\$306,00
	SUBTOTAL				\$306,00
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3.01	COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	M2	408,00	\$1,00	\$408,00
3.02	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y DESALOJO	M3	244,00	\$8,50	\$2.074,00
3.03	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	26,72	\$5,50	\$146,96
3.04	RELLENO COMPACTADO	M3	244,00	\$12,50	\$3.050,00
3.05	DESALOJO	VIAJE	20,00	\$50,00	\$1.000,00
	SUBTOTAL				\$6.678,96

4.00	CIMENTACIÓN				
4.01	REPLANTEO 110 KG/CM2 ESPESOR 5 CM	M2	177,41	\$8,75	\$1.552,34
4.02	CONTRAPISO H. ARMADO GARAJE 240 KG/CM2 MALLA 6,5 x 15	M2	59,80	\$24,50	\$1.465,10
4.03	CONTRAPISO H. ARMADO 210 KG/CM2 MALLA 5,5 x 15	M2	265,10	\$21,50	\$5.699,65
4.04	HORMIGÓN EN ZAPATAS 240 KG/CM2	M3	21,85	\$395,00	\$8.630,75
4.05	HORMIGÓN EN RIOSTRAS 240 KG/CM2	M3	13,82	\$435,00	\$6.011,70
4.06	HORMIGÓN CICLÓPEO 210 KG/CM2	M3	19,34	\$225,00	\$4.352,40
	SUBTOTAL				\$27.711,94
5.00	ESTRUCTURAS				
5.01	HORMIGÓN ARMADO EN COLUMNAS 240 KG/CM2 P. BAJA	M3	22,25	\$585,00	\$13.016,25
5.02	HORMIGÓN ARMADO EN COLUMNAS 240 KG/CM2 P. ALTA	M3	20,31	\$585,00	\$11.881,35
5.03	MALLA ELECTROSOLDADA 5,5x15 EN LOSA SUPERIOR	M2	201,26	\$12,00	\$2.415,12
5.04	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA 240 KG/CM2	M2	201,26	\$52,00	\$10.465,52
5.05	HORMIGÓN EN ESCALERA 240 KG/CM2	M3	4,34	\$525,00	\$2.278,50
5.06	HORMIGÓN ARMADO EN VIGAS SUPERIORES 240 KG/CM2 LOSA	M3	13,18	\$545,00	\$7.183,10
5.07	HORMIGÓN ARMADO EN VIGAS SUPERIORES 240 KG/CM2 CUBIERTA	M3	6,75	\$545,00	\$3.678,75
5.08	HORMIGÓN EN CISTERNA 240 KG/CM2	M3	5,81	\$525,00	\$3.050,25
5.09	VIGUETAS 10x20	ML	126,00	\$12,50	\$1.575,00
5.10	PILARES 10x20	ML	224,00	\$12,50	\$2.800,00
5.11	LOSETAS PARA MESONES DE COCINAS Y BAÑOS	ML	19,80	\$45,00	\$891,00
5.12	LOSETAS PARA CLOSET	ML	12,20	\$45,00	\$549,00
	SUBTOTAL				\$59.783,84
6.00	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CEMENTO				
	MAMPOSTERÍA PLANTA BAJA				
6.01	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 19x19x39 CM	M2	186,30	\$21,50	\$4.005,45
6.02	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 9x19x39 CM	M2	136,64	\$16,50	\$2.254,56
	MAMPOSTERÍA PLANTA ALTA				
6.03	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 19x19x39 CM	M2	139,53	\$21,50	\$2.999,90
6.04	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PL 9x19x39 CM	M2	119,60	\$16,50	\$1.973,40
	SUBTOTAL				\$11.233,31

7.00	ENLUCIDOS - ALBAÑILERÍA				
7.01	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO INTERIOR PLANTA BAJA	M2	427,36	\$8,50	\$3.632,56
7.02	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO INTERIOR PLANTA ALTA	M2	263,97	\$8,50	\$2.243,75
7.03	ENLUCIDO PALETEADO MEDIANO EXTERIOR	M2	405,36	\$9,50	\$3.850,92
7.04	FILOS - ENLUCIDOS INTERIORES	ML	74,75	\$2,50	\$186,88
7.05	FILOS - ENLUCIDOS EXTERIORES	ML	475,64	\$3,50	\$1.664,74
7.06	CUADRADA DE BOQUETES - PUERTAS	ML	143,42	\$4,50	\$645,39
7.07	CUADRADA DE BOQUETES - VENTANAS	ML	120,40	\$4,50	\$541,80
7.08	ENLUCIDO DE ESCALONES - INTERIOR	UNIDAD	40,00	\$9,75	\$390,00
7.09	ENLUCIDO DE ESCALONES - EXTERIOR	ML	16,50	\$9,75	\$160,88
7.10	ENLUCIDO DE MESONES Y LOSETAS EN GENERAL	ML	31,89	\$9,50	\$302,96
7.11	ENLUCIDOS DE SOBREPISOS	M2	265,11	\$8,25	\$2.187,16
7.12	ENLUCIDOS DE TUMBADO	M2	9,40	\$18,00	\$169,20
7.13	PALETEADO DE LOSA H. ARMADO	M2	57,62	\$2,50	\$144,05
7.14	FORRADA DE BAJANTES DE AA.LL Y AA.SS	ML	11,60	\$17,50	\$203,00
7.15	REMATES DE CUBIERTA	ML	80,33	\$12,50	\$1.004,13
7.16	RESANES DE PAREDES POR INSTALACIONES	GBL	1,00	\$2.500,00	\$2.500,00
	SUBTOTAL				\$19.827,39
8.00	ACABADOS				
8.01	PINTURA INT. EN PAREDES - LATEX SUPREMO	M2	547,80	\$6,50	\$3.560,70
8.02	PINTURA EXTERIOR - LATEX SUPREMO	M2	405,36	\$9,00	\$3.648,24
8.03	PINTURA EN TUMBADO DE LOSA	M2	11,60	\$7,50	\$87,00
8.04	PORCELANATO EN PISOS P. BAJA ÁREA SOCIAL INTERIOR	M2	80,73	\$30,00	\$2.421,90
8.05	PORCELANATO PAREDES BAÑO SOCIAL	M2	17,40	\$20,00	\$348,00
8.06	PORCELANATO PAREDES BAÑO PISCINA	M2	18,61	\$20,00	\$372,20
8.07	PORCELANATO EN PISOS P. ALTA	M2	112,13	\$30,00	\$3.363,90
8.08	PORCELANATO EN PAREDES BAÑOS P. ALTA	M2	81,73	\$40,00	\$3.269,20
8.09	PISO AREA PISCINA	M2	83,12	\$30,00	\$2.493,60
8.10	PISO AREA BBQ	M2	13,50	\$20,00	\$270,00
8.11	PISO CORREDORES LATERALES	M2	24,17	\$20,00	\$483,40

