



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS
GENERALES PARA LA GESTIÓN DE
PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA
EDIFICACIONES UNIFAMILIARES
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
LAS HERRAMIENTAS BIM 4D
POWERPROJECT Y 5D MAPREX.**

Autores: Mieres, Rafael
Zanni, Luisanna

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERIA CIVIL

**DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE
PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D
POWERPROJECT Y 5D MAPREX.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Mieres, Rafael
C.I. 25.985.583
Zanni, Luisanna
C.I. 26.309.779
Tutor: Ing. Reynaldo Riveros
C.I 5.378.861

San Diego, Febrero del 2020



FI-L.-012-2019-3CR (TG)

Valencia, 04 de diciembre de 2019

Ciudadanos:
Zanni P, Luisanna
26.309.779
Mieres C, Rafael A.
25.985.583
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 03-2019 de fecha 06-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA LAS EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Reynaldo Riveros C.I: 15.378.861 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería



e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L/a.a.




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Profesor. Reynaldo Riveros, portador de la cédula de identidad N° 5.378.861, hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por los ciudadanos: Luisanna Zanni y Rafael Mieres, portadores de la cédula de identidad N° 26.309.779 y 25.985.583 respectivamente, titulado **DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, y acepta la tutoría del mencionado Proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación; según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes Reglamentos.

En San Diego, a los 15 días del mes de febrero del año dos mil veinte.


Firma
Ing. Reynaldo Riveros
C.I.: 5.378.861



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, febrero del 2020

ACTA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX.** Ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Reynaldo Riveros

Tutor Académico

Firma

17/2/20

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella

Tutor Metodológico

Firma

17-2-2020

Fecha

DEDICATORIA

Luisanna Zanni

A Dios, que nunca me ha abandonado y me ha guiado siempre de su mano, llenándome de sabiduría, inteligencia y paciencia a lo largo de todos estos años, y juntando en mi camino a tantas personas importantes que han sido mi apoyo y compañía durante toda la carrera.

A mis padres, Costantino Zanni y Thais Pulgar, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ustedes principalmente este. Gracias por formarme con reglas y libertades, enseñándome a escoger el bien ante cualquier circunstancia, pero al final de cuentas, gracias por motivarme constantemente a seguir mis sueños.

A mi hermana, Marianna, por acompañarme y apoyarme siempre, a pesar de nuestras constantes peleas, has sido uno de los principales motivos por las cuales estoy logrando esta meta. Gracias por cuidarme como tu hija en vez de tu hermana todos estos años.

A toda mi familia, porque cada uno de ustedes me ha apoyado durante toda mi vida, de otra manera no sería quien soy hoy en día. Gracias a mi abuela Toña y a mi Nonna Anna, mi tía Ludith Pulgar y mi tío Giulio Zanni, por consentirme siempre y recordarme lo importante que es la familia, a mis primos Paola e Italo, por ser mis hermanos desde que tengo memoria. Y sobre todo a mi angelito que me cuida desde el cielo, gracias abuelo Armando Pulgar, por ser mi ejemplo a seguir, espero ser una profesional tan respetada y admirada como tú fuiste y como siempre serás recordado por todos nosotros.

A mis amigos, los que Valencia me regaló, desde el comienzo de la carrera, Stefany Quevedo y Karen Mendoza, y los que me concedió en el trayecto: Mariel Angulo, Ariana Villamizar, Pasquale Bisogno, Sebastián Presa por apoyarme en todo momento los buenos y los no tanto, por acompañarme a estudiar y a celebrar los resultados. Y a mis amigas que me han acompañado desde mucho antes, Gabriela

Abreu, Fabiana Morales y Maryel Espinoza, porque la distancia no ha podido con nosotras, gracias por estar para mí todos estos años.

A mi compañero de trabajo de grado, Rafael Alejandro, por hacer esto posible, gracias por soportarme todas las noches en vela y por no hacer tan difícil este proceso. Gracias a tu familia, por adoptarme durante este tiempo y ayudarnos en todo lo necesario.

Rafael Mieres

Le doy gracias primeramente a Dios porque siempre nos ha guiado en este camino, siempre ha sido fiel y su voluntad es la que prevalece.

A mi papá Rafael Javier Mieres, a quien siempre he visto y admirado todo lo que hace como padre de familia y su pasión al ejercer la ingeniería civil, quien me inspiró a hacer de este logro un sueño desde muy temprana edad y que siempre me ha apoyado y guiado en estos años.

A mi mamá Edén María Casanova, que siempre fue un apoyo incondicional y que estuvo allí para mí en las buenas y las malas, por ser una amiga quien me escucha y me da consejos, que aún no siendo su área laboral, igual buscaba la manera de aportar conocimiento en todo momento para este trabajo y para toda la carrera.

A mi hermana Edén Estefanía, a quien admiro mucho, que siempre la mire como un ejemplo de dedicación y disciplina en los estudios y en área laboral, que me acompañó en las buenas y en las malas y me dió consejo.

A mi hermana Grecia Carolina, que siempre estuvo allí dispuesta a todo por ayudarme y darme ánimos cuando más los necesitaba.

A mi hermana Gabriela Vanessa, quien, a pesar de la distancia, siempre estuvo apoyándome en todo este trayecto, siendo una persona muy cercana a quien amo y que agradezco todos los momentos en los que compartimos como familia.

A mis abuelos Rafael Augusto y Fanny, así como a mi abuela Lina Guerrero, quienes en toda mi vida han estado ahí para celebrar cada uno de los logros y sueños

cumplidos, siendo este uno de los más grandes y que le agradezco a Dios por permitirme compartirlo con cada uno de ellos.

A mis tíos y primos, quienes estando aquí o en la distancia siempre han sido una parte fundamental de mi amada familia, con quienes siempre puedo encontrar una alegría genuina.

A mis compañeros de promoción, compañeros de traspasos y éxitos, quienes juntos logramos este sueño y a quienes quiero, especialmente a Stephany Dias, Mariel Angulo, Angelica Cavallin y Pasquale Bisogno.

A todos mis amigos, compañeros y hermanos que la vida y la universidad me dio, esas personas que me ayudaron a llegar a este punto, con quienes disfrute de grandes momentos de esta trayectoria, especialmente a María Victoria Castillo, Luis Fernando Ulacio, Carlos Angulo, María Victoria Gutiérrez, María Andara, Loinmar Álvarez y Albert Cerrada. Esta etapa universitaria no hubiese sido lo mismo sin ellos.

A Ariana Villamizar, quien siempre estuvo allí siendo un gran apoyo en esta etapa final de la carrera para mí y para todos, quien nos vio en nuestros mejores y peores momentos y celebró cada logro, a quien considero parte de esta promoción también.

Finalmente, a mi compañera de este trabajo, Luisanna Zanni, con quien compartí excelentes experiencias de aprendizaje. Con quien también compartí la mayoría de los proyectos donde siempre conectábamos a la hora de trabajar y de engranarnos como un equipo, a quien le deseo lo mejor del mundo y todo el éxito en esta nueva etapa que continua a partir de ahora. Gracias por hacer de este aprendizaje una experiencia inolvidable.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecerles a todos los profesionales Ingenieros que hicieron de este trabajo posible, quienes fueron nuestra guía en todo el proceso, cuyo conocimiento y experiencias han sido vitales para el desarrollo del mismo. Especialmente le agradecemos a Leonardo Mata, Alejandro Pocaterra, Alicia de Pizzella, Rafael Mieres y a Reynaldo Riveros.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación	5
1.5 Alcance.....	7
1.6 Limitaciones.....	8

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	9
2.2 Bases Teóricas.....	11
2.2.1 BIM	12
2.2.1.1 Building (Edificación o Construcción)	14
2.2.1.2 Information (Información)	15
2.2.1.3 Modelling (Modelado)	15
2.2.2. Dimensiones BIM	15
2.2.2.1. Dimensión 1D	16
2.2.2.2. Dimensión 2D	16
2.2.2.3. Dimensión 3D	17

2.2.2.4. Dimensión 4D	18
2.2.2.5. Dimensión 5D	18
2.2.2.6. Dimensión 6D	18
2.2.2.7. Dimensión 7D	19
2.2.3 Campos de aplicación del BIM	20
2.2.4. Que NO es BIM	20
2.2.5. Ventajas del BIM	21
2.2.6. Lineamientos	24
2.2.7. Gestión	24
2.2.7.1. Gestión del Alcance del Proyecto	25
2.2.7.2. Gestión del Cronograma del Proyecto	27
2.2.7.1. Gestión de los Costos del Proyecto	28
2.2.8. Cronograma.....	29
2.2.9. Definición y alcance de cómputos métricos.....	30
2.2.9.1. Codificación de partidas para obras	31
2.2.9.2. Alcance de las partidas	31
2.2.9.3. Organización de la Norma de Edificaciones	22
2.3 Definición de Términos Básicos.....	37

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	42
3.2 Diseño de la investigación	42
3.3 Nivel de la investigación	43
3.4 Población y muestra	43
3.4.1. Población	43
3.4.2. Muestra.....	44
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.5.1. Técnicas	44
3.5.2. Instrumentos	44
3.5.3. Validez del instrumento	45

3.5.4. Validación por expertos	45
3.5.5. Confiabilidad del instrumento	45
3.6 Técnicas de análisis de datos.....	47
3.7 Fases de la investigación.....	47
IV RESULTADOS	
4.1 Recopilación de las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles en edificaciones unifamiliares	50
4.2 Análisis del procedimiento en la gestión de planificación y la gestión de costos de un proyecto de obras civiles en edificaciones unifamiliares	59
4.3 Determinación de variables de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX	65
4.4 Definición de los aspectos necesarios para la vinculación de un proyecto 3D a la metodología BIM en sus dimensiones 4D y 5D para la facilitación en la gestión de planificación de proyectos de construcción en viviendas unifamiliares	73
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pp.
1 Confiabilidad del instrumento	46
2 Escalas de interpretación del coeficiente de confiabilidad	47
3 Preguntas y respuestas de encuesta aplicada	51
4 Beneficios del programa DataLaing MaPreX	70

5	Beneficios del programa Asta Powerproject	73
---	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO		Pp.
1	Utilización de metodología BIM	51
2	Conclusión según etapa de proyecto	52
3	Incumplimiento de la planificación	53
4	Cómputos métricos del proyecto	53
5	Diferencia en cómputos métricos	54
6	Costos según proyecto	55
7	Diferencia de costos de obras civiles	56
8	Conocimiento de herramientas de modelado	56
9	Proyectos en 3D	57
10	Intercambio de información	57
11	Planificación de proyectos	58
12	Consideración de la aplicación del BIM	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pp.
1	Línea de tiempo del BIM	12
2	Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM... 14	
3	Crear la EDT: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas	33
4	Codificación de partidas según Norma COVENIN 2000-92	47
5	Lineamientos para el control de Obras. (Alcance – Tiempo – Costos)	61
6	Estructura Desglosada de Trabajo para vivienda Unifamiliar	62

7	Flujograma de Lineamientos para la Gestión de Planificación y costos	65
8	Interfas del parametro “Nota Clave” en Revit	68
9	Modelo de organización de partidas en Excel requerido para ser importado a MaPreX	69
10	Interfas de configuracion del cronograma de trabajo en MaPreX .	71
11	Menu de importación/exportación de PowerProject	72
12	Formato Excel de códigos de Norma COVENIN 2000-92	75
13	Formato de archivo de texto (.txt) de códigos de Norma COVENIN 2000-92	75
14	Menú de propiedades de tipo de un elemento del modelo	76
15	Campos de propiedades de cómputo de materiales del modelo	78
16	Clasificación y agrupación de propiedades de cómputo de materiales del modelo	79
17	Formato de propiedades de cómputo de materiales del modelo	79
18	Tablas de cálculos de materiales de Concreto y Paredes (muros) de Revit	80
19	Modelo parametrizado en Revit, resaltando muros seleccionados de tabla de cálculos	81
20	Formato de cálculos en Excel para su exportación a MaPreX	82
21	Menú de exportación del modelo de Revit	83
22	Presupuesto de partidas importadas de Excel en MaPreX.....	84
23	Cronograma de trabajo generado por MaPreX	85
24	Cronograma de trabajo con recursos en Microsoft Project	85
25	Cronograma de trabajo en Asta Powerproject	86
26	Cronograma de trabajo en Asta Powerproject con modelo 3D vinculado	87
27	Esquema de vinculación del modelo 3D de Revit a los modelos 4D y 5D	88



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL**

**DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE
PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D
POWERPROJECT Y 5D MAPREX.**

Autores: Mieres Casanova, Rafael Alejandro
Zanni Pulgar, Luisanna
Tutor: Ing. Reynaldo Riveros
Fecha: Febrero del 2020

RESUMEN INFORMATIVO

Una de las etapas más valiosas en el proceso de la construcción de una obra civil, es la planificación y el control, debido a que una mala ejecución en dichas etapas conllevaría a grandes consecuencias, como la pérdida de tiempo, lo cual es igual a la pérdida de capital. El BIM (Building Information Modelling) es una metodología que cambia por completo el proceso de la planificación, el cual asegura un desempeño eficiente; por lo tanto, en la mayoría de los países su aplicación es casi inevitable, pero en Venezuela existe una gran ignorancia con respecto a este modelo digital. En consecuencia, se buscó en este trabajo de investigación fue definir los lineamientos generales para la gestión en la elaboración de proyectos de edificaciones unifamiliares en la industria de la construcción en el Estado Carabobo a partir de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX, con la finalidad de poder incentivar a la Industria de la Construcción Venezolana a la utilización de esta nueva metodología y al mismo tiempo solucionar los problemas referentes a una fallida gestión de proyectos de obras. Esta investigación se define metodológicamente como un proyecto factible, ya que busca solucionar un problema o necesidad, además de ser documental y de campo. También se le denomina de carácter exploratorio y descriptivo.

Descriptor: BIM, Gestión, Powerproject, Planificación, MaPreX.

INTRODUCCIÓN

En la historia de la humanidad siempre se ha observado un interés notable en el hombre de innovar en todo lo que este emprenda, buscando facilitar los aspectos más esenciales en el desarrollo de tareas y pendientes. La industria de la construcción no es la excepción de ello, considerando que siempre se han desarrollado avances en cuanto a las técnicas de la construcción, ya sea en equipos, materiales y especialidades que conforme transcurren los años hacen de esta industria un mar de distintas competencias y complementos que permiten el desarrollo de edificaciones cada vez más innovadoras.

La tecnología de la planificación estratégica y de la gestión se ha consolidado de manera tal que se da pie a una de las metodologías que en la última década ha impactado a la industria de la construcción a un nivel globalizado, El Modelo Informático de Construcción, o mejor conocido como BIM permite hacer un control de ejecución de un proyecto de construcción en tiempo real, visualizado de una manera práctica de entender, tomando en cuenta diferentes variables que puedan ocurrir a lo largo del tiempo y facilitando todo en lo que a gestión se refiere de un proyecto.

En una metodología BIM, desde el principio, el proyecto se va creando en 3D. Al mismo tiempo se va creando toda la volumetría del mismo (muros, azoteas, pisos, losas, entre otros). A todos estos elementos se les pueden ir asociando directamente los materiales de los cuales están compuestos, todo esto permitirá conocer de manera precisa la cantidad de material necesario para construir ese elemento. Por ejemplo, en un muro se puede conocer la cantidad de ladrillo, mortero y pintura necesaria para desarrollar ese muro, así como su coste y parametrización.

El presente trabajo tiene como finalidad presentar una serie de lineamientos generales que deben ser tomados en cuenta en la aplicación de la metodología BIM, aplicados únicamente a la proyección de viviendas unifamiliares. En este término se puede considerar dicha metodología como una herramienta de carácter mundial, amplia, colaborativa, que consiste en diversas etapas de proyección y planificación de

obra, así como para llevar a cabo la misma, tomando en cuenta las variables que pueden influir en el desarrollo del proyecto, tomando estrategias realizadas por un equipo amplio de personas capacitadas en el tema.

En el mismo orden de ideas, la metodología BIM considera la unión de este equipo especializado de personal y el uso de herramientas digitales para la proyección de la construcción, llevando a la etapa de diseño y proyección más allá de los planos de dibujos en formato CAD manejados en la manera tradicional de la construcción.