8.12	CERAMICA PLANTA BAJA EN ÁREA DE SERVICIO	M2	67,77	\$15,00	\$1.016,55
8.13	CERÁMICA BAÑO DE ÁREA DE SERVICIO	M2	17,41	\$15,00	\$261,15
8.14	CERÁMICA EN LAVANDERIA	M2	7,74	\$15,00	\$116,10
8.15	GRANITO EN MESONES	ML	9,17	\$110,00	\$1.008,70
8.16	GRANITO EN MESÓN CENTRAL	ML	2,10	\$110,00	\$231,00
8.17	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN ESCALERAS INT.	ML	19,34	\$125,00	\$2.417,50
8.18	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN DESCANSO ESCALERAS INT.	M2	1,86	\$125,00	\$232,50
8.19	MARMOL CREMA MARFIL O SIMILAR EN GRADAS DE ACCESO	M2	10,06	\$125,00	\$1.257,50
8.20	IMPERMEABILIZACION DE CISTERNA	M2	25,14	\$12,50	\$314,25
	SUBTOTAL				\$27.173,39
9.00	TUMBADOS				
9.01	TUMBADO GYPSUM P. BAJA PLANO + GARAJE Y SALA EXTERIOR	M2	84,36	\$18,00	\$1.518,48
9.02	TUMBADO CON DISEÑO SALA, COMEDOR DIARIO, SALA TV	M2	88,70	\$32,00	\$2.838,40
9.03	TUMBADO DE GYPSUM PLANTA ALTA - PLANO	M2	135,94	\$18,00	\$2.446,92
9.04	ALEROS EXTERIORES DE GYPSUM	M2	41,86	\$22,50	\$941,85
	SUBTOTAL				\$7.745,65
10.00	CUBIERTA				
10.01	ESTRUCTURA METALICA PARA CUBIERTA	M2	205,31	\$58,00	\$11.907,98
10.02	STEEL PANEL TERMOACÚSTICO	M2	152,90	\$49,50	\$7.568,55
10.03	PÉRGOLA EN BBQ	UNIDAD	1,00	\$4.500,00	\$4.500,00
10.04	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA EN VIVIENDA - ASFALUM	M2	21,30	\$16,50	\$351,45
10.05	IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSA DE GARAJE - ASFALUM	M2	47,84	\$16,50	\$789,36
	SUBTOTAL				\$25.117,34
11.00	OTROS				
11.01	TRANSFORMADOR TIPO MALLA DE 37,5 KVA	UNIDAD	1,00	\$5.000,00	\$5.000,00
11.02	MONTAJE Y CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR	GBL	1,00	\$350,00	\$350,00
11.03	ACOMETIDA DESDE TRANSFORMADOR HASTA MEDIDOR	UNIDAD	1,00	\$650,00	\$650,00
11.04	ACOMETIDA DESDE MEDIDOR HASTA T. PRINCIPAL	UNIDAD	1,00	\$375,00	\$375,00
11.05	TABLERO MEDIDOR CLASE 200	UNIDAD	1,00	\$650,00	\$650,00
11.06	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	UNIDAD	1,00	\$1.200,00	\$1.200,00

11.07	SISTEMA DE TIERRA	GBL	1,00	\$250,00	\$250,00
11.08	ACOMETIDA TV CABLE	GBL	1,00	\$200,00	\$200,00
11.09	ACOMETIDA TELÉFONO	GBL	1,00	\$200,00	\$200,00
11.10	PORTERO ELÉCTRICO SEIS EXTENSIONES	GBL	1,00	\$750,00	\$750,00
	PLANTA BAJA				
11.11	PUNTO DE ILUMINACIÓN	PTO	80,00	\$42,00	\$3.360,00
11.12	PUNTO DE TOMACORRIENTE 110V	PTO	35,00	\$42,00	\$1.470,00
11.13	PUNTO PARA VENTILADORES	PTO	3,00	\$45,00	\$135,00
11.14	PUNTO PARA TELÉFONO	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00
11.15	PUNTO PARA TV CABLE - DUCTERIA	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00
11.16	SALIDA DE DATOS - SOLO DUCTERIA	PTO	2,00	\$40,00	\$80,00
11.17	TOMACORRIENTE 220V. PARA SECADORA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.18	TOMACORRIENTE 220V. PARA HORNO	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.19	TOMACORRIENTE 220V. PARA COCINA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.20	TOMACORRIENTE 220V. PARA CALENTADOR DE AGUA	PTO	1,00	\$80,00	\$80,00
11.21	ALIMENTADORES PARA CENTRALES DE AIRES ACONDICIONADOS	UNIDAD	2,00	\$165,00	\$330,00
11.22	PANEL PDA	UNIDAD	1,00	\$425,00	\$425,00
11.23	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL PDA	ML	14,00	\$25,00	\$350,00
11.24	ACOMETIDA A PANEL PDA - INCLUYE EXCAVACIÓN TUBO PVC	ML	14,00	\$8,00	\$112,00
11.25	PANEL PDC	UNIDAD	1,00	\$300,00	\$300,00
11.26	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL PDC	ML	30,00	\$9,00	\$270,00
11.27	ACOMETIDA A PANEL PDC - INCLUYE EXCAVACIÓN TUBO PVC	ML	30,00	\$7,00	\$210,00
11.28	PANEL TCB	UNIDAD	1,00	\$300,00	\$300,00
11.29	ALIMENTADOR ELÉCTRICO A PANEL TCB	ML	15,00	\$45,00	\$675,00
	PLANTA ALTA				
11.30	PUNTO DE ILUMINACIÓN	PTO	51,00	\$42,00	\$2.142,00
11.31	PUNTO DE TOMACORRIENTE 110V	PTO	48,00	\$42,00	\$2.016,00
11.32	PUNTO TV CABLE	PTO	6,00	\$45,00	\$270,00
11.33	PUNTO PARA TELÉFONO	PTO	4,00	\$40,00	\$160,00
11.34	SALIDA DE DATOS - SOLO DUCTERIA	PTO	3,00	\$40,00	\$120,00

11.35	TOMA PARA AIRE ACONDICIONADO	PTO	5,00	\$45,00	\$225,00
11.36	PANEL PDB	UNIDAD	1,00	\$350,00	\$350,00
11.37	ALIMENTADOR ELÉCTRICO PDB	ML	14,00	\$35,00	\$490,00
11.38	PUNTO PARA ANTENA	PTO	1,00	\$100,00	\$100,00
	SUBTOTAL				\$24.075,00
12.00	INSTALACIONES SANITARIAS				
12.01	ACOMETIDA AGUA POTABLE FRÍA	ML	28,00	\$12,00	\$336,00
12.02	PUNTO AGUA POTABLE FRÍA	PTO	23,00	\$35,00	\$805,00
12.03	PUNTO DE AGUA POTABLE CALIENTE	PTO	14,00	\$40,00	\$560,00
12.04	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 1"	ML	36,00	\$10,50	\$378,00
12.05	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 3/4"	ML	30,00	\$8,50	\$255,00
12.06	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE DE 1/2"	ML	18,00	\$6,50	\$117,00
12.07	SISTEMA DE PRESIÓN DE AGUA BOMBA Y TANQUE DE PRESIÓN	GBL	1,00	\$985,00	\$985,00
12.08	SISTEMA DE PRESIÓN DE AGUA CALIENTE - CALEFON ELECTRICO	GBL	1,00	\$675,00	\$675,00
12.09	AGUA SERVIDA 50MM	PTO	17,00	\$30,00	\$510,00
12.10	AGUA SERVIDA 110MM	PTO	8,00	\$79,00	\$632,00
12.11	TUBERIA PVC 75 MM - BAJANTES DE AGUA LLUVIA	ML	60,00	\$12,00	\$720,00
12.12	TUBERIA PVC 110MM - AA.LL POR PISO	ML	88,00	\$10,50	\$924,00
12.13	CAJA DE REVISION SANITARIA - AA.LL 50x50x50	UNIDAD	19,00	\$75,00	\$1.425,00
12.14	TUBERÍA PVC 50 MM	ML	70,00	\$7,50	\$525,00
12.15	TUBERIA PVC 110MM PARA DESAGUE - BAJANTE	ML	55,00	\$11,50	\$632,50
12.16	BAJANTE DE AGUAS SERVIDAS 75MM	ML	48,00	\$6,50	\$312,00
12.17	INODORO BRIGGS O FV	UNIDAD	5,00	\$250,00	\$1.250,00
12.18	INODORO FV ECONÓMICO	UNIDAD	1,00	\$85,00	\$85,00
12.19	LAVAMANOS FV O BRIGGS	UNIDAD	5,00	\$100,00	\$500,00
12.20	LAVAMANOS FV ECONÓMICO	UNIDAD	1,00	\$60,00	\$60,00
12.21	DUCHA FV	UNIDAD	4,00	\$200,00	\$800,00
12.22	DUCHA FV - ECONÓMICA PARA DORMITORIO SERVICIO	UNIDAD	1,00	\$50,00	\$50,00
12.23	LAVAPLATOS DOS POZOS TEKA	UNIDAD	1,00	\$254,00	\$254,00
12.24	LAVACOPAS UN POZO	UNIDAD	1,00	\$85,00	\$85,00

12.25	INSTALACIÓN DE PIEZAS SANITARIAS Y DUCHAS	PTO	20,00	\$20,00	\$400,00
12.26	LAVA ROPA DE FIBRA INCLUYE LLAVE	UNIDAD	1,00	\$125,00	\$125,00
	SUBTOTAL				\$13.400,50
13.00	OBRAS EXTERIORES				
13.01	CERRAMIENTOS LATERALES Y POSTERIORES	ML	54,00	\$185,00	\$9.990,00
13.02	PISO CERAMICA EN ACCESO Y GARAJE	M2	48,00	\$20,00	\$960,00
13.03	BORDILLOS HH.SS PARA CONFINAR ÁREAS VERDES 30x10 CM	ML	16,00	\$19,50	\$312,00
13.04	AREA EXTERIORES PISCINA	GBL	1,00	\$10.500,00	\$10.500,00
13.05	LOSA INGRESO PRINCIPAL	M2	15,00	\$250,00	\$3.750,00
13.06	DESALOJOS DE ESCOMBROS EN GENERAL MÍNIMO	VIAJES	20,00	\$50,00	\$1.000,00
	SUBTOTAL				\$26.512,00
14.00	OTROS				
14.01	LIMPIEZA PERMANENTE	MES	8,00	\$450,00	\$3.600,00
14.02	CASETA DE EQUIPO DE PRESIÓN	GBL	1,00	\$250,00	\$250,00
	SUBTOTAL				\$3.850,00
	COSTO DIRECTO				\$257.290,42
	COSTO TOTAL				\$257.290,42

Fuente: (Cedeño K, 2021)

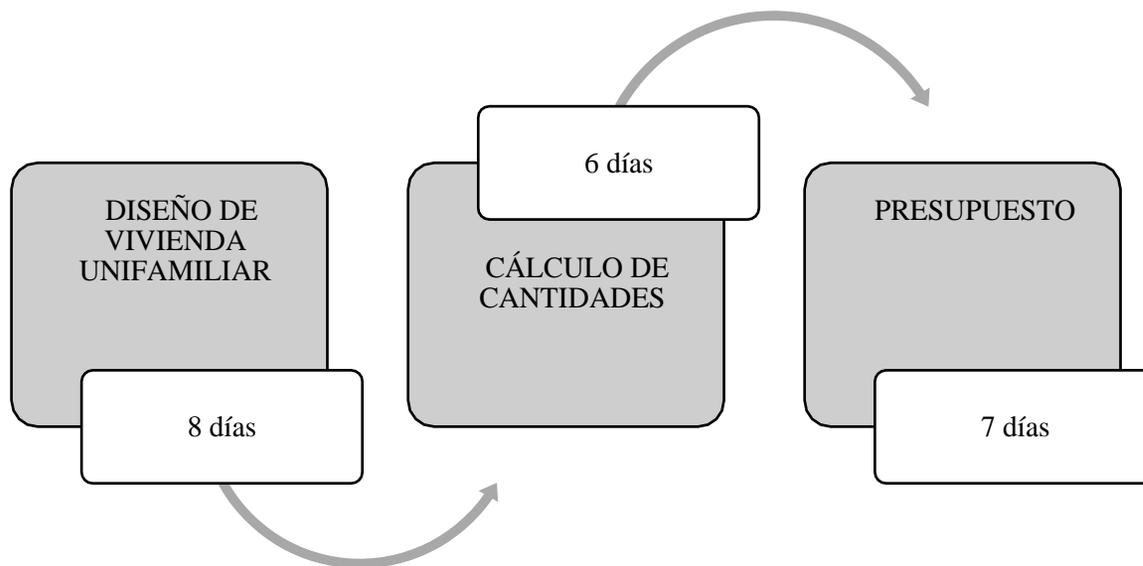
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.8.1.3 Variable Tiempo

El proyecto de caso de estudio “Casa Unifamiliar” tiene programado un cronograma de 40 semanas, es decir un período de 280 días laborables. El detalle de cada una de las actividades fue programado mediante Microsoft Excel. Cada una de ellas está detallada en 15 ítems, y con programación estable de una semana laboral a partir de 5 días a la semana.

Debido a que la diferencia de la variable tiempo entre un método y el otro no tiene evidencia de un cambio significativo, no se presenta algún tipo de comparación. Sin embargo, la diferencia que habrá entre los métodos de estudio será en cuanto al tiempo de implementación para cada uno. Se decide presentar la comparación mediante un diagrama visual a continuación.