Para el desarrollo de este trabajo de estudio, la investigación contempla esta serie de capítulos: el capítulo I, habla de la problemática, así como los objetivos, la justificación y el alcance que tiene el trabajo de grado. De la misma forma, el capítulo II, presenta los antecedentes que le dan un aporte de información, datos para el desarrollo y de igual manera se plasman las bases teóricas que competen. Así mismo, el capítulo III, describe la metodología aplicada para desarrollar la investigación, como son el tipo de investigación y todos los instrumentos que permitieron realizar la misma. Por último, en el Capítulo IV se muestra los materiales y equipos empleados para la realización de dicha investigación, así como también el tiempo que llevara ejecutarla.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La Academia Nacional de la Ingeniería señala:

La Ingeniería es la ciencia que, con la técnica y el arte, aplicando la matemática y las ciencias naturales, crea y desarrolla sistemas, elementos y obras físicas mediante el empleo de energía y materiales, para proporcionar a la humanidad, con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida.

Los Ingenieros Civiles tienen la tarea de construir diferentes tipos de obras de la manera más eficaz posible, al momento de hablar de eficiencia no solo se refiere al resultado como lo es la obra en sí, también se enfoca en el proceso de la realización del proyecto, las etapas previas a este suelen considerarse las más importantes ya que no hacer una correcta gestión preventiva puede causar un gran sin fin de problemas en la obra de construcción. Cuando todos los posibles percances se logran integrar a nuestra planificación, estos dejan de ser imprevistos y se convierten en algo previsto, que puede ser controlado.

Una mala gestión de obras conlleva a una principal consecuencia que son los sobrecostos, debido que al no haberse planificado estratégicamente o controlado eficazmente, conlleva a reprocesos, lo cual involucra directamente a retrasos en la obra. KPMG en su KPMG Global Construction Survey 2015, afirma que “sólo un 25% de los proyectos logran cumplir con el cronograma establecido en un principio”, con lo anterior se puede concluir, que una gran parte de las obras suelen demorarse, generando costos que seguramente no se estimaron al comienzo de la construcción.

Eduardo Rojas (2011), en su investigación sobre la calidad en la construcción, señala que “las herramientas tradicionalmente usadas para la planeación de obras son importantes al momento de generar una buena planificación del proyecto, sin embargo, exhiben fallas en el estudio de la gestión del tiempo”. El sistema Building Information Modelling (BIM) es una herramienta muy utilizada actualmente en el mundo de la construcción, ayudando a que el proyecto se mantenga integrado y conectado en un único modelo, facilitando la tarea de lograr un trabajo óptimo y eficaz.

De acuerdo con la Asociación de Fabricantes de Morteros y SATE (ANFAPA), “en el 2009 en Estados Unidos, ya el 49% de empresas ya utilizaban la metodología BIM, siendo este uno de los países pioneros, por otro lado, en el 2015 en Holanda el 76% de los proyectos lo utilizan”. En Latinoamérica en cambio se ha visto un progreso mucho menor que en Europa y no está siendo homogéneo, en países como Chile, Colombia o Perú su implementación es alta, pero en otros países del habla hispana su avance ha sido muy lento. Según González (2017), “la mayoría de las universidades han incluido dentro de sus programas académicos enseñar algunos softwares tecnológicos que involucran la metodología BIM”, y el Proyectista Especialista BIM Johnny Monges asegura que “Venezuela es uno de los países en Latinoamérica con menos presencia de esta tecnología en la industria de la construcción”.

Gracias a esto se puede concluir que en Venezuela existe un conocimiento muy resumido acerca de la metodología BIM, lo cual no permite que el sector de la construcción avance y evolucione a las nuevas herramientas utilizadas en la actualidad. Combinando la mala gestión de obras junto a la falta de conocimiento en esta área trae como consecuencia la dificultad de aplicación de las mismas, es por esto, que surge la idea de realizar este trabajo de grado, esperando obtener mediante la definición de los lineamientos de una gestión de planificación de obras de edificaciones unifamiliares una serie de pasos y direcciones que le brinde a los estudiantes y profesionales de la industria de la construcción una manera concisa para la correcta planificación de las obras civiles mediante el uso de los software BIM 4D Powerproject y 5D BIM MaPreX,

logrando así la disminución de ambos problemas en el sector constructivo y abriendo paso a nuevas herramientas en el país.

1.2. Formulación del Problema

Por lo anteriormente mencionado se genera la siguiente interrogante:

¿Cómo se puede mejorar la planificación de proyectos de obras civiles en la industria de la construcción de edificaciones unifamiliares?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Definir los lineamientos generales para la gestión en la elaboración de proyectos de edificaciones unifamiliares en la industria de la construcción a partir de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles en edificaciones unifamiliares.
- Analizar el procedimiento en la gestión de planificación y la gestión de costos de un proyecto de obras civiles en edificaciones unifamiliares.
- Determinar las variables que influyen en el uso de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX.
- Definir los aspectos necesarios para la parametrización y vinculación de un proyecto 3D a la metodología BIM en sus dimensiones 4D y 5D para la facilitación en la gestión de planificación de proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.

1.4. Justificación de la investigación

En la industria de la construcción en Venezuela, uno de los principales problemas que se encuentran en el desarrollo de una obra civil tiene que ver con la gestión de la misma, donde se pueden encontrar numerosas adversidades, por ejemplo, en momentos en los cuales no llegan recursos económicos a la obra para una actividad específica, genera retrasos en el cronograma de la obra, lo cual tendrá consecuencias cuando dichos elementos fluyan y se acumule una gran cantidad de trabajo, el cual tiene que

ser manejado de una forma apropiada para que no perjudique las actividades que se realizan en el momento.

Por lo mencionado anteriormente, es de suma importancia tener un buen plan de gestión y un buen equipo que facilite los escenarios donde estos fallos pueden ocurrir, implementando las nuevas tecnologías de manejo y gestión de obras civiles, con lo cual se podrán obtener diferentes soluciones eficientes a retrasos, manejando los recursos disponibles de forma apropiada para que haya un buen aprovechamiento del tiempo y menor acumulación de actividades por hacer.

En el mismo orden de ideas, se debe destacar que hace años fueron realizadas números obras civiles de gran envergadura, mediante la aplicación de metodologías tradicionales de planificación de proyectos disponibles en aquella época cuando no existían las tecnologías presentes en la actualidad. Sin embargo, es de gran importancia avanzar e ir hacia el futuro en cuanto al uso de las nuevas metodologías trabajo, a las que se les puede sacar el máximo provecho logrando una gestión de control de obra efectiva.

El principal aporte novedoso que esta tecnología trae consigo es la facilitación de la gestión de obras, mediante la visualización a futuro de como fluirá el proceso de construcción, tomando en cuenta los posibles problemas que se pueden encontrar en el transcurso de la misma, considerando diversos escenarios y también incluyendo soluciones en cuanto al manejo de los tiempos, de manera que se puede obtener una mejora apreciable en la ejecución y los lapsos de entrega de las mismas.

Gracias a estos aspectos, la herramienta posee mayor número de cualidades que una gestión de obra tradicional que se lleva a cabo normalmente en Venezuela, en la cual no se consideran escenarios adversos posibles y causando que las soluciones se den en planes de improvisación y del día a día, mayormente sin tomar en cuenta, o haciéndolo de manera errónea, el tiempo que se puede perder y con este los recursos que se pueden ver afectados, como recursos materiales, humanos, administrativos y el económico.

Desde un punto de vista práctico, la implementación de unos lineamientos y una serie de pasos que faciliten una gestión de planificación de tiempos en la elaboración de proyectos de construcción de edificaciones unifamiliares a través de esta herramienta BIM 4D Powerproject, consideraría decisiones preventivas de las diferentes disciplinas que abarcan este tipo de proyectos, siendo directamente proporcional a los costos del mismo anticipando el proceso de construcción; y en conjunto a la herramienta 5D BIM MaPreX, se tiene la ventaja de poder realizar una estructura de costos, no sólo en la fase inicial, sino también en el transcurso de dicho proyecto y en su etapa final; brindando una planificación completa de manera más rápida, fácil y efectiva.

1.5 Alcance

Se entiende por alcance de una investigación aquello que se logra a partir de la realización de un proceso investigativo (Meyer y Valbuena, 2011), lo cual se refiere a, hasta dónde se llegó con el desarrollo de la investigación. La implementación de la metodología BIM en los sistemas de construcción es una disciplina muy amplia que bien puede ser aplicada en múltiples localidades del mundo, tal y como se hace hoy en día.

Para efectos de esta investigación se consideró únicamente la gestión de planificación mediante la utilización de metodología BIM, únicamente en proyectos de viviendas unifamiliares, solo tomando en cuenta el tiempo de ejecución y la vinculación del manejo de presupuesto en un cronograma de actividades del proyecto en cuestión.

De la misma manera, se partió de un modelo de una vivienda unifamiliar realizado en el software Revit, el cual contempla únicamente 9 actividades divididas en “partidas” de albañilería y estructuras que fueron tomadas para propósitos de esta investigación. Solo se emplearon los programas disponibles al alcance de la investigación los cuales fueron: Revit, MaPreX, Microsoft Project, Microsoft Excel y

Asta Powerproject, comprendiendo que se contaron con licencias limitadas en tiempo debido a que eran para fines académicos.

Asimismo, para el programa utilizado para la gestión de costos, MaPreX, fue empleada la base de datos por defecto del mismo, que incluye las cantidades y rendimientos para obras sencillas, con características similares a la de este caso en estudio de vivienda unifamiliar. También se debe resaltar que esta base de datos incluye los precios de materiales, equipos y mano de obra actualizados para la fecha de la realización de este trabajo.

1.6. Limitaciones

Esta investigación solo se limitará a la gestión de lo que tiene que ver con el tiempo de la ejecución y el manejo de los costos de la misma a nivel de proyecto de obras civiles, únicamente en viviendas unifamiliares, específicamente el modelo utilizado en este trabajo. Para la realización de la primera parte de este trabajo de grado se tomó en cuenta el uso de un tiempo establecido desde el mes de julio hasta el mes de octubre del año 2019, el cual se refiere al segundo periodo lectivo de ese año, continuando con la segunda parte del trabajo, que fue realizado desde el mes de noviembre hasta marzo del 2020.

El propósito de la investigación es la introducción de la metodología del BIM a la industria de la construcción inicialmente en el estado Carabobo, dándola a conocer mediante la definición de lineamientos generales prácticos, con los cuales, los interesados en el tópico logren aplicar esta metodología en sus proyectos de construcción civil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Pérez Julián (2018), estipula que “el marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento, permitiendo la interpretación de los resultados y la formulación de conclusiones.”. Por lo anteriormente mencionado, se puede decir que la elaboración de un marco teórico es fundamental en cualquier proceso de investigación, pues es el que orienta, guía dicho proceso, permitiendo de esta forma reunir, depurar y explicar los elementos conceptuales y teorías existentes sobre el tema de estudio.

2.1 Antecedentes de la Investigación

A continuación, se muestran (3) trabajos de grado realizados en los últimos años, que servirán como bases teóricas para la elaboración del presente trabajo:

Paúl V. Alcántara R. (2013), en su trabajo de grado titulado: “**Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM**”, para optar por el título de Ingeniero Civil presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, tiene como objetivo principal realizar un estudio basado en clasificaciones de deficiencias y conflictos de proyectos y con la finalidad de manejar estadísticas más recientes y ajustadas a la realidad, se realizó un estudio para clasificar las deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería encontradas durante la construcción de cinco proyectos de edificaciones construidos en la ciudad de Lima, se plantea una metodología con procesos y herramientas basados en el uso de modelos tridimensionales BIM-3D que facilitan el proceso de visualización y compatibilización de los documentos de diseño anticipándonos a la construcción real del proyecto. Este trabajo aporta a la investigación las ideas principales del uso de la

metodología BIM en la materia de gestión y planificación de obras, así como también va a aportar conceptos y definiciones correspondientes a esta nueva tecnología para su correcto entendimiento.

Así mismo, Macedo P. Katherine, Milla H. Edita M. (2016), presentaron un trabajo de grado titulado: **“Aplicación de Herramientas BIM-4D para la Disminución de Incompatibilidades en la Planificación de la Construcción del Colegio Leoncio Prado Gutiérrez del Porvenir”**, para optar por el título de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, Perú, el cual fue realizado con la finalidad de crear un modelo de gestión que permita organizar y administrar el proceso de manera correcta, tal que se pueda elaborar el modelamiento, la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos (mano de obra, materiales, maquinaria y equipos) de manera eficiente, que intervienen en el desarrollo de la planificación de una edificación de educación. Para ello se propuso la integración de la tecnología 4D (3D + Tiempo), en la metodología BIM, que se denomina comúnmente BIM 4D, para una mejor gestión del tiempo. Tras analizar sus requerimientos teóricos, se examinan las diferentes posibilidades de la aplicación de la metodología BIM 4D, así como el flujo de trabajo requerido, haciendo hincapié tanto en las oportunidades como en las limitaciones. Esta tesis aportará a la investigación el conocimiento de teorías con respecto a la metodología del BIM 4D, que corresponde al tiempo en planificación de proyectos, lo cual será uno de los aspectos esenciales en el desarrollo de este trabajo.

Por último, Miranda Echaiz, Miguel Ángel, Muñoz Medina, Juan Carlos David. (2015), en su trabajo de Grado titulado: **“Tecnología BIM y la Optimización de la Productividad en Obras Retail”**, para optar por el título de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad Ricardo Palma, Facultad De Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, establecieron como objetivo general determinar qué relación existe entre la metodología BIM y la productividad en obras Retail en el departamento de Lima. 2016. El mismo concluye que aplicando correctamente la metodología BIM en obras de Retail (comerciales), se puede mejorar la productividad, reduciendo gastos de

tiempo, recurso, planificación. Este trabajo de grado puede ser aplicado en diversas poblaciones que se requiera un estudio de factibilidad de la implementación de esta nueva metodología, para evaluar si su aplicación se realiza de una manera correcta, brindando resultados positivos. El mismo puede aportar a este trabajo el manejo de conceptos importantes para la implementación de esta metodología, también aporta conocimiento sobre la relación entre el BIM y la optimización de manejo de los recursos generales de proyectos de construcción.

2.2 Bases Teóricas

En 1963 se desarrolla el primer sistema de CAD, llamado Sketchpad y diseñado por Iván Sutherland como parte de su tesis doctoral en el MIT (Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communications System). Es el primer programa informático capaz de crear líneas y objetos gráficos en la pantalla de una computadora, pionero en la interacción persona-ordenador y predecesor de los programas de diseño asistido por ordenador.

Charles (Chuck) M. Eastman se puede considerar como el padre del BIM, Arquitecto formado en Berkeley (UC Berkeley College of Environmental Design) e investigador en ciencias de la computación en la Universidad Carnegie-Mellon en Pittsburgh (EE.UU.). Eastman desarrolló en 1974 el sistema BDS (Building Description System) cuando ni siquiera existían computadoras personales. La BDS tiene casi todos los elementos del actual BIM.

El concepto de BIM se ha popularizado desde los postulados de Jerry Laiserin en la década de los setenta, como un término común para la representación digital de procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar y hacer operativa la información en formato digital. Esta capacidad hoy es ofrecida por diferentes proveedores tecnológicos como: Bocad, Tekla, Nemetschek, Sigma Design, Autodesk Revit, Stru Cad de Ace Cad Software, Allplan, Bentley Systems, AVEVA Solutions, Graphisoft, ACCA software, sds/2 por Design Data, CAD Details, Dlubal Software, Powerproject, entre otros.

“Building Information Model”, término documentado por primera vez en 1992 en un artículo de Van Nederveen y Tolman, del Departamento de Ingeniería Civil de la Delft University of Technology (Países Bajos). (Ver figura 1.)