3.9 Análisis de Tiempo al Implementar ambas Metodologías



*Gráfico 13. Tiempo de Diseño para Metodología Tradicional
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)*

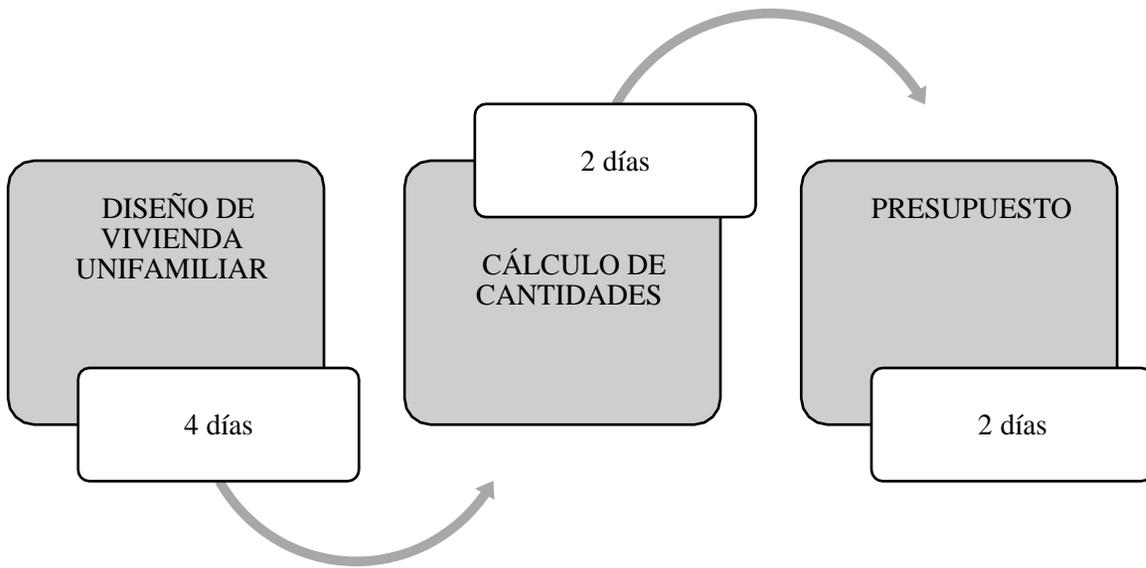


Gráfico 14. Tiempo de Diseño para Metodología BIM
Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

3.10 Análisis de Ventajas y Desventajas entre ambos Métodos

Tabla 18. Ventajas y Desventajas de Ambas Metodologías

	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ● Desarrollo y Sistema de sus diseños desde un modelo virtual. ● Evaluación continua de cada componente involucrado en el proyecto en cuanto a su diseño. ● Control de materiales y mano de obra en los avances del proyecto. ● Determina con precisión la cantidad de variable tiempo y dinero. ● Evita excesos en la variable económica. ● Evita los desperdicios en cuanto a los materiales e insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema constructivo en “in situ”. ● Flexibilidad para evaluar de forma manual sus diseños y mano de obra. ● Libertad de diseño de construcción del proyecto. ● Libertad a la toma de decisiones por imprevistos. ● Control y Seguimiento de forma arbitraria a las actividades.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ● Alto costo en la inversión para la metodología BIM a un diseño constructivo. ● Cumplir con el control y seguimiento de las actividades programadas en tiempo y espacio establecido. Ya que no se está exento a los imprevistos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Costos elevados en materiales y mano de obra. ● Retrasos y lentitud en el proceso constructivo. ● Consumo excesivo de materiales e insumos. ● Personal de Operación no calificado.

Fuente: (Cedeño K, 2021)

Elaborado por: (Cedeño K, 2021)

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

4.1 Descripción del Informe

A través de los datos e información obtenida en el capítulo anterior, se pudo fundamentar acerca de las diferencias entre ambos métodos. El objetivo del proyecto de investigación fue implementar metodología BIM con el uso del programa Revit en un modelo existente, planificado con metodología tradicional.

En efecto, los documentos que se usaron para dar paso al caso de estudio como planos arquitectónicos, presupuesto y cronograma de actividades permitieron que se pueda realizar el trabajo colaborativo para un modelo completo, integrado y preciso. Partiendo del uso de ambas formas de trabajo (tradicional y BIM), al usar Revit como herramienta tecnológica, facilitó el análisis del proyecto. Teniendo como resultado, un diseño determinado y su representación en función de tres variables principales.

El punto de partida para considerar las variables en el caso de estudio, comparten relación entre una línea económica y una línea de tiempo. A esto, se añade un grado de afectación que puede ocasionar el uso de ambas metodologías para cualquier tipo de proyecto, ya sea de construcción, diseño o etapas posteriores de la obra.

A lo largo de los años, modelar y representar en escalas reducidas ha sido la mejor manera de comunicar de forma precisa el objetivo de un diseño o una idea de inspiración basada en construcción. Teniendo como objetivo final, formatos múltiples y distintas maneras de diseñar. El principal propósito de usar metodología BIM, ya sea en el medio de edificación o en la información de una obra, es posibilitar la representación informática y desarrollo final del diseño. Añadiendo cambios a lo largo del camino del proyecto, el objetivo seguirá siendo el mismo, reduciendo el

tiempo en el trabajo al tener que volver a revisar la información o gráfico que se ha elaborado antes.

Es por ello por lo que, se hace necesario cambiar y mejorar la forma de proyectar o diseñar disminuyendo errores o márgenes de riesgo. Optimizando tiempos de trabajo, costos en márgenes predecibles y lograr el aumento de prever situaciones antes, durante y después de la ejecución de la obra.

Al realizar el caso de estudio del proyecto de investigación, aquellos datos presentados en nuestra metodología dieron como resultado evidenciar una gran diferencia en la variable económica. La cual permite de tal forma, conocer la desigualdad en cuanto al costo total de la obra. Por otro lado, en cuanto a la línea tiempo en tareas y cronograma de actividades. La duración es la misma, sin tener ningún tipo de variación. Y para finalizar, se considera un grado de afectación que se genera al implementar cualquiera de las dos metodologías. Cada una de ellas será explicada a continuación.

4.2 Fundamentación de Variables para ambos Métodos

4.2.1 Metodología Tradicional

- **Costo:** La implementación de forma tradicional para una vivienda unifamiliar de 371 M2, presenta un costo total de obra de: **\$260.473,97.** (doscientos sesenta mil cuatrocientos setenta y tres dólares con noventa y siete centavos)
- **Tiempo:** El desarrollo de la obra se efectuó en un periodo de 40 semanas, es decir 280 días laborables.
- **Afectaciones:** Gasto excesivo de materiales, retraso por imprevistos de re-stock de los mismos. Lo cual permitía tener lentos avances en el proceso constructivo.

4.2.2 Metodología BIM

- **Costo:** La aplicación de metodología BIM para el mismo caso de estudio dio como resultado, un costo total de obra de: **\$257.290,42** (doscientos cincuenta y siete mil doscientos noventa dólares con cuarenta y dos centavos)
- **Tiempo:** Debido a que no se genera un cambio de cronograma y tiempo de actividades. Se establece implementar el mismo periodo de 40 semanas como el método tradicional. Es decir, 280 días laborables.
- **Afectaciones:** Alta inversión económica para un profesional que aplique o diseñe el modelo virtual con Metodología BIM. Ya que, se debe hacer la compra de una licencia para usar el programa de Revit.

4.3 Análisis

Mediante la fundamentación de las variables explicadas anteriormente, es notorio que existe un porcentaje económico de: **\$3.183,55** (tres mil ciento ochenta y tres dólares con cincuenta y cinco centavos) de diferencia en el costo de inversión para el proyecto.

Esto se debe a que, el cálculo de cantidades que ofrece la metodología BIM es a través de cuantificación de los materiales. Por otro lado, permite evitar un 3% (tres por ciento) de desperdicios y gastos excesivos, de recursos e insumos o materiales y mano de obra.

CONCLUSIONES

Mediante la siguiente investigación se determinó que la implementación al caso de estudio permite un mejor tráfico de actividades, uso frecuente de nuevas tecnologías y economización de recursos.

Con relación a las ventajas y desventajas que presentan ambas metodologías, se puede decir que, el uso del método tradicional da paso a la lentitud del desarrollo del proyecto. Ejerciendo flexibilidad a que cada tarea se realice durante mucho tiempo. Mientras que, el uso de BIM, planifica de una forma muy ordenada la gestión de operación en todas las fases del ciclo de vida en una obra.

Por otro lado, mediante las encuestas y entrevistas dirigidas a profesionales pertenecientes al Colegio de Ingenieros Civiles de la Provincia del Guayas. Se obtuvieron resultados notables en cuanto a la frecuencia de uso e implementación tanto de metodología BIM como de nuevas tecnologías en el sector de la construcción. De manera que, un 89,8% de los encuestados usa métodos tradicionales o convencionales a la hora de ejecutar un proyecto. Y un 81,6% de los participantes, conoce de la metodología como un modelo de información de la construcción, pero no es aplicada a su forma de trabajo.

Para finalizar, el análisis de las variables económica y de tiempo, fue evidente que el costo de la inversión para el proyecto es de \$3.183,55 dólares menos al costo total presentado en el presupuesto con el método tradicional. Es decir que, existe una diferencia de un 3% en la variación de flujo. Sin embargo, para la variable tiempo no existe ningún tipo de cambio. Debido a que, en las fases programadas hacia el proyecto se desarrollan durante el mismo cronograma de 40 semanas, obteniendo un total de 280 días laborables.

RECOMENDACIONES

Con el estudio realizado, se puede dar paso a la comparación en otro tipo de obras el uso de varias tecnologías utilizadas en el campo de la construcción, las cuales permitan evaluar las diferentes variables durante el desarrollo en planificación, diseño y ejecución de futuros proyectos.

Encontrar nuevas ventajas al usar metodología BIM u otro tipo de sistema operativo en las etapas de esquemas relacionados a la construcción. Estableciendo así que, los agentes participantes del proceso constructivo generen conocimiento y lo compartan en un entorno plenamente colaborativo hacia la mejora en las infraestructuras.

A través de la experiencia realizando este proyecto de investigación, se invita a las autoridades, directores de las diferentes unidades académicas y gremios universitarios; que se incentive de forma continua a que los estudiantes o profesionales puedan capacitarse a través de convenios académicos, acerca de nuevas tecnologías que pueden implementarse en las diferentes ramas de nuestra carrera como ingenieros civiles. Esto permitirá que no tan solo se obtenga un conocimiento académico, sino futuras propuestas innovadoras en proyectos civiles en nuestra ciudad, sacando de lo tradicional a la forma de edificar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3Dnatives. (2020). *¿Qué es AutoCAD y cuáles son las características del software?*
<https://www.3dnatives.com/es/autocad-cuales-caracteristicas-del-software-020420202/#!>
- ALUMED. (2018). *bim-building-information-system-ventanas-de-aluminio-alumed-aluminium-systems-alicante-esquema*. <https://alumedistemas.com/bim-building-information-modeling-system/bim-building-informationsystem-ventanas-de-aluminio-alumed-aluminium-systems-alicante-esquema/#>
- Arequipa, D. (2020). *ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS EN EL PROYECTO INMOBILIARIO “CONJUNTO HABITACIONAL REINA JULIA”, MEDIANTE LA METODOLOGÍA BIM. (Tesis de pregrado)*. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22101/1/T-ESPE-043656.pdf>
- Baños, M. F., & Rosales, C. E. (2018). *“Diseño estructural de una edificación residencial metálica de 6 plantas sismo-resistente, en la ciudad de milagro, utilizando metodología bim en la modelación 3D”* [Universidad Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<file:///C:/Users/ECS/Downloads/D-CD70288.pdf>
- Blanco, M. (2018). *Cambiando El Chip En La Construcción, Dejando La Metodología Tradicional De Diseño Cad Para Aventurarse a Lo Moderno De La Metodología Bim. Universidad César Vallejo, 551035, 101*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>
- CADBIM3D. (2018). *Simulación e interferencias BIM en Navisworks*.
<https://www.cadbim3d.com/2018/06/simulacion-e-interferencias-bim-en-navisworks.html>
- Chacon, D., & Cuervo, G. (2017). *“Implementación De La Metodología Bim Para Elaborar Proyectos Mediante El Software Revit .” Universidad de Carabobo, 1–84*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39971/1/TESIS YV %28ÚLTIMO%29 - PDF.pdf>
- Charpentier, S., & Santander, N. (2020). *Implementación de la metodología BIM en el Centro de Investigaciones ESPE (Issue 1)*. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22101/1/T-ESPE-043656.pdf>
- Cluster, M. (2018). *Microsoft Project para Ingenierías y Constructoras*.
<https://mvpcluster.com/project-para-ingenierias-y-constructoras/>
- Concepto.de. (2020). *Técnicas de Investigación*. <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- De Solminihac, H. (2018). *Proyectos de construcción: ¡La planificación operacional es clave!*
<https://www.claseejecutiva.com.ec/blog/articulos/proyectos-de-construccion-la-planificacion-operacional-es-clave/>
- Durand, W. (2019). *“Análisis comparativo de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de Pre-Construcción y sus efectos en la Construcción de proyectos hoteleros de la empresa Orion Group, 2018 – 2019.”* 60.

- http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3465/1/Will_Tesis_bachiller_2019_Part.1.pdf
- EDITEC. (2018). *El BIM en Latinoamérica*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- Exploratorios. (n.d.). *GRUPOS DE PROCESOS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS*. <http://contenidos.sucerman.com/nivel2/proyectos/unidad3/leccion2.html>
- García, O., & Manzo, R. (2021). *PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE ACERAS Y BORDILLOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM 5D SITUADO EN LA CIUDAD DE VINCES EN LA CIUDADELA “LA VIRGEN”* [Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53386/1/BMAT-GENE 353-2021-Ing. CIVIL - GARCIA SOTOMAYOR OSWALDO FRANCISCO - MANZO VERA RONNY GREGORIO.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (S. A. D. C. V. E. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); Sexta).
- INSITEC. (2016). *BIM Building Information Modeling*. <https://insitecaingenieros.com/consultoria-bim/>
- López, A. (2018). *Modelado BIM. Simulación computacional en el proyecto constructivo hospitalario*. <https://hospitecna.com/articulos-destacados/modelado-bim-simulacion-computacional-en-el-proyecto-constructivo-hospitalario/>
- Significados. (2020). *Investigación de campo*. <https://www.significados.com/investigacion-de-campo/>
- UNIVERSIA.mx. (2020). *Los conceptos fundamentales de la metodología*.
- Vásquez, Y. (2019). *Metodologia Bim: Estudio Y Rediseño Del Envoltente Arquitectonico Del Edificio De Rectorado De La Universidad De Guayaquil*. 121. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39971/1/TESIS YV %28ÚLTIMO%29 - PDF.pdf>
- Villena, F., García, T., Ballesteros, P., & Pellicer, E. (2019). *International Congress on Project Management and Engineering Málaga, 10. 029(July), 10*. http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2408/AT10-001_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: Análisis del uso de BIM (Building Information Management) como Nueva Tecnología en la industria de la Construcción Comparando la Etapa de Diseño, Seguimiento y Ejecución de un Sistema Tradicional.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica
Tecnología BIM	La Metodología BIM (Modelo de Información de la Construcción) se distingue por utilizar de un conjunto o una serie de distintos sistemas y softwares para totalizar o integrar la información de todo un proyecto.	BIM permite por medio del uso de un modelo virtual la manipulación de los datos gestionado por el equipo, en el que todos pueden añadir y aportar datos e información a un modelo único compartido, reduciendo en gran porcentaje las posibilidades de perder la información del proyecto por la modificación de datos.	Diseño de Obra	Dimensiones 2D y 3D Aplicación Utilidad	1,2,3	Encuesta
			Seguimiento de Obra	Dimensiones 4D -6D Aplicación Utilidad	4,5,6	
			Ejecución de Obra	Dimensión 7D Aplicación Utilidad	7,8,9,10	
Eficiencia en las Etapas de Diseño, Seguimiento y Ejecución de una edificación.	Se define como etapas de la construcción al conjunto de pasos necesarios para que una obra civil sea realizada en su totalidad de forma segura.	Revisar y analizar las etapas previas a la puesta en marcha e incluso el seguimiento de la ejecución de una obra ayudará a los proyectistas o encargados a tener un control del proyecto mucho más seguro, le permitirá prever futuros problemas o desaciertos ayudando a la misma a ejecutarse correctamente.	Recursos Utilizados	Softwares de Modelado en 2D y 3D Aplicación Utilidad Eficacia	1,2	Entrevista
			Tiempo invertido	Costos Beneficios elaboración	3,4,5	
			Pérdida de Información	Carpetas generadas por Etapas Modificaciones por Profesión	6,7	

ANEXOS 2: FORMATO DE ENTREVISTA



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Formato de Entrevista dirigida a profesional perteneciente a la institución “Colegio de Ingenieros Civiles de la Ciudad de Guayaquil”

Busca identificar las diferencias entre el método tradicional y la metodología BIM, en base a la experiencia del entrevistado.

- 1. ¿Conoce usted la existencia de un programa que permita unificar en su repositorio los planos estructurales, eléctricos, sanitarios durante la etapa de diseño?**

- 2. ¿Conoce usted que la metodología BIM brinda softwares para diseñar edificaciones realistas?**

- 3. ¿Estaría dispuesto a utilizar un programa que le permita ahorrar tiempo durante las etapas de diseño, seguimiento y ejecución de una edificación?**

4. ¿Considera pertinente implementar un programa que facilite la elaboración presupuestaria de una edificación partiendo de mediciones, cubicaciones y cuantificaciones realistas?

5. ¿Estaría dispuesto a probar nuevas tecnologías que le permitan ahorrar tiempo en la búsqueda de información por exceso o pérdida de la misma, cuando está supervisando una obra?

6. ¿Conoce usted que la tecnología BIM permite guardar toda la información del proyecto en una nube de datos evitando el cruce o pérdida de información?

7. ¿Desearía contar con un solo repositorio en el que se pueda integrar todos los elementos de un proyecto en el que todos los encargados del mismo puedan modificarlos en tiempo real?

ANEXOS 3: FORMATO DE ENCUESTA



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Formato de Encuesta dirigida a profesionales pertenecientes a la institución “Colegio de Ingenieros Civiles de la Ciudad de Guayaquil”

Busca conocer la frecuencia de implementación de nuevas tecnologías en el sector de la construcción.

- 1. ¿La metodología que implementa para el diseño, seguimiento y ejecución de una edificación es tradicional?**
 - Si
 - No

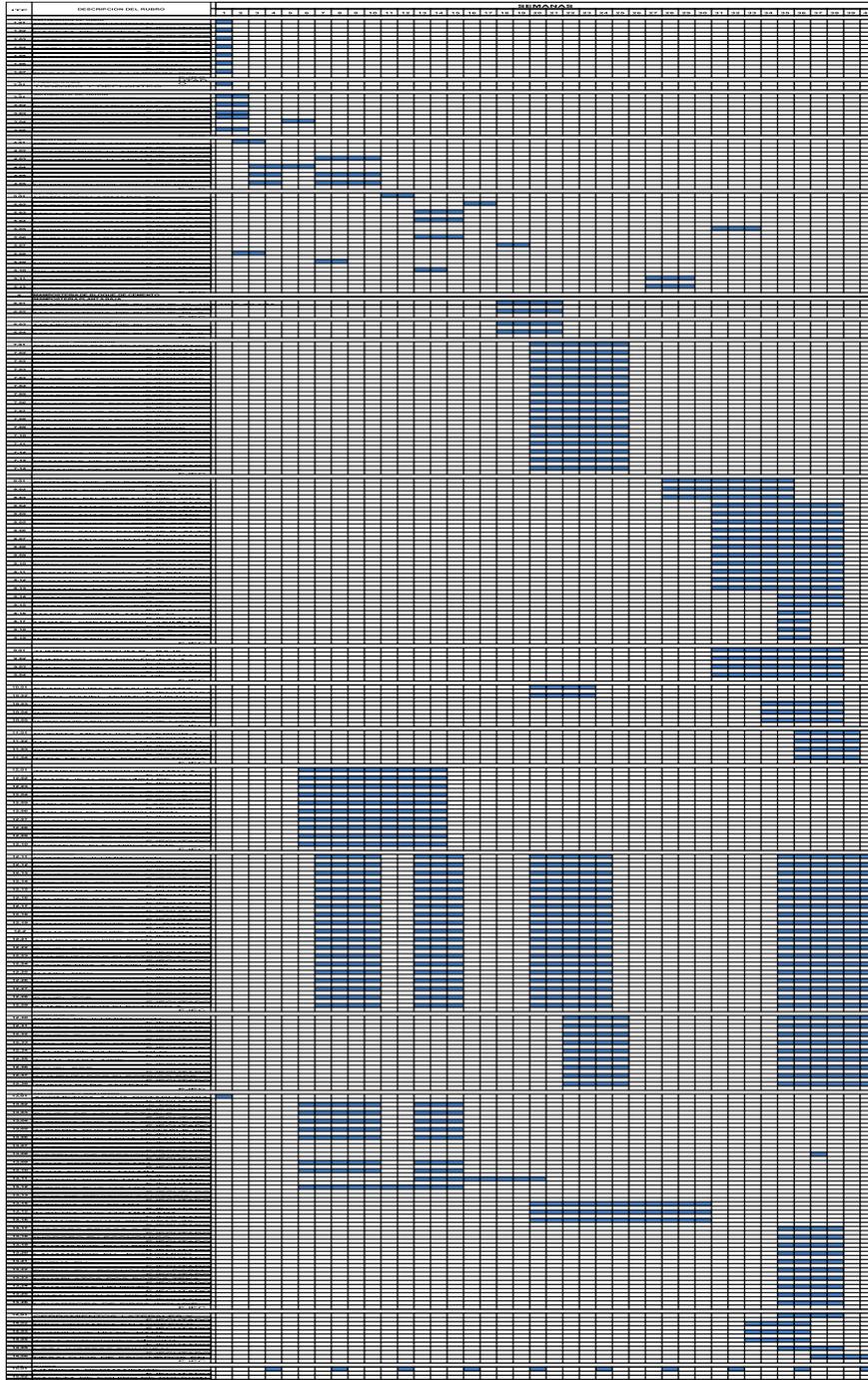
- 2. ¿Conoce usted la metodología BIM o también denominada Modelo de Información de la Construcción?**
 - Si
 - No
 - Tal vez

- 3. ¿Ha utilizado programas como Revit o ArchiCAD de metodología BIM al momento de diseñar edificaciones?**
 - Si
 - No
 - Ambas

4. **¿Ha utilizado usted el software Project para realizar el seguimiento de obras por medio de cronogramas?**
 - Si
 - No
 - Una sola vez
 - Nunca
5. **¿Conoce usted que hay softwares de metodología BIM que permiten obtener el presupuesto de la obra partiendo de la medición del modelado?**
 - Si
 - No
6. **¿Conoce usted que la tecnología BIM permite mecanizar toda la información del Proyecto?**
 - Si
 - No
7. **¿Utilizaría usted un software que le permita a todos los encargados de un proyecto tener un modelo único del mismo durante la ejecución de la obra?**
 - Si
 - No
 - Tal vez
8. **¿Desearía usted simplificar información durante la ejecución de la obra?**
 - Si
 - No
9. **¿Utiliza usted softwares como AutoCAD o Civil 3D para la elaboración de los planos de una edificación?**
 - Si
 - No
 - Ambas
10. **¿Estaría usted dispuesto a utilizar la metodología BIM durante el proceso de ejecución de un proyecto?**
 - Si
 - No
 - Tal vez

ANEXO 4 : TABLA DE CONTENIDO (CRONOGRAMA DEL CASO DE ESTUDIO)

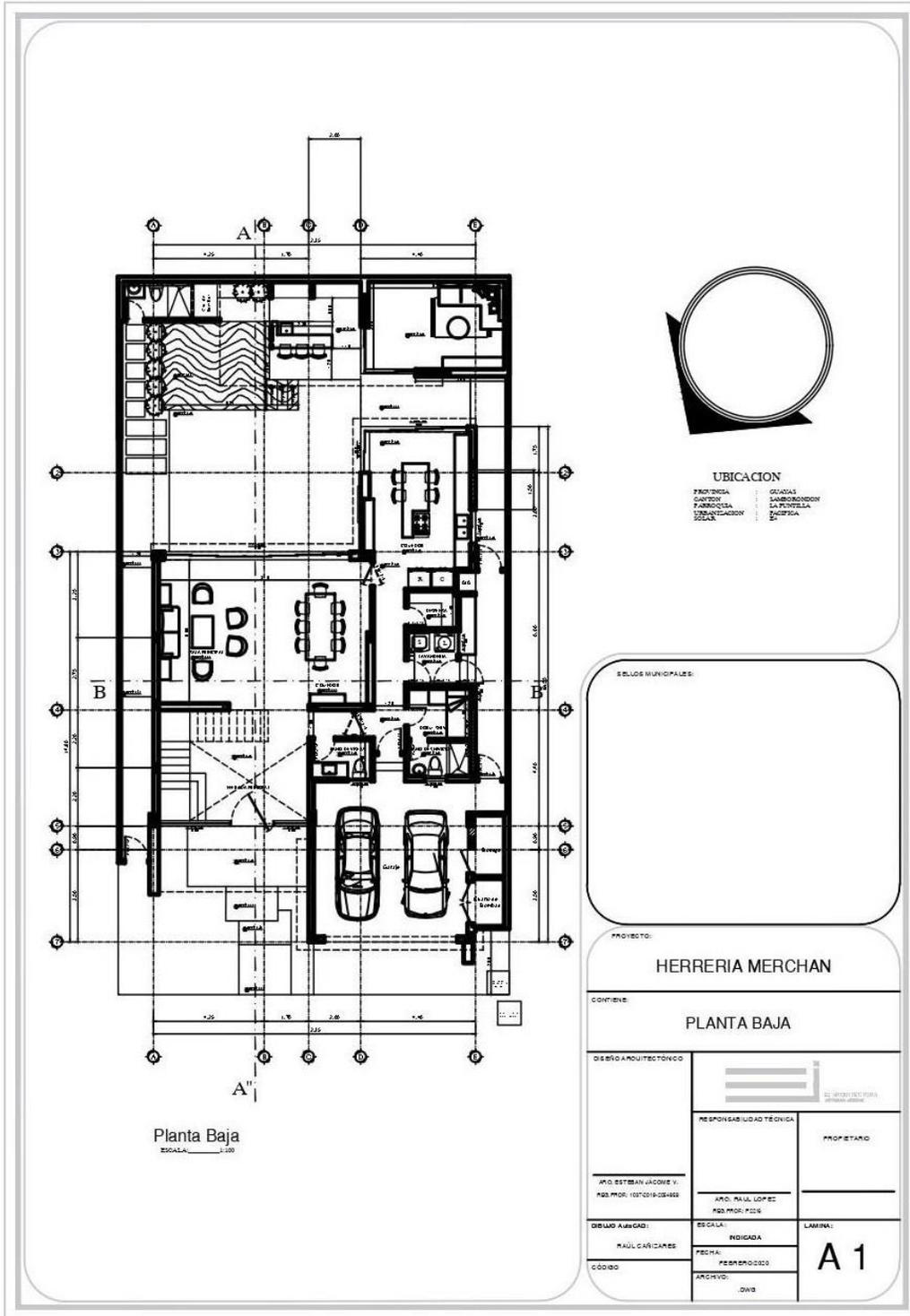
Tabla 19. Cronograma del Caso de Estudio



Elaborado por: (Cedeño Guaranda Kelly, 2021)

ANEXO 5: PLANOS

Planos Arquitectónicos del caso de Estudio



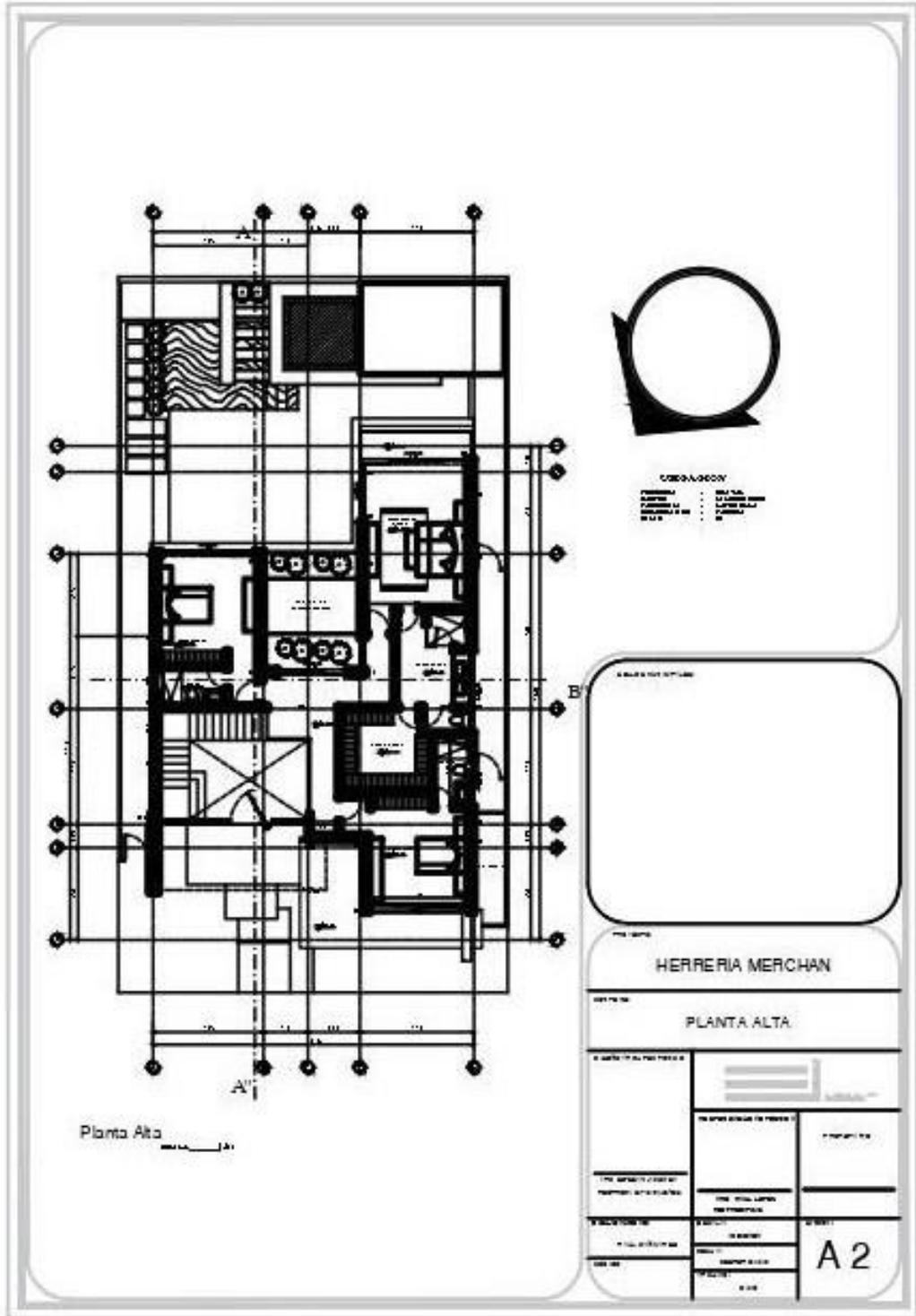


Figure 1. Vista de Caso de Estudio Exportado de Revit

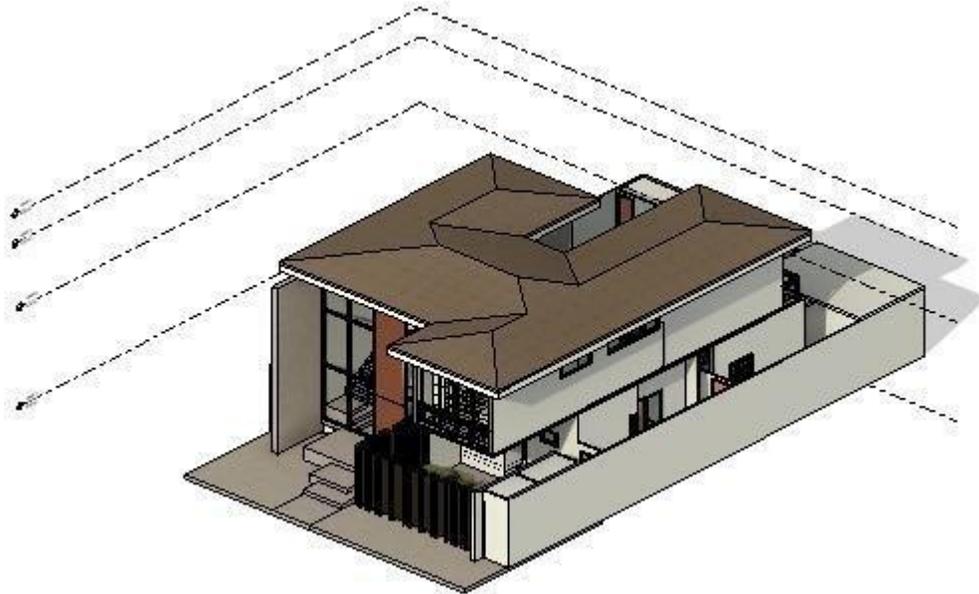


Figure 2. Vista de Caso de Estudio Exportado de Revit



Figure 3. Vista de Caso de Estudio Exportado de Revit



Figure 4. Vista en 3D de recorrido interno del caso de estudio, exportado desde Revit

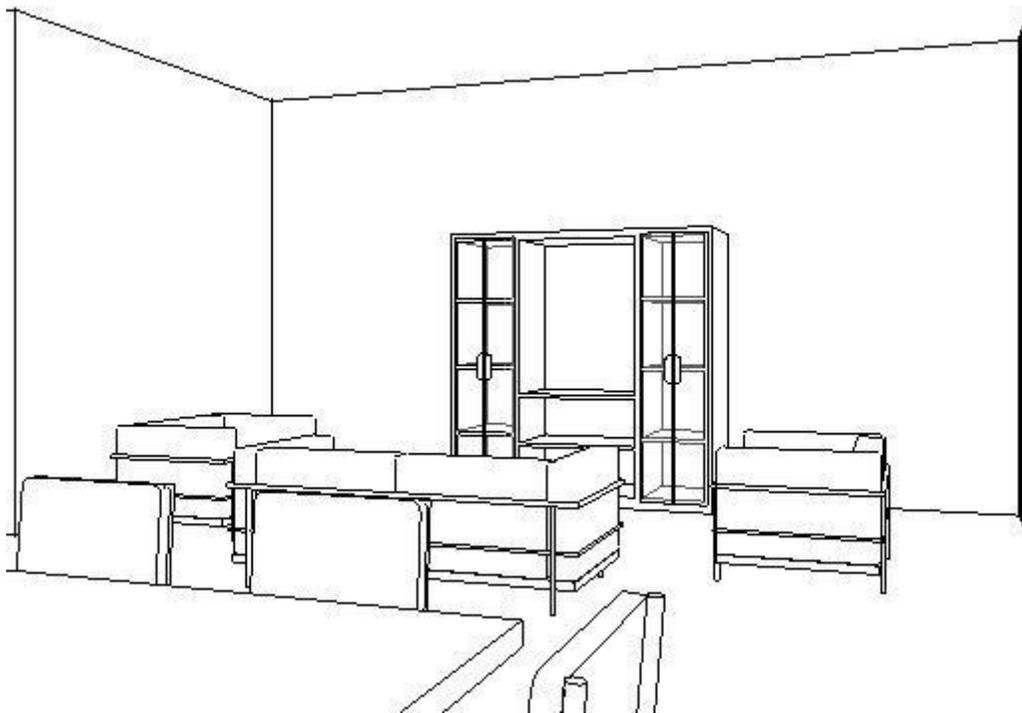


Figure 5. Vista en 3D de recorrido interno de caso de estudio, exportado desde Revit



ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS DEL CASO DE ESTUDIO







ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS