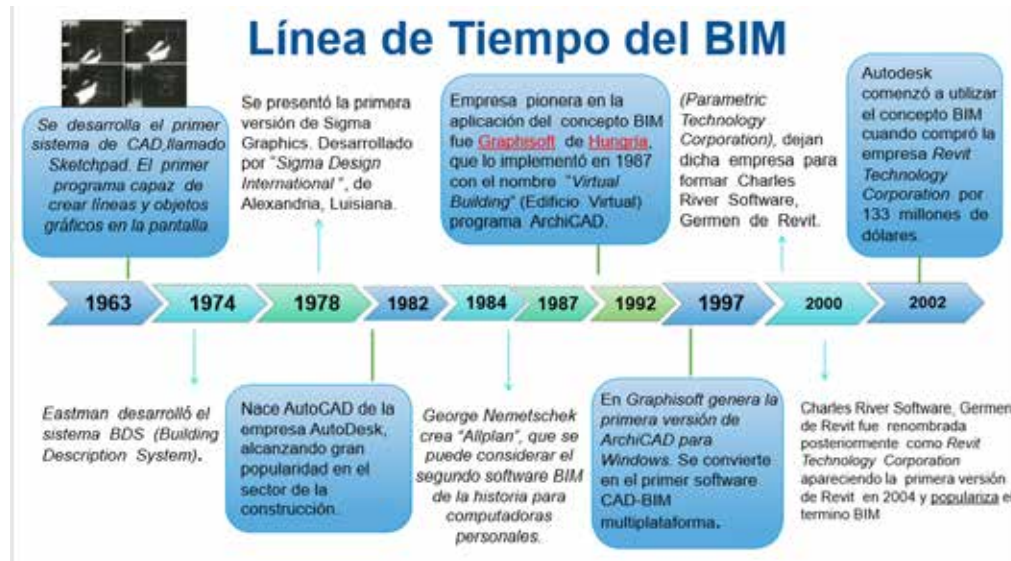


Figura 1. Línea de tiempo del BIM.
Fuente: Mata L. (2016).

2.2.1 BIM

Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción). Según la AENOR (Asociación Española de Normas y Certificación), “Building Information Modeling” (BIM), en español “Modelado de información de Construcción”, comprende metodologías, procesos, software y formatos digitales para la gestión de proyectos y obras de construcción. Se focaliza en la edificación, pero también se aplica a obras civiles en general. Podría definirse como una representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio, permitiendo intercambiar información que permita tomar decisiones a lo largo de su ciclo de vida (proyecto, construcción, uso y deconstrucción). Puede usarse para almacenar datos,

realizar cálculos o gestionar el edificio. Conceptualmente, es una evolución de los sistemas de planos tradicionales”.

El glosario del “BIM Handbook” (Eastman, 2011) define BIM describiendo herramientas, procesos y tecnologías que están facilitadas por una documentación digital e inteligible por la máquina acerca de la edificación, su desempeño, su planeamiento, su construcción y su posterior operación. El resultado de una actividad BIM es un modelo de información de la edificación.

Los programas de la generación BIM están caracterizados por la capacidad de compilar modelos virtuales de las edificaciones usando objetos paramétricos legibles por la máquina que exhiben su comportamiento en proporción con las necesidades del diseño, análisis y pruebas del diseño. Como algo semejante, los modelos CAD 3D no están expresados como objetos que exhiben formas, funciones y comportamientos; por lo tanto, no pueden ser considerados modelos BIM. BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés, puede ser traducido como “Modelo de la Información de la Edificación” y permite representar virtualmente los componentes del proyecto. (Ver figura 2).

Tradicionalmente, el sector de la construcción ha comunicado la información de los proyectos por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, dando paso a posibles conflictos y choques en etapas constructivas, donde elementos como redes de tuberías pueden terminar coincidiendo con otros elementos, como por ejemplo los estructurales, vigas, columnas y demás, u otras redes de tuberías de riego contra incendios o de instalaciones eléctricas, un sinfín de probabilidades de generar los llamados clashes (choques). Sin embargo, el proceso de modelado en BIM tiene como objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información completamente integrada e interoperable para que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño, construcción y al final por los propietarios para su operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.



Figura 2. Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM

Fuente: Proyecto: Universidad del Pacífico - GyM

Para Autodesk, la reconocida compañía de softwares como el programa REVIT ARCHITECTURE, una de las plataformas más utilizadas globalmente para el modelado 3D de proyectos de construcción, consideran la definición de BIM como un método innovador para facilitar la comunicación entre los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Con BIM, arquitectos e ingenieros general e intercambian información de manera eficiente, crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción y simulan el rendimiento en la vida real, lo cual perfecciona el flujo de trabajo, aumenta la productividad y mejora la calidad.

2.2.1.1 Building (Edificación o Construcción)

Según el Ing. MSc. Leonardo Mata, Building (Edificación o Construcción), en el contexto lingüístico anglosajón donde se generan estas siglas BIM, la letra “B” se corresponde con la palabra en español “Construcción” entendiéndose que edificar equivale a construir y no solo es referido a realizar edificios. Según el NBIMS (National BIM Standard-United States®) "Construir" en este contexto, Building es un verbo, que se refiere a la vida completa de una instalación, incluida la concepción,

diseño, construcción, vida funcional, remodelación y usos adaptativos, y las fases de reciclaje o demolición al culminar su ciclo de vida.

2.2.1.2 Information (Información)

Mata en su publicación “Metodología BIM en toda su Dimensión” (2019), Define Información en el contexto de BIM estableciendo lo siguiente: “La información generada y almacenada en este sistema se encuentra abierta para todos los integrantes del equipo quienes pueden usarla, reutilizarla y optimizarla cuando sea necesario (según su rol y acceso permitido). Utilizar la metodología de trabajo BIM y sus plataformas significa la creación y desarrollo de una base de datos en constante actualización. El BIM adquiere gran importancia al ofrecer la posibilidad de auditar un modelo y conseguir la información requerida, en el momento oportuno.”

2.2.1.3 Modelling (UK) Modeling (USA) – (Modelado)

Mata (2019), también establece que la definición usual indica que la M se refiere a Modelado. Indica que “una de las grandes ventajas de trabajar en una plataforma BIM es obtener un modelo tridimensional paramétrico. Este concepto debemos entenderlo en un aspecto más amplio, como Management o Administración, lo que permite aclarar que Modelado debe entenderse como un “dar forma a la información”, concatenado con la idea que la estructura es construida sobre datos organiza dos, dando forma a un sistema que luego puede ser administrado y actualizado. Otro gran valor aportado por el BIM es poder detectar, en forma temprana, interferencias entre los diferentes elementos arquitectónicos o instalaciones de un proyecto (3D).”

2.2.2 Dimensiones BIM

Es importante para el mayor entendimiento del contexto de esta investigación el significado de lo que se le llama “dimensiones del BIM”, que no tiene que ver con medidas o planos, como generalmente hace referencia este término. Según lo expone el Ing. MSc Mata (2019), cuando nos referimos a BIM, se habla de diferentes dimensiones, usualmente, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D. Todas ellas son la esencia de flujo de trabajo BIM. Después del año 2002, la evolución fue vertiginosa al consolidarse el concepto de las 7 Dimensiones del BIM.

El mismo, establece que las primeras dos dimensiones de BIM se encargan de las tareas iniciales de investigación, planeamiento, implementación y procesamiento de datos en los softwares respectivos, mientras que las siguientes dimensiones agregan la profundidad del trabajo a través de información adicional para el desarrollo y gestión del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Las distintas etapas de diseño, construcción y gestión de una infraestructura, junto con las fases de mantenimiento y desmantelamiento, transcurren inmersas en una dinámica de trabajo en la que, al presente, pueden destacarse 7 dimensiones diferentes.

Planteadas estas consideraciones, la aplicación y definición de BIM adquiere una nueva “dimensión”. Se puede aplicar el concepto clásico del BIM para nuevos proyectos a construir desde cero, que transitan desde su inicio las 7 dimensiones. Pero también se podría ampliar el rango de su aplicación metodológica aplicando el BIM para edificaciones existentes, generando el modelo 3D mediante técnicas de escaneo y nube de puntos o tecnologías afines y la integración al modelo virtual, tal como se concibe actualmente. A continuación, se mencionarán cada una de las 7 dimensiones aplicadas a la tecnología BIM.

2.2.2.1 Dimensión 1D del BIM: La idea / Concepción de la idea del Proyecto.

Todo proyecto parte de una idea inicial. En esta primera dimensión se produce el origen del proyecto, incluyendo la determinación de la localización, las condiciones iniciales de la infraestructura, estudios de mercado, estudios preliminares de factibilidad económica, primeros esquemas y estimaciones. Contempla el tema de revisión de leyes y estándares aplicables para evaluar la viabilidad del proyecto.

2.2.2.2 Dimensión 2D del BIM: El Plano / El Boceto.

En esta fase se determinan las características genéricas del proyecto. Esta dimensión puede incluir la modelación 2D (CAD) y es compatible con la forma de trabajar gestionando físicamente documentos (dibujo de plano por plano). Puede ser una buena base para la implementación del resto de las dimensiones, especialmente la 3D, si se trabaja desde un principio con software compatible con el modelado BIM 3D. Abarca el tema de la contratación, la definición del ámbito colaborativo y

sostenibilidad del proyecto (estudio económico y financiero, tasa de retorno, entre otros). La creación de dibujos en 2D puede y debe ser generada en gran medida dentro de un proyecto BIM. Si se requieren planos 2D, se derivan de los modelos 3D. El modelo tridimensional es el principal modelo de cambio y tiene prioridad en los casos de conflicto.

2.2.2.3 Dimensión 3D del BIM: Visualización de Geometría y Volumetría / Modelo de Información del Edificio (Modeling).

Es un modelo orientado a objetos (columnas, vigas, muros, entre otros.) que representa toda la información geométrica del proyecto de forma integrada, con parametrización de sus componentes. Esto significa, entre otras cosas, que cada punto de este cuerpo y su posición en el espacio puede ser representada por un vector cuyos componentes definen las coordenadas.

Esto permite determinar matemáticamente las relaciones e intersecciones espaciales de los objetos. Inicialmente representará la información del diseño arquitectónico (o civil si por ejemplo es una vialidad) y de cada una de las ingenierías involucradas, lo que permitirá obtener una representación geométrica detallada de cada parte de la edificación (edificio, obra y/o construcción) dentro de un medio de información integrada.

No solo se podrá, en forma virtual y anticipada, ver el edificio en tres dimensiones, también se pueden actualizar las vistas durante todo el ciclo de vida del proyecto, mejorando la comunicación, que permite reducir iteraciones, efectuar correcciones, así como la detección de interferencias / colisiones (Clash detection). Algunas de las tareas que se pueden llevar a cabo durante esta fase son (ejemplo para edificios): Modelado de Arquitectura; Modelado de Ingeniería Estructural; Modelado de Especialidades (Eléctrica, Metálica, Sanitaria, Mecánicas); Análisis de Colisiones o Interferencias; Mediciones; Cálculos Métricos para la futura estimación de costos del proyecto (conexión del modelo con software de Presupuestos y la Planificación a efectos de evaluar rendimientos y duraciones para generar costos).

2.2.2.4 Dimensión 4D del BIM: El Tiempo / Planificación (Schedulling).

Al modelo 3D se agrega la dimensión del tiempo, mediante la integración del cronograma de actividades y de trabajo. Esto significa enlazar objetos tridimensionales con información relacionada con el tiempo. Permite controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de las diferentes fases de construcción y diseñar el plan de ejecución. Se basa en el control de logística del proyecto durante la ejecución, logrando que sea más predecible el resultado, y el producto o final sea más seguro y eficiente. Durante esta etapa se pueden llevar a cabo las tareas de simulación de las fases de construcción / producción; Diseño y simulación de zona de faena; Diseño de Plan de Ejecución (Diagrama de Gantt / Redes / Línea Base del Proyecto) y Diseño Prefabricación / Fabricación de piezas, equipos y prototipos.

2.2.2.5 Dimensión 5D del BIM: El Costo (Estimating).

Abarca la estimación y control de costos (determinación del presupuesto) y estimación de gastos, orientada a mejorar la rentabilidad del proyecto. Se asocian cantidades de insumos (materiales, equipos y personal) a las estructuras de costos para la construcción. Adicionalmente se podría organizar gastos y estimar costos operativos para la fase de uso y mantenimiento, logrando que los ejecutores y/o futuros operadores tengan mayor control sobre toda la información contable y financiera del proyecto. En esta dimensión se elabora presupuestos iniciales y estimados que conllevan a los presupuestos de contratación y ejecución, permitiendo hacer comparaciones entre distintos modelos de costos para su control. Los programas de mediciones y presupuestos 5D, empiezan leyendo los elementos, materiales y atributos que influyen en la medición desde el modelo 3D (bien sea directamente o de tablas extraídas del modelo 3D e importadas a software especializado), para asociar los ítems deseados a las partidas de la base de Datos de precios que se utilice, para así adaptar los textos y descripciones de las partidas a la realidad del proyecto que se está presupuestando.

2.2.2.6 Dimensión 6D del BIM: Sostenibilidad y Eficiencia Energética/Simulación (Sustainability).

Dimensión que implica simulaciones con el fin de realizar análisis energéticos y de sostenibilidad. Esta dimensión permite conocer cómo será el comportamiento energético del proyecto antes que se tomen decisiones importantes y comience la construcción, determinando si el edificio es eficiente o cumple los requisitos necesarios para una determinada certificación energética, logrando optimizar procesos importantes, en tiempo real, tales como futuras inspecciones, reparaciones, remodelaciones, entre otros. La sexta dimensión de BIM no solo trata del ahorro energético y el diseño sostenible, sino también del concepto de ingeniería de valor (Value Engineering), que consiste en la optimización de los sistemas constructivos e instalaciones, de forma que, con modificaciones estratégicas, en sistemas o equipos empleados, se obtienen reducciones significativas de los costos, tanto en fase de construcción como en la futura fase de explotación, sin perder la esencia del proyecto.

2.2.2.7 Dimensión 7D del BIM: Gestión del Ciclo de Vida del Activo (Facility Management).

Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de prever o realizar las actividades y procesos de mantenimiento y operaciones durante todo el ciclo de vida del edificio o infraestructura. Permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados, además del control logístico y operacional del proyecto durante el uso y mantenimiento de la vida útil, logrando la optimización de los procesos importantes tales como inspecciones, reparaciones, mantenimientos, entre otros. La 7D hace referencia a la Gestión del Activo construido, una vez finalizada la obra. La correcta implementación de esta dimensión permite la aplicación del “Asset Management” (Gerencia de Activos) correspondiente a la gestión del patrimonio o de activos basada en principios como el conocimiento, la planificación, la organización y la gestión integrada (ejemplo: ISO 55000, ISO 55000-1). Debe contener toda la información necesaria para el funcionamiento del edificio, como las instrucciones de mantenimiento y funcionamiento, los datos de garantía, la información del fabricante y los contactos. Esto permite a los operadores de edificios gestionar el mantenimiento y el servicio basado en BIM. En conclusión, tiene como objetivo optimizar el

rendimiento de dichos activos y minimizar su costo, así como mejorar el servicio ofrecido.

2.2.3 Campos de Aplicación del BIM

Montellano Carlos (2013), estipula que las tecnologías BIM no están orientadas a ser empleadas por cualquier persona, tienen un ámbito y público objetivo. Es necesario, como con toda metodología, definir qué es lo que esta hace y para que finalidad. Este tipo de metodología puede ser utilizada por todas aquellas personas que deseen conocer qué, cómo y cuándo va a suceder la ejecución de un proyecto. Es una metodología que permite a arquitectos, ingenieros y propietarios visualizar de manera anticipada y realista la geometría, costos y tiempos de construcción para identificar problemas antes y durante el momento de construcción. Es una metodología que de ser bien implementada puede ayudar a disminuir la cantidad de trabajo en la elaboración de costos, planos y detalles constructivos.

2.2.4 Que NO es la metodología BIM

Según lo explica el autor Eastman (2008), estipula que el término BIM es una palabra de moda popular utilizada por los desarrolladores de software para describir las capacidades que ofrecen sus productos. Como tal, la definición de lo que constituye la tecnología BIM está sujeta a variación y confusión. Para lidiar con esta confusión, es útil describir soluciones de modelado que NO utilicen la tecnología BIM. Estas incluyen herramientas que crean los siguientes tipos de modelos:

- **Modelos que solo contienen datos 3D y no tienen atributos de objeto.**

Eastman (2008), establece que estos son modelos que solo pueden usarse para visualizaciones gráficas y no tienen inteligencia a nivel de objeto. Son adecuados para la visualización, pero proporcionan soporte para la integración de datos y el análisis de diseño. Los softwares que utilizan este tipo de modelos son utilizados de mayor manera para la realización de renders, con el fin de mostrar vistas de diferentes perspectivas de una estructura de manera que se pueda visualizar como se vería un modelo final en 3 dimensiones.

- **Modelos sin soporte de comportamiento.**

Estos son modelos que definen objetos, pero no pueden ajustar su posición o proporciones porque no utilizan la inteligencia paramétrica. Esto hace que los cambios sean extremadamente intensivos en mano de obra y no brinda protección contra la creación de vistas inconsistentes o inexactas del modelo.

- **Modelos que se componen de múltiples archivos de referencia CAD en 2D que deben combinarse para definir el edificio.**

Es imposible asegurarse de que el modelo 3D resultante sea factible, consistente, contable y muestre inteligencia con respecto a los objetos que contiene.

- **Modelos que permiten cambios en las dimensiones en una vista que no se reflejan automáticamente en otras vistas.**

Esto permite errores en el modelo que son muy difíciles de detectar (similar a anular una fórmula con un manual en una hoja de cálculo).

2.2.5. Ventajas del BIM.

- **Entendimiento de la secuencia constructiva:** Con la metodología BIM, al elaborar una pre-construcción virtual del proyecto, se puede tener una mayor planificación en la ejecución de la obra mediante el uso de modelos 4D, en donde a los objetos en 3D del modelo se les vincula una dimensión adicional de tiempo que permite realizar un programa de actividades detallado y coherente con la realidad, en donde se puede simular el proceso de construcción y mostrar cómo la obra se vería en cualquier punto del tiempo.
- **Información centralizada:** Con BIM toda la información sobre el proyecto se maneja de manera centralizada y no dispersa en diferentes lugares, lo que evita tener varias versiones de un mismo proyecto eliminando así las incompatibilidades

que esto genera y de esta manera el riesgo de errores provocados por este factor, disminuye.

- **Comunicación:** Mejora la comunicación y coordinación interdisciplinaria, debido a que el proyecto se puede diseñar, planear y ejecutar en un ambiente colaborativo donde todos los profesionales involucrados en cada fase del proyecto puedan intercambiar información, realizar modificaciones y utilizar la información de otras áreas según sean los requerimientos particulares. Esto permite la distribución de los proyectos de diferentes especialidades en distintas ciudades e incluso países. Otro aspecto importante de este punto es la comunicación con los trabajadores, ya que gracias al alto nivel de detalle al que se puede llegar con esta tecnología es posible dar a entender de manera fácil lo que se quiere lograr tanto a obreros, fabricantes como subcontratistas.
- **Detección de interferencias:** Es uno de los principales beneficios de la metodología BIM, ya que detecta y soluciona interferencias en la etapa de diseño, evitando encontrarse con estos problemas que se presentan entre planos y especificaciones técnicas durante el proceso de modelado y no en la etapa de construcción. Gracias a esta característica se reduce el número de obras extraordinarias, aumentando la productividad y disminuyendo los costos de construcción.
- **Fácil aprendizaje:** la gran mayoría de las herramientas no son complejas de utilizar, lo necesario es la dedicación y una formación adecuada.
- **Interoperabilidad:** El diseño y la ejecución de un proyecto constructivo son trabajos que deben realizarse en equipo con profesionales de diversas especialidades, y por ende se involucran diversas plataformas para su desarrollo. La interoperabilidad es la capacidad de transmitir datos entre aplicaciones, y para múltiples aplicaciones para contribuir conjuntamente a la obra que nos ocupa. Ésta como mínimo, elimina la necesidad de copiar manualmente los datos ya generados

en otra aplicación. Adicionalmente este mismo modelo se puede utilizar para llevar a cabo otros análisis que complementan el diseño del proyecto constructivo.

- **Parametrización de los elementos del modelo:** Los elementos que conforman el proyecto constructivo, que antes se representaban a través de unas dimensiones fijas, son definidos por parámetros modificables según las necesidades específicas del usuario, determinando no solo la geometría sino también las propiedades físicas del elemento, como por ejemplo su material. Esto no solo genera una información real de los elementos constructivos, sino que también permite realizar cambios dentro del modelo de una manera rápida y eficaz.
- **Manejo de cantidades de obra y presupuestos:** En BIM se tiene un modelo basado en elementos que poseen ciertas características y parámetros reales, lo que permite una cuantificación exacta de todos y cada uno de los elementos necesarios para su ejecución, evitando inconsistencias en el presupuesto.
- **Mejoras en la calidad final del proyecto:** Al tener coordinadas todas las disciplinas involucradas en el desarrollo del proyecto, se disminuye considerablemente los errores en la documentación final de obra, lo que asegura que todas las especificaciones técnicas y los estándares de calidad se cumplan sin tener alteraciones significativas con el proyecto original.
- **Cubicación:** El modelo permite la cubicación de materiales y la posibilidad de vinculación con herramientas de estimación de costos. Al realizar cualquier cambio en el modelo se podrá analizar los costos que involucra.
- **Marketing:** Gracias a la fácil extracción de planos e imágenes o animaciones 3D del modelo BIM, estas pueden ser utilizadas para ser mostradas a los usuarios objetivo del proyecto de una manera fácil y práctica en tiempo real en donde el diseño se comunica de mejor forma a los clientes facilitando su interacción con el equipo técnico encargado de formular el proyecto, demostrando innovación.

2.2.5.1. Consideraciones para el uso del BIM.

Es importante tomar en cuenta que, dependiendo del grado de complejidad de un proyecto, será necesario contar con equipos que tengan la capacidad de correr las aplicaciones que se utilizaran a lo largo del mismo. Por lo tanto, debe considerarse que, en una etapa inicial de implementación, debe de invertirse en dichos equipos de calidad y en softwares (licencias) para que el flujo de trabajo sea el más efectivo posible. De la misma manera, cabe a destacar que se requiere que el personal de trabajo maneje dichas aplicaciones de manera correcta y comprenda todas las capacidades de las mismas, por lo tanto, debe de invertirse tiempo en la capacitación del personal, el cual una vez domine las herramientas dadas, podrá ser efectivo a la hora de realizar sus tareas específicas en el proyecto y la colaboración entre los roles que estos ejecutan será lo más fluida posible.

2.2.6. Lineamientos.

Los lineamientos son directrices que le dan estructura a un proceso. Pérez (2008), define un lineamiento como una tendencia, una dirección o un rasgo característico de algo. Un lineamiento es el programa o plan de acción que rige a cualquier grupo o institución. Se trata de un conjunto de medidas, normas y objetivos que deben respetarse dentro de dicho grupo u organización. Si estos no son respetados, pueden surgir fallas es un proceso establecido.

Por otro lado, Márquez (2017), define los lineamientos como cada uno de los pasos, reglas, objetivos, entre otros, que se establecen con el fin de organizar, regular o lograr el desarrollo de algo o alguien.

2.2.7. Gestión.

Según Pérez (2008), el concepto de gestión hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar o gestionar algo. Al respecto, hay que decir que gestionar es llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación comercial o de un anhelo cualquiera. Administrar, por otra parte, abarca las ideas de gobernar, disponer dirigir, ordenar u organizar una determinada cosa o situación. Por otro lado, la gestión de proyectos según el Project Management Institute (2016), consiste en la aplicación de un conjunto de procesos a un conjunto de áreas de conocimientos por lo

que se definirán los grupos de procesos implicados, así como las áreas de conocimiento y su interacción

La noción de gestión, por lo tanto, se extiende hacia el conjunto de trámites que se llevan a cabo para resolver un asunto o concretar un proyecto. De igual forma, define la gestión como la dirección o administración de una compañía, negocio, o en este caso de estudio un proyecto, concretamente de construcción. Importante es subrayar que la gestión, que tiene como objetivo primordial el conseguir aumentar los resultados óptimos de una industria, compañía o proyecto de construcción, depende fundamentalmente de ocho pilares básicos gracias a los cuales puede conseguir que se cumplan las metas marcadas.

2.2.7.1. Gestión del Alcance del Proyecto.

El PMI (Project Management Institute), (2016), afirma que la Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar que se incluye y que no se incluye en el proyecto. Los procesos de Gestión del Alcance del Proyecto son:

Planificar la Gestión del Alcance.

Planificar la Gestión del Alcance es el proceso de crear un plan para la gestión del alcance que documente como serán definidos, validados y controlados el alcance del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionara el alcance a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

Recopilar Requisitos.

Recopilar Requisitos es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona la base para definir el alcance del producto y el alcance del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

Definir el Alcance.

Definir el Alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación.

Crear la EDT/WBS.

Crear la EDT/WBS (Estructura Desglosada de Trabajo) es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar. El beneficio clave de este proceso es que proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto. La Figura 3 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso.

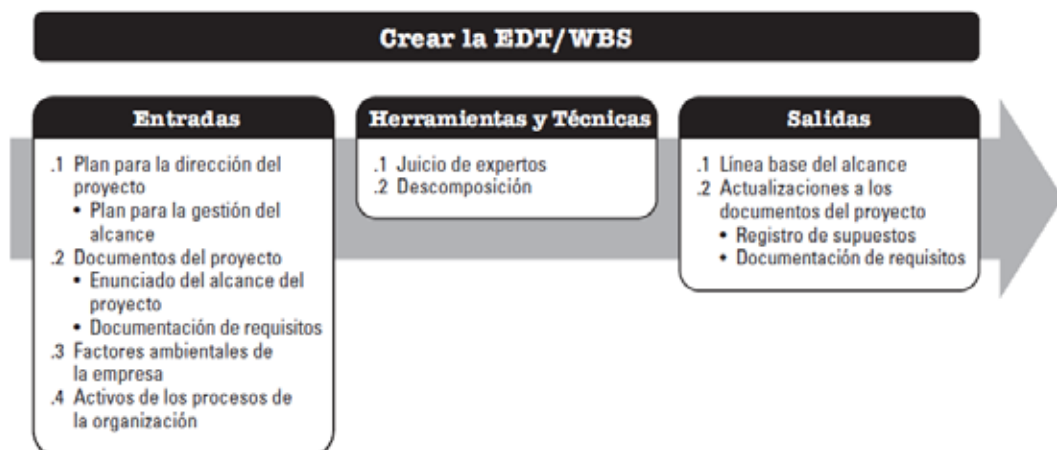


Figura 3. Crear la EDT/WBS: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.

Fuente: PMI (2016).

Validar el Alcance.

Validar el Alcance es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado. El beneficio clave de este proceso es que aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta la probabilidad de que el producto, servicio o resultado final sea aceptado mediante la validación de cada entregable. Este proceso se lleva a cabo periódicamente a lo largo del proyecto, según sea necesario.

Controlar el Alcance.

Controlar el Alcance es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance. El beneficio clave de este proceso es que la línea base del alcance es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

2.2.7.2. Gestión del Cronograma del Proyecto.

La Gestión del Cronograma del Proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Los procesos de Gestión del Cronograma del Proyecto son:

Planificar la Gestión del Cronograma.

Planificar la Gestión del Cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionara el cronograma del proyecto a lo largo del mismo. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

Definir las Actividades.

Definir las Actividades es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que descompone los paquetes de trabajo en actividades del cronograma que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Secuenciar las Actividades.

Secuenciar las Actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es la definición de la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a

lo largo de todo el proyecto. El Grafico 6-7 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso.

Estimar la Duración de las Actividades.

Estimar la Duración de las Actividades es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados. El beneficio clave de este proceso es que establece la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Desarrollar el Cronograma.

Desarrollar el Cronograma es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear un modelo de programación para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Controlar el Cronograma.

Controlar el Cronograma es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma. El beneficio clave de este proceso es que la línea base del cronograma es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

2.2.7.3. Gestión de los Costos del Proyecto.

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Los procesos de Gestión de los Costos del Proyecto son:

Planificar la Gestión de los Costos

Planificar la Gestión de los Costos es el proceso de definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto. El

beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionaran los costos del proyecto a lo largo del mismo. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

Estimar los Costos

Estimar los Costos es el proceso de desarrollar una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina los recursos monetarios requeridos para el proyecto. Este proceso se lleva a cabo periódicamente a lo largo del proyecto, según sea necesario.

Determinar el Presupuesto

Determinar el Presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

Controlar los Costos

Controlar los Costos es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos. El beneficio clave de este proceso es que la línea base de costos es mantenida a lo largo del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

2.2.8. Cronograma

Según Sánchez Isabel (2015), un cronograma de actividades puede definirse como “un calendario en el que se establecen los tiempos en los que va a realizarse un proyecto, una tarea, o un conjunto de actividades a trabajar o desarrollar” (p.5). El cronograma se hace presente generalmente en el desarrollo o gestión de proyectos, la importancia del cronograma es que el mismo plasma cada una de las tareas y fechas previstas desde el principio hasta el final de las actividades que se pretenden realizar.

Rodríguez E. (2005), establece los elementos básicos que constituyen un cronograma son las actividades y los tiempos de realización. Tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- **Actividades**

Para organizar las actividades, es necesario considerar las etapas del proceso de investigación, con el fin de seguir una secuencia lógica

- **Determinación del Tiempo**

Para la fijación del tiempo de realización de cada actividad, se considera el criterio del empleador del mismo, que se basa en el esfuerzo individual y colectivo que está dispuesto a realizar dichas actividades. Al fijarse en el tiempo, debe dejarse un margen adecuado por las variaciones que puedan presentarse. El mismo, señala que la presentación más objetiva de un cronograma es mediante una gráfica, en la que los tiempos de duración de las actividades se presentan en barras, cuya longitud la determina su duración. Para que esta gráfica sirva de control debe indicar por cada actividad tanto su cumplimiento como su estimación. Actualmente, existen softwares o programas de computación que auxilian en la elaboración del cronograma para cualquier tipo de proyecto, como ejemplos se pueden mencionar: Opus, Primavera, Microsoft Project, o incluso el mismo Microsoft Excel. Los cronogramas no tienen un diseño fijo; cada institución proporciona un formato distinto de acuerdo a las necesidades que requiera.

2.2.9. Definición y alcance de cómputos métricos.

Mata (2013), estipula que los cómputos métricos son las cantidades de obra correspondientes al proyecto base del presupuesto, medidas según la unidad correspondiente, calculadas por cada partida a ejecutar. Las especificaciones de las partidas deben ser referidas a las Normas COVENIN. De no existir especificaciones en dichas Normas para las partidas computadas, el Contratante debe elaborarlas. Los cómputos métricos se deben elaborar antes de iniciar la obra. La correcta estimación de los cómputos métricos (precisión), evita que, durante la realización de la obra, se

presenten excesivos aumentos y obras adicionales, que, si bien son casi inevitables, se pueden reducir a su mínima expresión con una buena estimación inicial.

El proyecto siempre debe venir acompañado de sus cómputos métricos y especificaciones, que abarca los planos marcados con estas estimaciones, planillas de desarrollo (hojas de cómputos) y hojas de resumen (presupuesto) que contienen las cantidades de obra calculadas para las diferentes actividades (partidas) con sus respectivos cálculos. Estos son fundamentales en las obras a licitar o contratar (no debería existir presupuesto de obras sin proyectos).

2.2.9.1. Codificación de partidas para obras.

El estado ha establecido una Ley y un Reglamento para la Contratación y Supervisión de Obras Públicas, las cuales dan soporte legal a sus contrataciones. Dentro de este soporte legal se establecen las normas COVENIN que son de obligatorio cumplimiento en este campo, según publicaciones de la Gaceta Oficial de la Republica. Dentro de estas Normas COVENIN, se aplican principalmente las relativas a Vialidad, Edificaciones y Obras Hidráulicas. Estas contienen las especificaciones a cumplir según las actividades a ejecutar (denominadas Partidas). Generalmente esta codificación también se aplica en el sector privado.

La codificación es simplemente una metodología que permite racionalizar la elaboración de presupuestos y establecer criterios de homologación para actividades similares, denominadas “Partidas” en forma de calcularles un precio para la actividad específica (Análisis de Precio Unitario).

Así mismo, a cada actividad (partida) se le atribuyen características para identificarlas: código, descripción y una unidad de medición. Estas codificaciones implican que la partida correspondiente a una metodología constructiva con determinadas condiciones de ejecución (especificaciones de Partidas) y una calidad aceptada como Normativa. Es bueno destacar que las partidas que no estén en la Norma o que no poseen código, requieren que se le efectúen sus respectivas especificaciones por parte del contratante para evitar problemas de ejecución.

2.2.9.2. Alcance de las partidas.

A efecto de las mediciones de partidas en una obra, éstas se realizarán cuando estén completamente ejecutadas, entendiéndose como tal, que cumplen con el alcance especificado en la norma COVENIN correspondiente. Toda labor o material involucrado en la ejecución de una partida, y cuya medición no se considera específicamente se incluye en el análisis de precios unitarios.

Todas las partidas de un presupuesto deberán estar completamente definidas por un código, descripción completa y la unidad de medida conforme a la norma. Cualquier omisión o modificación de alguno de los aspectos del código, invalida dicha Partida para efectos de la relación con la Norma. En el caso de excepciones de partidas no codificables de acuerdo a las contenidas en la Norma, el computista debería justificar su decisión y preparar las especificaciones particulares de dicha partida en la forma más detallada posible.

En la norma COVENIN 2000 – 1992, “Sector Construcción. Mediciones y Codificación de Partidas para Estudios, Proyectos y Construcción. Parte II: Edificaciones”, están las partidas más usuales para obras, pero siguiendo los lineamientos básicos de los esquemas generales de elaboración de partidas, se pueden crear nuevos códigos, descripciones y unidades de medida de las partidas que sean necesarias.

2.2.9.3. Organización de la Norma de Edificaciones.

Las normas COVENIN 2000 en sus 3 partes (Carreteras, Edificaciones y Obras Hidráulicas), están constituidas por los parámetros técnicos de medición, los esquemas de codificación de partidas y la lista de partidas organizadas en títulos, capítulos, subcapítulos y grupo de partidas, que guardan relación con la codificación de las partidas.

La Norma de Edificaciones esta constituida por las Normas de mediciones, los esquemas de codificación de Partidas y la lista de las partidas organizadas en títulos, capítulos y subcapítulos. Las partidas se identifican mediante un código compuesto de la letra “E” y nueve dígitos, de los cuales el primero identifica el Capítulo, el segundo, o el segundo y tercero identifican el Subcapítulo y las restantes posiciones representan

diferentes parámetros tales como tipo de miembro o elemento, su acabado, manera de ejecución, material, dimensiones, forma, actividad, entre otros.

X	0	0	0	0	0	0	0	0	
Letra:									
Identifica la parte de la Norma COVENIN 2000	Capítulos que se ha dividido la Parte	Subcapítulos en que se ha dividido el capítulo	Grupo de partidas en que se ha dividido el Subcapítulo						
C: Carreteras									
E: Edificaciones									
H: Obras Hidráulicas									
				Se refiere a la descripción de la partida en sí, tomando en cuenta el tipo de miembro o elemento, su acabado, manera de ejecución, tipo de material, tamaño y dimensiones, forma, entre otros.					

Figura 4. Codificación de partidas según Norma COVENIN 2000-92.

Fuente: Mieres (2018).

2.2.9.3.1. Capítulo E1. Obras Preliminares.

Se entiende por obras preliminares el conjunto de trabajos y obras que deben ejecutarse antes de la construcción de una edificación, para proteger el terreno y las construcciones colindantes, así como para facilitar y permitir la iniciación y desarrollo de las construcciones. Este capítulo está constituido por los siguientes subcapítulos:

- E11: Instalaciones Provisionales.

- E12: Limpieza del terreno.
- E13: Demoliciones.
- E14: Remociones.

2.2.9.3.2. Capítulo E2. Movimientos de tierra y Urbanismo.

En la Norma COVENIN 2000-92 se entiende por movimientos de tierras el conjunto de trabajos y obras que deben ejecutarse para ajustar el terreno a las rasantes y en secciones transversales señaladas en los planos y especificaciones de topografía modificada. Comprende los trabajos topográficos de replanteo y cotas iniciales para poder computar el movimiento de tierras, el suministro de las maquinarias y mano de obra para excavaciones necesarias de banqueos y préstamos para la construcción de terrazas, así como la carga y el acarreo interno de materiales relativos al movimiento de tierras. Este capítulo incluye las Partidas correspondientes a obras de Urbanismo, las cuales no se han considerado en la versión vigente de la Norma. Este capítulo está constituido por los siguientes subcapítulos:

- E21: Excavaciones.
- E22: Construcción de terraplenes para terrazas.
- E23: Construcción de relleno compactado con paso de máquina.
- E24: Muros de suelo armado.
- E25: Muros de gaviones.

2.2.9.3.3. Capítulo E3. Estructura.

En la Norma, las Estructuras se refieren a Partidas de las obras de la infraestructura y la superestructura de la edificación, incluyendo sus obras preparatorias. Este capítulo comprende los siguientes Subcapítulos:

- E31: Obras preparatorias para Estructuras.
- E32: Infraestructura de Concreto.
- E33: Superestructuras de Concreto.
- E34: Encofrados.

- E35: Armadura de Refuerzo.
- E36: Estructuras Metálicas.
- E37: Estructuras de Madera.
- E38: Cubiertas de Techo.

Para efectos de esta investigación se tomarán en cuenta los primeros cinco subcapítulos de Estructuras, y el subcapítulo E38, sobre cubiertas de techo. Este grupo de partidas aplican para la realización de un proyecto de viviendas unifamiliares comúnmente.

2.2.9.3.4. Capítulo E4: Obras Arquitectónicas.

En la Norma se entiende por Obras Arquitectónicas al conjunto de trabajos de albañilería, herrería, carpintería, pintura, impermeabilización, entre otros, que son necesarios para la construcción de edificaciones conformes a los planos y especificaciones del proyecto. Este capítulo comprende los siguientes Subcapítulos:

- E41: Albañilería
- E42: Impermeabilización
- E43: Herrería
- E44: Carpintería
- E45: Elementos de iluminación natural
- E46: Pinturas
- E47: Cerraduras
- E49: Accesorios

2.2.9.3.5. Capítulo E5: Instalaciones Eléctricas.

Se entiende como las instalaciones para el suministro y la instalación de las tuberías, cables, tableros, interruptores, luminarias, entre otros, destinados a servicios de electricidad, telefonía, sonido, intercomunicaciones y similares, en las edificaciones

conforme a los planos y especificaciones del proyecto. Las partidas de Instalaciones Eléctricas están organizadas en los siguientes subcapítulos:

- E51: Tuberías
- E52: Cables
- E53: Cajas de conexión
- E54: Tomas y controles
- E55: Tablero metálicos para electricidad
- E56: Interruptores termomagnéticos (“Breakers”)
- E57: Transformadores
- E58: Luminarias
- E59: Varios

2.2.9.3.6. Capítulo E6: Instalaciones Sanitarias y Especiales.

En la Norma de Edificaciones, las instalaciones sanitarias comprenden el suministro e instalación de las tuberías y artefactos destinados a los servicios de aguas claras, aguas residuales, aguas de lluvias y ventilación, así como sus componentes y accesorios a ser instalados en las edificaciones conforme a los planos y especificaciones del proyecto. Igualmente, el alcance de este capítulo se aplica a las tuberías y conexiones de los sistemas de incendios, gases, residuos sólidos y los desagües de los sistemas de aire acondicionado y demás elementos propios de las instalaciones sanitarias que aparezcan en dichos sistemas. Este comprende los siguientes subcapítulos:

- E61: Tuberías
- E62: Puntos sanitarios
- E63: Llaves de paso
- E64: Otras piezas especiales: Válvulas, grifos, medidores
- E65: Registros
- E66: Artefactos sanitarios

2.2.9.3.7. Capítulo E8: Obras de Servicio y varios.

Estas partidas según la Norma COVENIN comprenden el conjunto de trabajos para dotar de servicios a las edificaciones, tales como las acometidas de aguas claras y electricidad; las descargas de aguas residuales, accesos, entre otros; las obras de protección tales como la cerca exterior, aceras, cunetas, entre otros; así como también las instalaciones deportivas fijas, recreacionales y ornamentales, jardinería, entre otros, que son necesarias conforme a los planos y especificaciones del proyecto. Este capítulo comprende los siguientes Subcapítulos:

- E801: Bases y subbases
- E802: Obras de concreto
- E803: Pavimentos asfálticos
- E804: Bocas de visita prefabricadas
- E805: Cercas
- E806: Cercas
- E807: Postes para alumbras
- E808: Instalaciones deportivas
- E809: Instalaciones recreacionales
- E810: Instalaciones ornamentales
- E811: Jardinería
- E812: Disposición final de aguas residuales

2.3 Definición de términos básicos

Archicad: Desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, es un software CAD de modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling) disponible para sistemas operativos Macintosh y Windows. Permite al usuario un diseño paramétrico de los elementos, con un banco de datos que contiene el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación.

Arquitectura: Es el arte y la técnica de proyectar, diseñar y construir edificios, modificando el hábitat humano y estudiando, la estética, el buen uso y la función de los espacios, ya sean arquitectónicos o urbanos.

Cómputos: Cálculo para averiguar el resultado, el valor o la medida de algo en que entra la comparación de diferentes cantidades o datos y el análisis de las relaciones que hay entre unos y otros.

Conceptualización: Es la representación de una idea abstracta en un concepto; surge de los conocimientos generales que se poseen sobre diversos temas. implica el desarrollo, construcción y ordenación de ideas que han sido obtenidas a partir de la experiencia y de la comprensión de aquello que nos rodea.

Datalaing MAPREX: Es la Primera Base de Datos para la construcción desarrollada en Venezuela en Windows y primera comercializada en CD. Es un software para la realización de presupuestos y cronogramas para ejecuciones de proyectos de construcción. Contiene más de 10.000 partidas del sector construcción y más de 7.300 del sector petrolero, analizadas con precios de mercado, además de contar con más de 8.000 insumos, Equipos y Mano de Obra actualizada (Construcción y Petrolera). La Base de datos es manipulable por el Usuario, Contiene Información Técnica, Directorio de Proveedores de Materiales y Equipos de Construcción con especificaciones, Índices BCV, amplia información y documentos.

Desarrollador: Con frecuencia también se conoce como analista-programador, es un especialista en informática que es capaz de concebir y elaborar sistemas informáticos (paquetes de software), así como de implementarlos y ponerlos a punto, utilizando uno o varios lenguajes de programación.

Digitalización: Es un proceso mediante el cual, algo real (físico, tangible) es pasado a datos digitales para que pueda ser manejado por una computadora (de naturaleza, a su vez, digital), modelándolo, modificándolo, y aprovechándolo para otros propósitos distintos de su cometido o función originales.

Dimensión: La dimensión de un objeto es una medida topológica del tamaño de sus propiedades de recubrimiento. se define informalmente como el número mínimo de

coordenadas necesarias para especificar cualquier punto de ella.¹ Así, una línea tiene una dimensión porque solo se necesita una coordenada para especificar un punto de la misma. Una superficie, tal como un plano o la superficie de un cilindro o una esfera, tiene dos dimensiones, porque se necesitan dos coordenadas para especificar un punto en ella

Estructura: Es la disposición y orden de las partes dentro de un todo. También puede entenderse como un sistema de conceptos coherentes enlazados, cuyo objetivo es precisar la esencia del objeto de estudio. La estructura es el conjunto de elementos que caracterizan un determinado ámbito de la realidad o sistema.

Hardware: Es la parte física de un ordenador o sistema informático. Está formado por los componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, tales como circuitos de cables y luz, placas, memorias, discos duros, dispositivos periféricos y cualquier otro material en estado físico que sea necesario para hacer que el equipo funcione.

IFC: Un archivo IFC (Industry Foundation Classes) es un particular formato de datos que permite el intercambio de un modelo informativo sin pérdida o distorsión de datos o informaciones. Se trata de un formato abierto, neutro, no controlado por los productores de software, nacido para facilitar la interoperabilidad entre varios operadores. El IFC ha sido pensado para elaborar todas las informaciones del edificio a lo largo de todo su ciclo de vida, desde el anteproyecto hasta la ejecución y su mantenimiento, pasando por las distintas fases de diseño y planificación.

Informática: La informática, también llamada computación, es una ciencia que administra métodos, técnicas y procesos con el fin de almacenar, procesar y transmitir información y datos en formato digital.

Interfaz: Es lo que conocemos en inglés como interfaces “superficie de contacto”. se utiliza para nombrar a la conexión funcional entre dos sistemas, programas, dispositivos o componentes de cualquier tipo, que proporciona una comunicación de distintos niveles permitiendo el intercambio de información. Su plural es interfaces. Esto es un ejemplo de la realidad virtual.

Modelado: También conocido como 3D MODELING, en computación, un modelo en 3D es un mundo conceptual en tres dimensiones. Este puede "verse" de dos formas distintas, desde un punto de vista técnico, es un grupo de fórmulas matemáticas que describen un "mundo" en tres dimensiones. Desde un punto de vista visual, valga la redundancia, un modelo en 3D es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados (renderización), se convertirán en una imagen en 3D o una animación 3D.

Parametrización: Es la organización y estandarización de la información que se ingresa en un sistema. De esta forma, es posible realizar distintos tipos de consulta y obtener resultados fiables.

Presupuesto: Se llama presupuesto al cálculo, exposición, planificación y formulación anticipada de los gastos e ingresos de una actividad económica.

Proyección: Procede del latín proiectio y hace mención al accionar y a los resultados de proyectar, provocar el reflejo de una imagen ampliada en una superficie, lograr que la figura de un objeto se vuelva visible sobre otro, desarrollar una planificación para conseguir algo.

Render: El término renderización es un anglicismo para representación gráfica, usado en la jerga informática para referirse al proceso de generar imagen fotorrealista o no fotorrealista a partir de un modelo 2D o 3D por medio de programas informático. Además, los resultados de mostrar dicho modelo pueden llamarse render.

Revit: Autodesk Revit es un software de Modelado de información de construcción, para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico

Robótica: Combina diversas disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física. Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables, la animatrónica y las máquinas de estados. se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura, y aplicación de los robots.

Software: Se conoce como software al soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Sostenibilidad: Se describe cómo los sistemas biológicos se mantienen productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación de estos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de la misma será un proyecto factible, el cual el Manual de la UPEL (2010) define el proyecto factible como:

La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. (p.21)

Se considera así ya que tiene la intención de proponer una solución a la problemática planteada, de manera puntual, la presentación de una serie de pasos y lineamientos generales que faciliten una gestión de planificación de tiempos en la elaboración de proyectos de construcción de edificaciones unifamiliares.

3.2 Diseño de la investigación

Arnau (2002) define el diseño de investigación como “un plan estructurado de acción que, en función de unos objetivos básicos, está orientado a la obtención de información o datos relevantes a los problemas planteados”. La presente investigación se clasifica como una investigación documental y de campo, según Fideas G. Arias (2012) “La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos -escritos u orales- uno de los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia”. Ya que en el mismo se adoptó un proceso de búsqueda y análisis de teorías existentes. Según Ramírez, (1999) [la investigación de campo] “... permite indagar in situ los efectos de la interrelación entre diferentes tipos de variables sociológicas, psicológicas, educacionales, antropológicas...”. De acuerdo con lo anterior, en este estudio los investigadores tomaron los datos

necesarios para estudiar las variables directamente de la muestra de estudio y del lugar o sector en donde se centra la problemática, es decir, la industria de la construcción del Estado Carabobo.

3.3. Nivel de la Investigación

Según el autor Fidias G. Arias (2012), define: “La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto es decir un nivel superficial de conocimientos”. Es exploratoria ya que se tuvo por objeto proporcionar la mayor información referente al empleo de las nuevas tecnologías que se han desarrollado para la industria de la construcción, de las cuales en Venezuela es muy poco su conocimiento. Además, podría considerarse como descriptiva, según Sabino (1986):

La investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población.

La población de una investigación es definida por la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. Entendiendo esto, se puede decir que la población de este estudio estuvo comprendida por la Industria de la construcción. En consecuencia, fueron sumados una totalidad de cinco mil (5.000) Ingenieros Civiles, información proporcionada por el Centro de Ingenieros del estado Carabobo. De esta manera fue posible recoger los datos que fueron necesarios para establecer y justificar la necesidad de definir los lineamientos generales para la gestión de planificación de obras civiles aplicando el BIM.

3.4.2. Muestra.

Seguidamente, una vez se identifica cuál es la población del estudio es preciso determinar la muestra de la misma; al respecto del concepto de muestra, según Tamayo, T. Y Tamayo, M (1997) señalan que “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico”. Existen diversos métodos de selección de muestra, o muestreo, los cuales se basan en los objetivos de la investigación y el alcance de la misma. Para fines de esta investigación, se utilizó un muestreo intencional, el cual según Parra (2003) “es aquel donde los elementos muestrales son escogidos en base a criterios o juicios preestablecidos por el investigador”.

Por lo tanto, la elección de los miembros de la muestra se conformó siguiendo como criterios de inclusión a aquellos profesionales ingenieros pertenecientes a la Sociedad de Ingenieros Civiles del Estado Carabobo, que posean al menos cinco (5) o más años de experiencia laboral, específicamente en las áreas correspondientes a la realización de proyectos y planificación de obras civiles.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

3.5.1. Técnica:

Méndez (1999), define a las fuentes y técnicas para recolección de la información como los hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten tener información. También señala que las técnicas son los medios empleados para recolectar información.” Asimismo, las técnicas son aquellas que permiten la recolección de la información, es decir, el cómo acceder a los datos u opiniones sobre el tema que se está investigando y dar respuestas a las preguntas de investigación. En este trabajo se utilizó una encuesta como técnica para recopilar las fallas en la planificación de obras civiles.

3.5.2. Instrumento:

Son los recursos mediante los cuales se registraron los datos requeridos para llevar a cabo el proceso investigativo. Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso del que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este los aportes del marco teórico al

seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados.

Como el ejemplo citado, el método de recolección de datos aplicado en el presente trabajo de investigación, constó en la obtención de testimonios mediante una encuesta realizada mediante la plataforma de formularios de **Google Forms**. Esta fue realizada a 19 Ingenieros Civiles, la cual estuvo constituida por 10 preguntas dicotómicas, las cuales según Hernández, Fernández y Baptista (1991), plantea que las preguntas dicotómicas “son aquellas con dos alternativas de respuesta”.

3.5.3. Validez del instrumento

Con respecto a la validación, Pérez (2002), señala que la validación es fundamental en el proyecto de investigación, que se hace a través de juicio de expertos y se refiere a la revisión exhaustiva del instrumento de investigación antes de ser aplicado con la finalidad de evitar errores.

3.5.4. Validación por expertos

La validación de la encuesta se determinó a través de un juicio de tres (3) profesionales expertos. (Ver cuadro de Validación en el Apéndice 1).

- Ing. Alicia Pizzela.
- Ing. Alejandro Pocaterra.

3.5.5. Confiabilidad del instrumento

Briones (2000) explica que la confiabilidad es el “grado de confianza o seguridad con el cual se pueden aceptar los resultados obtenidos por un investigador basado en los procedimientos utilizados para efectuar su estudio”. En esta investigación, para determinar la confiabilidad del instrumento utilizado como recolección de datos, la encuesta, se recurrió al cálculo del coeficiente de Kuder y Richardson (KR20).

Palella y Martins (2006), establecen que: “según el coeficiente KR20 se divide el instrumento en tantas partes como ítems tenga, como hicieron Kuder y Richardson, este coeficiente se aplica a instrumentos cuyas respuestas son dicotómicas; por ejemplo: si-no, lo que permite examinar cómo ha sido respondido cada ítem en relación

con lo restante”. Para el cálculo de la confiabilidad de la encuesta, se procedió a colocar un valor de uno (1) para las respuestas correctas y cero (0) para las respuestas incorrectas.

Fórmula Kuder Richarson:

$$KR_{20} = \frac{K}{K}$$

,15
 ST²: 0,99
 KR20=0,85

Cuadro 2. Escalas de interpretación del coeficiente de confiabilidad.

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Fuente: Mieres, Zanni (2020)

Tomando en cuenta la escala anterior, se puede determinar que la magnitud de 0,85 ubica el instrumento de recolección de datos utilizado, la encuesta, con una confiabilidad alta.

3.6. Técnicas de Análisis de Datos.

Posterior a la recolección y clasificación de los datos provenientes de las encuestas, se procedió a la categorizaron de las respuestas obtenidas en tablas provenientes del programa Microsoft Excel, y posteriormente fueron presentados dichos resultados con gráficos circunferenciales de manera que se proporcione una mejor comprensión y lectura de los datos obtenidos con el propósito de analizar las respuestas finales para desarrollar parte de las conclusiones de la investigación.

3.7. Fases Metodológicas de la Investigación.

Fase I. Recopilación de las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles en edificaciones unifamiliares.

En la realización de la primera fase se realizó una recopilación en la problemática de la planificación de obras mediante la aplicación de una encuesta corta, donde los

participantes previamente reflejaron las experiencias que pudieron obtener en planificaciones realizadas anteriormente y las posibles fallas que estas presentaron. También fueron tomados en cuentas los factores que los participantes consideraron relevantes a la hora de realizar la planificación. De la misma manera, se evaluaron los conocimientos existentes sobre la metodología BIM y su disposición para la implementación de la misma.

Fase II. Análisis del procedimiento en la gestión de planificación y la gestión de costos de un proyecto de obras civiles en edificaciones unifamiliares.

En esta segunda fase de la investigación, una vez determinada la problemática de la planificación, se realizó un análisis de la gestión de planificación y costo. Para ello, fue considerado un proyecto de edificación de vivienda unifamiliar, donde una vez que se ha estudiado el alcance y se han determinado parámetros de control confiables, es seleccionada una metodología de planificación que posteriormente, permitirá efectuar el Control de Obras, mediante la elaboración de un flujograma de los lineamientos para la gestión del tiempo y costos.

Fase III. Determinación de variables de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX.

La tercera fase de la investigación consistió en la descripción de los programas utilizados en este trabajo de grado y sus respectivas variables, las cuales deben tomarse en cuenta para la utilización correcta de los mismos, con el fin de lograr la vinculación de las aplicaciones.

Fase IV. Definición de los aspectos necesarios para la parametrización y vinculación de un proyecto 3D a la metodología BIM en sus dimensiones 4D y 5D para la facilitación en la gestión de planificación de proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.

Se definieron los aspectos importantes que deben ser tomados en cuenta para el proceso de aplicación de la metodología BIM en el proyecto de una vivienda unifamiliar, utilizando un modelo 3D que define sus elementos de estructura correctamente, se vincularon y parametrizaron los elementos del modelo considerando

la norma COVENIN 2000-92 en diferentes partidas. De la misma manera fue explicado el proceso de parametrización y cuantificación de cantidades, para ser vinculadas con MaPreX, donde se empleará la gestión de tiempo y costos, y posteriormente a Powerproject, vinculando el modelo 3D a esta última, logrando la gestión de proyecto en el área 4D y 5D de BIM.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Recopilación de las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles en edificaciones unifamiliares.

Las encuestas buscan obtener información para recopilar las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles, la cual fue planteada para obtener el nivel de conocimiento y la percepción de los distintos profesionales. Estas fueron desarrolladas mediante la plataforma de formularios **Google Forms**, y fue distribuida por distintos canales digitales, principalmente a los Ingenieros miembros de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Civiles del Estado Carabobo y a ingenieros civiles especializados en el área de planificación, administración y ejecución de obras.

Dicha encuesta se realiza con la finalidad de resaltar las fallas más frecuentes en la planificación de proyectos de obras civiles y de esta manera poder fundamentar la presente investigación, además de determinar la relación que tienen los profesionales de la Ingeniería Civil junto a la metodología BIM. A continuación, se muestran los gráficos y resultados de las encuestas:

Cuadro 3. Preguntas y respuestas de encuesta aplicada.

#	Pregunta	SI	NO
1	¿Utiliza la metodología BIM en la etapa de proyecto de una obra?	1	18
2	¿Las obras son concluidas de acuerdo a lo planificado en la etapa de proyecto?	3	16
3	¿Las mediciones y cálculos métricos del proyecto coinciden con los construidos al final de la obra?	1	18
4	¿Los costos de construcción son iguales a los establecidos por el presupuesto en la etapa de proyecto de la obra?	1	18
5	¿Tiene conocimiento de herramientas de modelado de proyectos en 3D?	7	12
6	¿Realiza sus proyectos en modelos 3D?	3	16
7	¿Existe un buen intercambio de información entre las distintas disciplinas que desarrollan el proyecto?	4	15
8	¿Considera importante la etapa de planificación de un proyecto?	19	0
9	¿Considera importante que la planificación establecida en la etapa de proyecto coincida con la etapa constructiva de una obra?	19	0
10	¿Considera usted que al aplicarse una metodología que facilite la realización de una planificación y un control de costos de manera más detallada, disminuiría dichos problemas mencionados anteriormente?	16	3

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

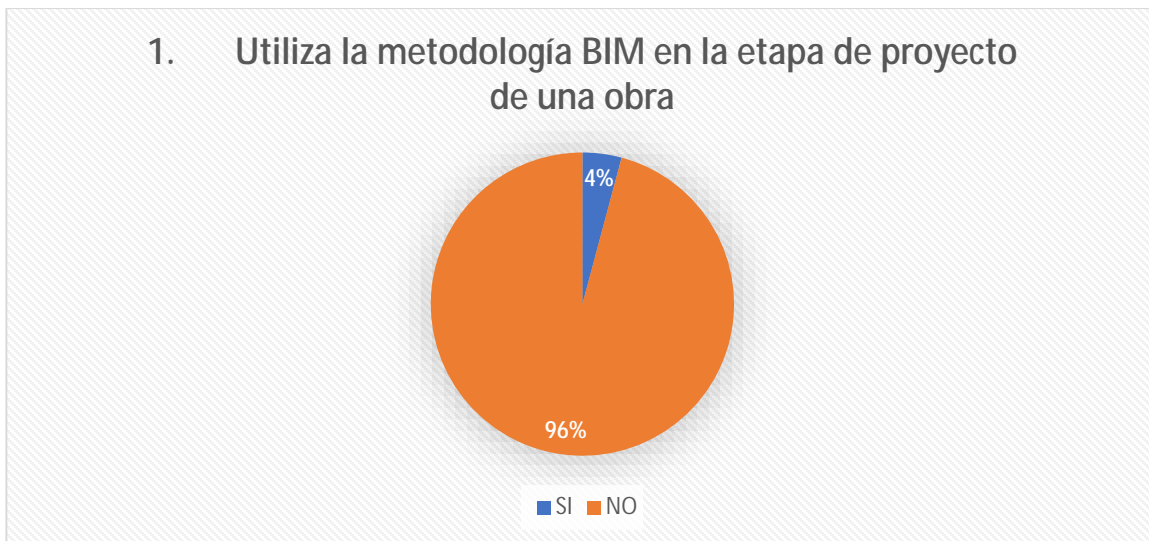


Gráfico 1: Utilización de metodología BIM.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Se considera importante empezar la encuesta por determinar si el(la) sujeto efectivamente utiliza o no la metodología BIM en su empresa o proyecto de construcción. Es evidente que el 95% de los encuestados no utilizan la metodología

BIM en sus proyectos, demostrando así que es una oportunidad nueva que se puede explorar implementar en el sector de la industria de la construcción en Carabobo y Venezuela.

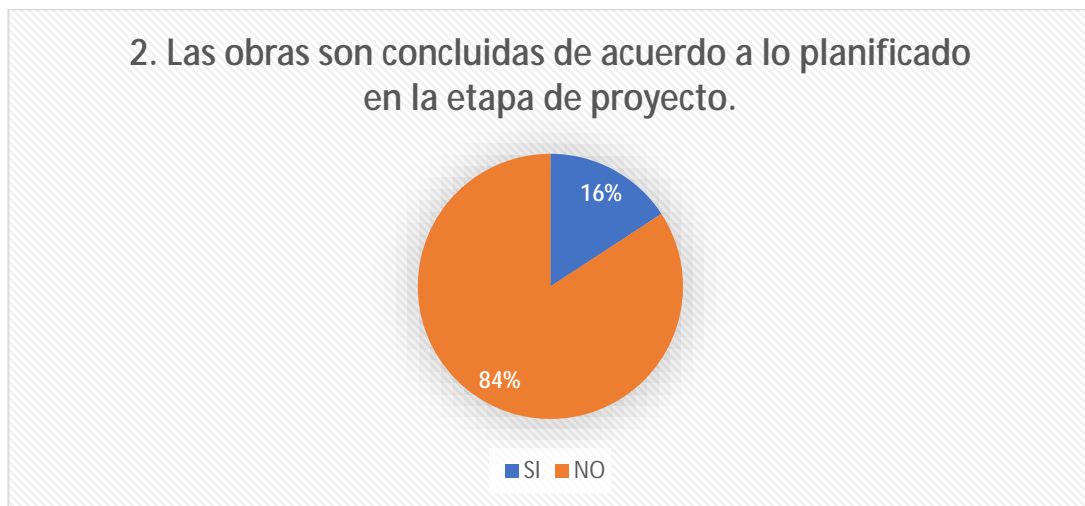


Gráfico 2. Conclusión según etapa de proyecto.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

En la gran mayoría de las ocasiones la construcción de una obra no termina de acuerdo a lo planificado desde un inicio en la etapa del proyecto. Esto se puede reflejar en el resultado de esta pregunta de la encuesta ya que el 84% de los encuestados afirmaron que las obras no son concluidas de acuerdo a lo planificado, demostrando que existe un problema con la planificación de obras. Posteriormente se pidió que se indicaran las causas más frecuentes por la cual existe este inconveniente, obteniendo que los más destacados fueron las variaciones en las cantidades estimadas, la falta de consideración de ciertos insumos y la aprobación tardía de planos o permisos, además resaltaron diversas causas como falta de insumos por escasez y fallas en el proyecto. A continuación, se pueden visualizar de una manera más detallada en el gráfico 3 estas razones.

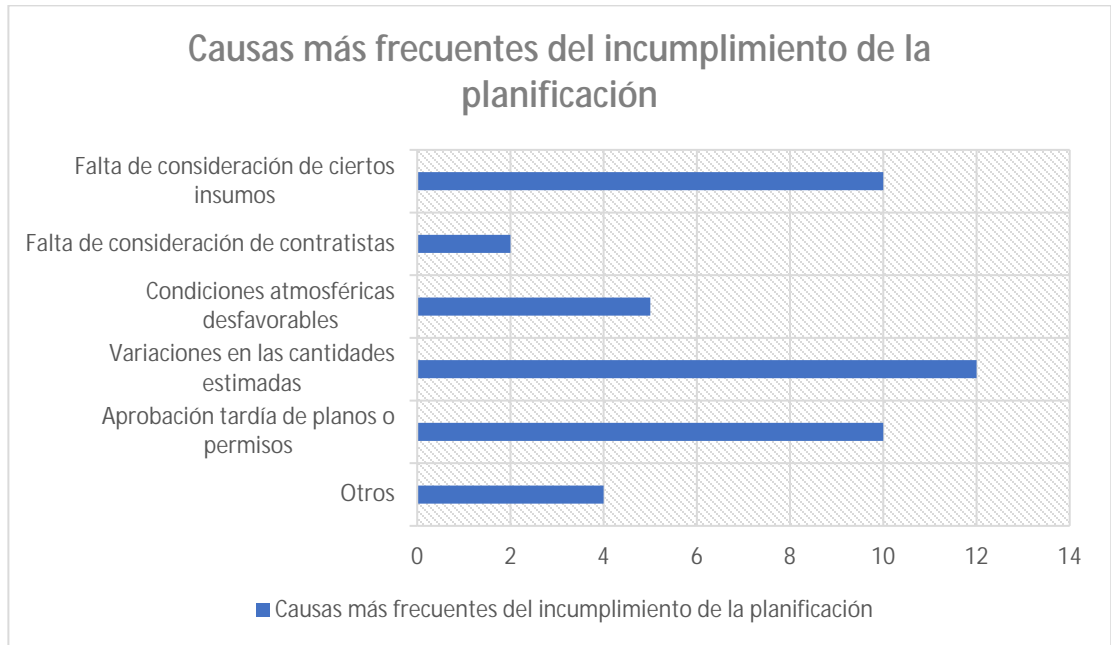


Gráfico 3. Incumplimiento de la planificación.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).



Gráfico 4. Cálculos métricos del proyecto.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

En el gráfico 4 se puede mostrar que un 89% de los encuestados consideran que los cálculos métricos de un proyecto no corresponden a los ejecutados en obra, haciendo referencia a que existe una desproporción entre las cantidades del proyecto y

las finales, que tienen que ver con el método usado para la medición de cómputos métricos a inicios del proyecto. Posteriormente se profundizó en la pregunta y los encuestados alegaron que la diferencia existente entre los cómputos métricos del proyecto solía ser menores a los requeridos en la obra, aproximadamente entre un 10% y 20% de lo calculado, mientras que otros encuestados indican que suele sobrepasar los de la obra en un porcentaje muy bajo (Gráfico 5).

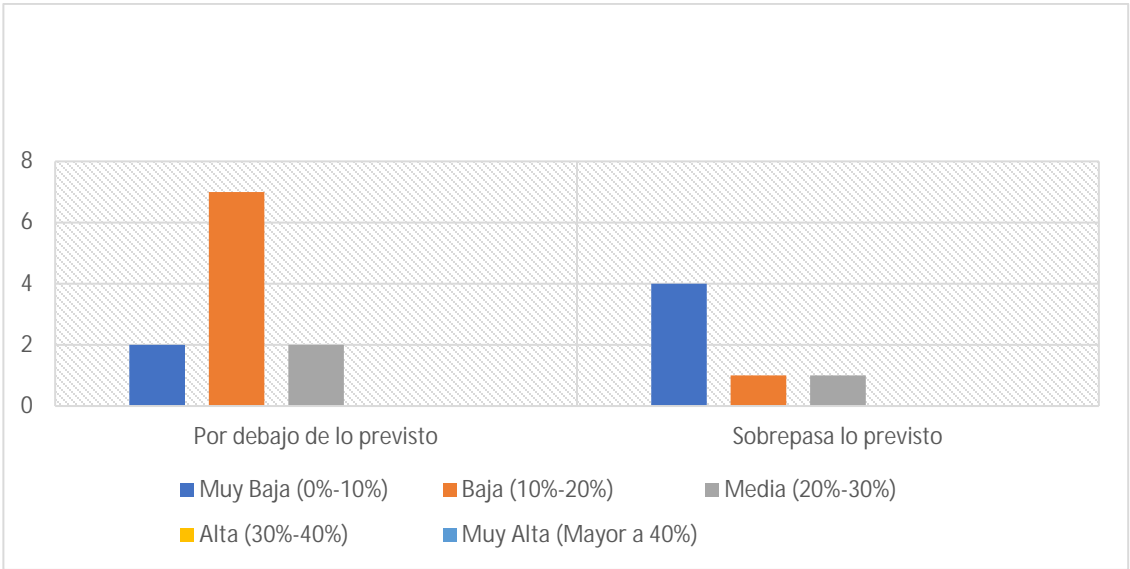


Gráfico 5. Diferencia en cómputos métricos.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

4. Los costos de construcción son iguales a los establecidos por el presupuesto en la etapa de proyecto de la obra

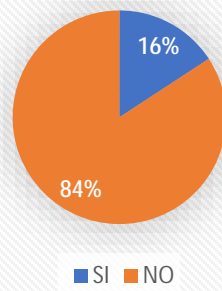


Gráfico 6. Costos según proyecto.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Como consecuencia de tener unos cálculos métricos a nivel de proyecto que no corresponden a los ejecutados realmente en obra, se verá reflejado en los costos de la misma debido a los materiales, uso de equipos y tiempo de trabajo de la mano de obra, como puede ser reflejado en el gráfico 6 donde se muestra que el 84% de los encuestados consideran que los costos de construcción no son iguales a los establecidos inicialmente en el presupuesto de su obra. Posteriormente los encuestados detallaron que en la mayoría de los casos los costos de la obra suelen sobrepasar de un 10% al 30% el presupuesto supuesto al principio del proyecto.

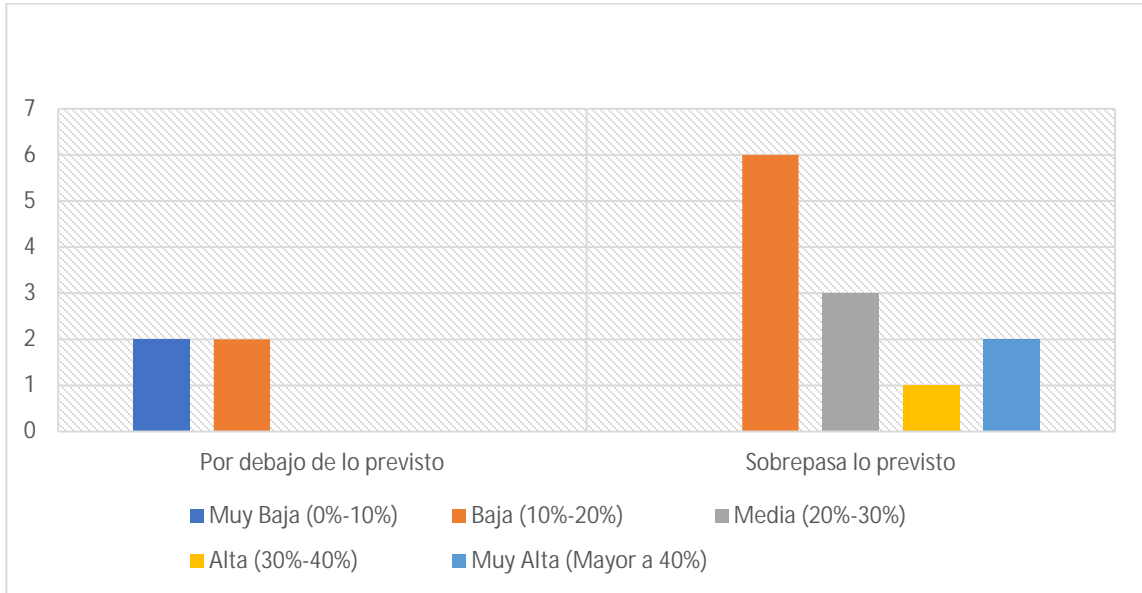


Gráfico 7. Diferencia de costos de obras civiles.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

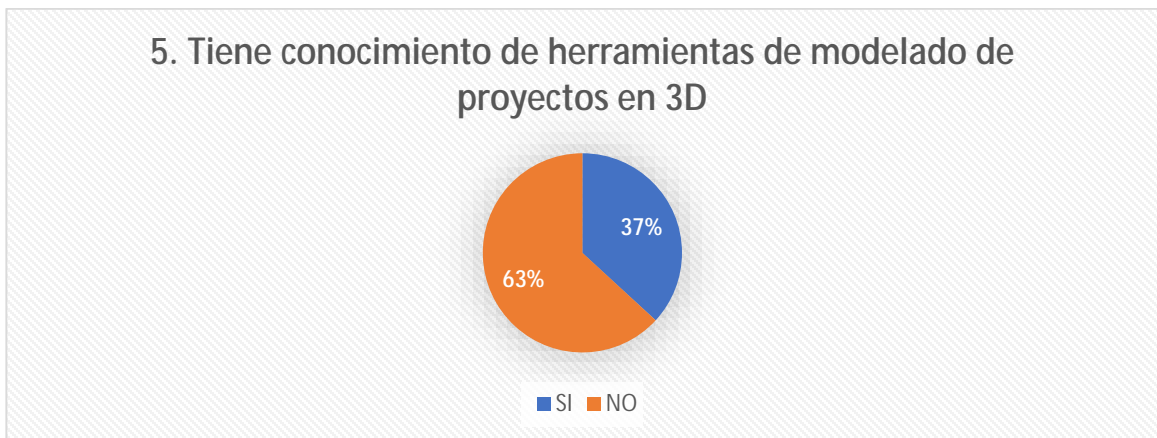


Gráfico 8. Conocimiento de herramientas de modelado.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Como puede ser reflejado en el gráfico 8, que un 37% de los encuestados efectivamente tienen conocimiento de herramientas de modelado de proyectos en 3D, requisito indispensable si se pretende iniciar en la metodología BIM.

6. Realiza sus proyectos en modelos 3D

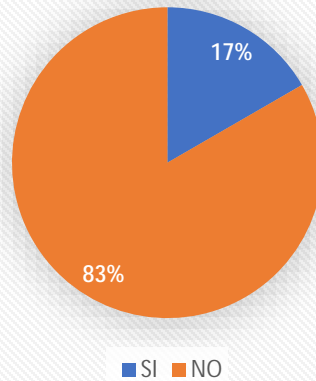


Gráfico 9. Proyectos en 3D.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Así como anteriormente se mostró que los proyectistas poco conocen de herramientas de modelado en 3D, en el gráfico 9 se puede determinar que el 84% de los encuestados no utilizan dichas herramientas para la realización de sus proyectos, información con la cual se puede concluir que esto podría afectar a la cuantificación de los cálculos métricos, considerando que utilizando herramientas de modelado en 3D estos pueden ser más exactos a los medidos de la manera tradicional en planos de 2D.

7. Existe un buen intercambio de información entre las distintas disciplinas que desarrollan el proyecto.

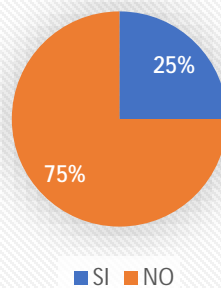


Gráfico 10. Intercambio de información.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

En el gráfico 10 anteriormente mencionado se puede observar que el 79% considera que no existe un buen intercambio de información entre los distintos profesionales de cada disciplina que desarrollan el proyecto, siendo esta una de las características que se solventan en proyectos que utilizan la metodología BIM.

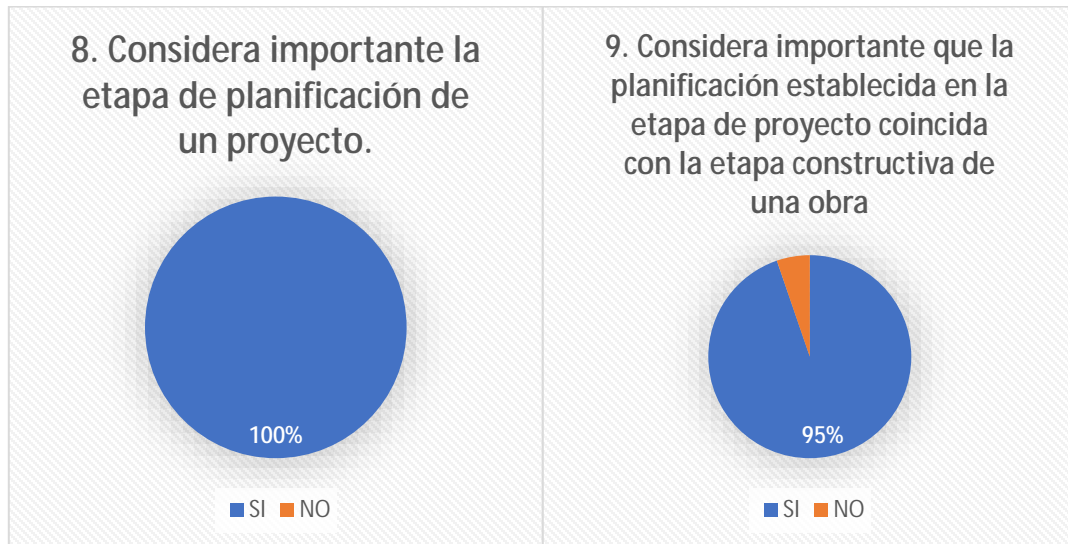


Gráfico 11. Planificación de proyectos.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Es evidente que la gran mayoría de los encuestados consideran que es de máxima importancia que exista una planificación eficiente y efectiva donde se cumplan los plazos de realización de actividades y se mantengan los costos establecidos en el proyecto.

10. ¿Considera usted que al aplicarse una metodología que facilite la realización de una planificación y un control de costos de manera más detallada, disminuiría dichos problemas mencionados anteriormente?

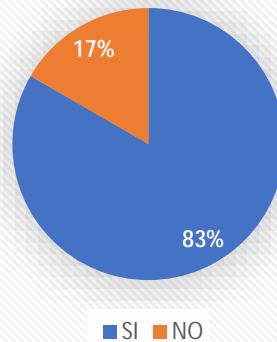


Gráfico 12. Consideración de la aplicación del BIM.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

En dicha gráfica se puede observar que el 84% de los encuestados considera que al aplicarse una metodología como el BIM, disminuiría los problemas ocasionados al momento de la realización de la planificación y control de costos, ya que su correcta implementación permite garantizar al modelo una visualización acertada de la programación de obra original y estas simulaciones facilitan el control posterior de la programación en obra. Por lo cual se podría decir que la definición de unos lineamientos generales para la planificación de obras civiles, lograría facilitar este paso y disminuiría dichas fallas presentadas en los proyectos de obras civiles.

4.2. Análisis del procedimiento en la gestión de planificación y la gestión de costos de un proyecto de obras civiles en edificaciones unifamiliares.

La gestión de planificación en la construcción es de gran importancia en cualquier tipo de obras por diversas razones, entre las que podemos destacar:

- Los montos de obra, que suelen ser muy elevados y deben de tener un buen seguimiento.
- Los elevados tiempos de ejecución del proyecto y las diferentes actividades

simultaneas desarrollados en él.

- Agentes externos como clima, proveedores, contratistas, financiamiento, etc.
- La legislación que aplica al sector de la construcción y su complejidad en cuanto a los pagos de mano de obra.

En tal sentido, se desarrolla un protocolo que permite monitorear la gestión de planificación y la gestión de costos de un proyecto de obras civiles en edificaciones unifamiliares. Este lineamiento se emplea para el análisis del rendimiento de un determinado proyecto, siendo el de este caso, una vivienda unifamiliar. Su principal utilidad es que permite medir y hacer un seguimiento conjunto del rendimiento de los costos, del calendario de ejecución y compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado (fecha de control) con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto. De este modo, se tiene una medida de cuanto trabajo se ha realizado, cuanto queda para finalizar el proyecto y extrapolando a partir del esfuerzo invertido en el proyecto, permite estimar los recursos que se emplearán para finalizarlo. Esta metodología permite estimar en cuanto tiempo se completaría.

Los principales parámetros empleados para el control del presente proyecto son:

1. Alcance: Metas físicas, producción, calidad, manejo de riesgos, etc.
2. Tiempo: Cronograma, lapso de ejecución, inicio, terminación, prorrogas, etc.
3. Costo: Uso de recursos en un tiempo determinado para lograr producción (Producción/Tiempo=Rendimiento), lo cual se transforma en costos.

Estos tres factores se identifican como un “Triangulo de Equilibrio” (Alcance, Tiempos y Costos) a la hora de gestionar los requisitos concurrentes de un Proyecto. Asimismo, la calidad se ve afectada por el equilibrio de estos tres factores. La relación es tal, que si cambia cualquiera de ellos, se ve afectado por lo menos otro de los factores.

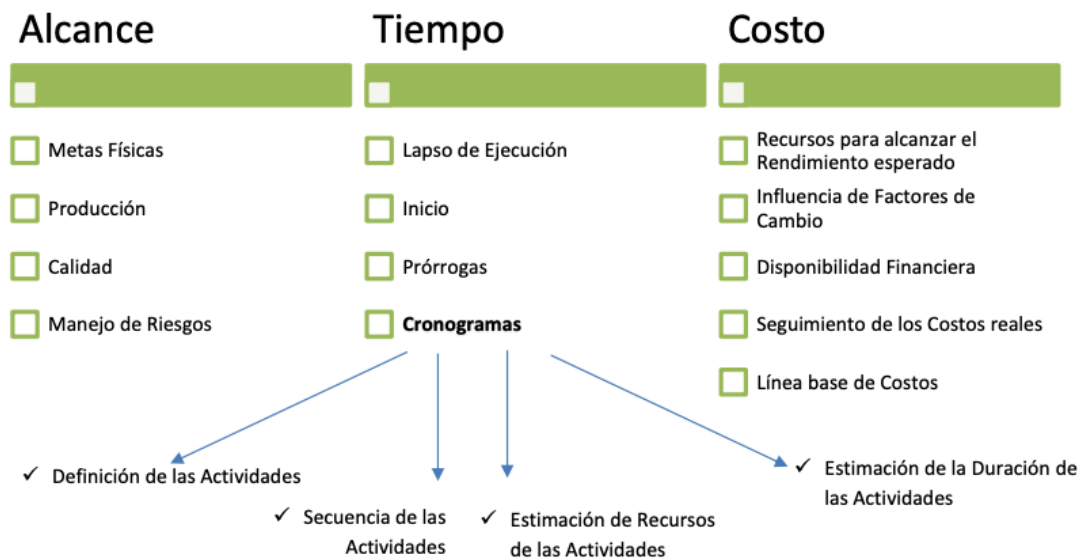


Figura 5. Lineamientos para el control de Obras. (Alcance – Tiempo – Costos).

Fuente: Mata (2016).

4.2.1. Gestión de Alcance.

Es importante definir y controlar lo que se va a construir o fabricar, así como cuáles son las actividades a desarrollar para obtener el resulta final. De esta manera se asegura que el proyecto incluya todos los trabajos y actividades requeridos para que sea completado de manera exitosa. Para la realización del alcance del proyecto de vivienda unifamiliar, se partió de las actividades propuestas a realizar del mismo, considerando las que se pueden implementar basado en el alcance de este trabajo, mediante el modelo 3D del proyecto realizado.

4.2.1.1. Alcance del Proyecto.

Para la realización de este proyecto solo se consideraron algunos de los elementos más relevantes para la elaboración del mismo, tomando principalmente dos disciplinas: estructura y arquitectura, las cuales se reflejan en la EDT (Estructura Desglosada de Trabajo) mostrada en la figura 6.



Figura 6. Estructura Desglosada de Trabajo para vivienda Unifamiliar.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

La EDT anteriormente mostrada se divide en dos disciplinas y sus respectivas subcategorías correspondientes a los entregables del proyecto. La misma obedece a la nomenclatura de la Norma COVENIN 2000-92 de Edificaciones, respetando su organización y sus respectivos caracteres del código que estas actividades contemplan, las cuales serán posteriormente desarrolladas en un cronograma de trabajo.

4.2.2. Gestión del Cronograma (Tiempo).

La estimación y control del tiempo necesario para cumplir las tareas, así como es determinante para el logro del objetivo de asegurarse la finalización del proyecto a tiempo. Para ello, contamos con planificación y control global de obra. Esto permite asegurar una correcta coordinación de los diferentes elementos de la gestión del proyecto, lo cual integra las otras áreas que corresponden a la gestión de planificación como el alcance y los costos.

Considerando lo anterior, se establecieron las actividades de ejecución del proyecto, las cuales se basan en la Estructura Desglosada de Trabajo establecida como alcance del mismo. Estos consisten en:

- Construcción de zapatas de fundación
- Construcción de Pedestales
- Construcción de Vigas de Riostra
- Construcción de Base para Piso
- Construcción de Columnas
- Construcción de Vigas
- Construcción de Losa de Techo
- Construcción de Paredes de 10 cm de espesor
- Construcción de Paredes de 15 cm de espesor

En el mismo orden de ideas, fueron establecidos los tiempos de ejecución de cada una de las actividades. Para esto se procedió a la utilización de la herramienta de gestión de presupuesto, MaPreX, la cual mediante el uso de su base de datos actualizada para la fecha en la que se realizó esta investigación, brinda los tiempos de ejecución de cada partida o actividad, basándose en el rendimiento de las mismas. La herramienta toma las cantidades computadas y las divide entre el rendimiento diario de la actividad, el cual es previamente establecido por la base de datos, con la posibilidad de que el usuario lo modifique a su criterio.

4.2.3. Gestión de Costos.

En el ciclo de vida de un proyecto de construcción, sus costos y los beneficios de la planificación inicial hasta la disposición del resultado de la obra son relevantes para la toma de decisiones. Es por ello que la estimación y control de los costos de los recursos son muy esenciales, ya que permiten asegurar, el completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado para el mismo.

Por lo tanto, se definieron los costos para la realización del proyecto de vivienda unifamiliar, utilizando la misma herramienta MaPreX, la cual, mediante la utilización de su base de datos actualizada a la fecha, proporciona los costos de insumos, equipos y mano de obra, los cuales son establecidos en el análisis del precio unitario de cada partida/actividad establecida previamente. Este precio unitario considera los costos tanto directos como indirectos, este ultimo correspondiendo a gastos administrativos, factor de costos asociado al salario (FCAS), utilidad, imprevistos, entre otros. Estos costos por unidad de la partida son aplicados a las cantidades totales estipuladas, gestionando de esta manera los costos de todo el proyecto.

4.2.4. Proceso de Gestión de planificación y Costos.

La planificación y programación detallada es ejecutada en función de cumplir el lapso de tiempo estipulado en la programación. Al no poder sobrepasar los periodos de ejecución establecidos de forma preliminar, se busca para cada una de las actividades que los tiempos estimados se encuentren en rangos inferiores.

- Al momento de especificar las actividades, deben incluirse aquellas que se realizan antes de iniciar los trabajos de construcción, siguiendo con las actividades macro y desglosando cada una de estas en distintas partidas que las componen, de manera de abarcar de lo mas general a lo más detallado.
- La estimación de los tiempos corresponderá a los estudios efectuados con las cantidades de obras ya establecidas y previamente revisadas, y con los análisis de precios unitarios, los cuales son brindados por la herramienta en estudio para este caso, para cada especialidad o actividad.
- Manteniendo las dependencias entre actividades y estableciendo las de

aquellas que no estén incluidas, la idea es definir una ruta crítica que conlleve a una duración menor o igual a la estipulada en la planificación y programación.

A continuación, se presenta el flujograma correspondiente a los lineamientos de la gestión de planificación y costos para el proyecto en cuestión.



Figura 7. Flujograma de Lineamientos para la Gestión de Planificación y costos.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

4.3. Determinación de variables de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX.

4.3.1. Descripción de las herramientas utilizadas.

Para el desarrollo de este trabajo de grado fueron empleadas concretamente tres (3) aplicaciones para obtener un proceso de planificación de un proyecto de vivienda unifamiliar mediante la metodología BIM, los cuales fueron: Autodesk Revit, DataLaing MaPreX y Asta Powerproject. En paralelo fueron empleados dos (2)

programas comunes en el mercado, necesarios para que la vinculación de la información de los modelos fuera posible, los cuales fueron: Microsoft Excel y Microsoft Project.

- **Autodesk Revit.**

Autodesk Revit es uno de los softwares de diseño de modelos BIM mas conocidos en el mercado. Es importante su utilización para aplicar esta metodología debido a que, además de la realización de un modelo en 3D, permite integrar información a cada elemento por separado de dicho modelo, proceso mejor conocido como parametrización. Fue empleado en este trabajo para la elaboración del modelo de vivienda unifamiliar utilizado en todo el proceso de la investigación.

- **DataLaing MaPreX.**

DataLaing MaPreX “Manejador de Presupuestos Express” es un software desarrollado para el manejo de operaciones básicas y complejas en la elaboración de presupuestos para obras civiles. Fue empleado en este trabajo ya que, a diferencia de otros programas desarrollados en otros países, este siendo creado en Venezuela, considera todos los factores legales y términos que aplican para este país y sus condiciones especiales, tomando en cuenta para los presupuestos todos los elementos que elevan los costos de la obra en cuanto al personal de construcción y sus condiciones especiales de pagos, bonos y liquidaciones, tomando en cuenta que son factores determinados por leyes venezolanas, así como también considera numerosos elementos más. Tomando en cuenta lo anterior, es más conveniente su utilización en la metodología BIM y en este trabajo ya que cubre las necesidades del mercado venezolano en la construcción.

- **Asta Powerproject.**

Powerproject es una herramienta de planificación de obras civiles que emplea un modelo BIM 3D para la integración del mismo al cronograma de ejecución realizado por el usuario. Entre sus capacidades de planificación se puede considerar que su utilización es fácil, ya que este trabaja con una línea de tiempo, donde se pueden reflejar

todas las tareas y sus lapsos de duración. Una de las cualidades más importantes del programa, que fue el principal motivo de su ampliación en este trabajo de grado, es que el usuario tiene la capacidad de agregarle recursos a las tareas asignadas a la línea de tiempo, tales como equipos, materiales, personal, dinero, entre otros. Esta información es brindada por lo que sería el programa de presupuesto o 5D, MaPreX, por lo cual fue empleado para este trabajo.

4.3.2. Descripción de variables.

Como se mencionó anteriormente, cada herramienta utilizada posee diferentes capacidades de participación en la elaboración de la planificación del proyecto, y cada una se sirve de la información que la otra le puede brindar para que pueda dar los resultados que se requieren, pero cada una de estas necesita que dicha información se le sea presentada de una manera específica, permitiendo que pueda ser procesada sin dar mayores errores y complicaciones en el proceso.

A continuación, se explicarán los elementos y variables de estos programas que tienen que considerados para la vinculación de información entre ellos.

4.3.2.1. Variables de Revit.

Es indispensable que Revit reciba la información de codificación de partidas. Existen diferentes métodos para agregarle parámetros a cada tipo de elemento en esta aplicación, pero para el desarrollo de este trabajo fue utilizado principalmente el parámetro de “Nota Clave”. Como su nombre lo indica, la Nota Clave es un parámetro de información que Revit incluye para detallar o etiquetar los componentes de un modelo, bien sea de materiales o familias. Puede etiquetar cada uno de estos elementos mediante una lista de etiquetas de nota clave. El valor de nota clave se obtiene de un archivo de texto que contiene una lista de notas claves.

Los datos de nota clave por defecto suministrados por Revit se basan en el sistema Master Format de CSI (Construction Specification Institute) introducido en 1995, que utiliza 16 divisiones para organizar materiales y procesos de construcción. Este sistema es muy utilizado en Estados Unidos. Existe una versión más reciente de

este sistema que se basa en 50 divisiones y que se introdujo en 2004. Revit admite las versiones del sistema CSI.

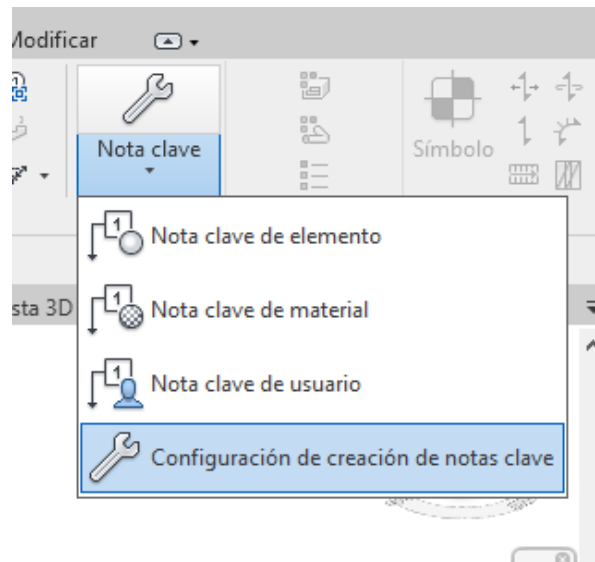


Figura 8. Interfas del parametro “Nota Clave” en Revit.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Para lo que se quiere utilizar en este proyecto de vivienda unifamiliar, deben ser cargados las partidas de la Norma COVENIN 2000-92 para Edificaciones, las cuales mediante el uso de este parámetro podrán ser asignadas a los elementos deseados. De esta manera empleando el sistema será eficaz la actualización de los elementos y su clasificación por “Notas Claves”. Posteriormente es posible organizar esta información en tablas diseñadas por el usuario en Revit, las cuales pueden ser exportadas para hacer uso de las mismas en otras aplicaciones como Excel, formato el cual es posible que MaPreX utilice para capturar dichas partidas. Para ello, una vez teniendo una tabla de cantidades organizada por partidas con su respectivo código, se busca la opción de exportar el reporte a un formato de texto (.txt) en el menú de archivo. Una vez guardado, es posible abrirlo en Excel simplemente arrastrándolo a una nueva hoja de cálculo del mismo programa.

4.3.2.2. Variables de MaPreX.

Para la realización de un presupuesto en MaPreX es fundamental tener en cuenta dos aspectos: definición de partidas (actividad) y cantidad a ejecutar. Para iniciar el presupuesto se debe primeramente capturar las partidas que se trabajaran de la base de datos incorporada al programa, las cuales están organizadas utilizando nomenclatura de la Norma COVENIN, facilitando la búsqueda de las mismas mediante su código.

Es posible capturar dichas partidas, importándolas desde un archivo externo de Excel, donde pueden organizarse de una manera conveniente que el programa pueda leer para su importación. Simplemente en la pantalla principal del presupuesto recién creado, se oprime “click derecho” y se pulsa la opción de “Importar Presupuesto Excel (Formato MaPreX/BIM)”. Esta función permite traer las partidas y sus cantidades de ejecución al programa desde una tabla creada en Excel, la cual puede también ser un producto de Revit y su menú de planificación de reportes de cantidades. En la figura 5 se puede mostrar un ejemplo específico de como deben estar organizadas las partidas y cantidades en una tabla en Excel para ser importados a MaPreX y que este pueda procesar la información correctamente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I							
1	REVIT: LU OTRO: REFERENCIA EXPORTADA QUE RECONOCE MAPREX	Numero consecutivo de la partida	MaPreX: Asociado a la Referencia	MaPreX: La descripción ya viene asociada a la Referencia	MaPreX: Asociado a la Referencia	REVIT: Calculado y asociado a la partida desde Revit u otro software	MaPreX: Asociará a la Referencia cuando lo importe MaPreX	Calculado en MaPreX								
2																
3																
4																
5																
6																
7	REFERENCIA MaPreX (desde la fila 7)	Part No. (Lo coloca MapreX)	Código (Lo coloca MaPreX)	Descripción (las pondrá MaPreX al importar desde nuestra Base de Datos)	Unidad (La coloca MaPreX)	Cantidad	Precio Unitario (Lo coloca MaPreX)	Total Bs.F.								
8	EAA006	1	E411570 (La coloca MaPreX)	CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES DE CONCRETO RELLENOS, MACIZADOS, E- 20 cm, ACABADO CORRIENTE PARA COLOCACION DE RESVTIMIENTO. EXCLUYE MACHONES Y DINTILES	m2	15	Lo coloca MaPreX									
9	EAA010	2	E412202003 (La coloca MaPreX)	CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO EXTERIOR EN PAREDES CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE.	m2	15										
10	EAZ028	3	E412210007 (La coloca MaPreX)	CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO EXTERIOR EN PAREDES CON BALDOSAS DE CERAMICA NACIONAL, ACABADO NATURAL. INCLUYE FRISO BASE.	m2	15										
11	EAP003	4	E463200503 (La coloca MaPreX)	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR EN PAREDES. INCLUYENDO FONDO ANTIALCALINO.	m2	15										
12	EJEMPLO PARA GENERAR LAS TABLAS DE COMPUTOS- LAS FILAS EN AMARILLO ES LO QUE LE INTERESA A MAPREX PARA CONSTRUIR EL PRESUPUESTO. DEBE TENER ESTA MISMA ESTRUCTURA Y ESTE ORDEN															
13																
14																
15																
16																
17																

Figura 9. Modelo de organización de partidas en Excel requerido para ser importado a MaPreX.

Fuente: Mata (2019).

A continuación, se mostrarán en el cuadro X algunas de las ventajas del uso de esta herramienta de presupuesto de obras.

Cuadro 4. Beneficios del programa DataLaing MaPreX.

DataLaing MaPreX	Fácil y rápido manejo.
	Exportación a Hoja de Cálculo (Excel) formulado y con formato establecido.
	Desarrollado para el campo de la Construcción de Venezuela.
	Multi-Empresa.
	Reportes flexibles.
	Compatible con otros software de control de obras.
	Capacidad de realizar los presupuestos en varias monedas.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

MaPreX también permite la creación de un cronograma de ejecución, lo cual corresponde a la planificación de la obra. Esta capacidad se basa en los rendimientos de las partidas que el usuario establezca para cada una de ellas, basándose en su criterio profesional como el número de trabajadores empleados para cada partida, así como en los materiales y equipos utilizados. Esta información de tiempos y costos permite la creación de cuadros y gráficos importantes para la planificación de la obra, tales como un cronograma de inversión, curva de inversión o “curva S”, cronogramas en horas hombre, entre otros.

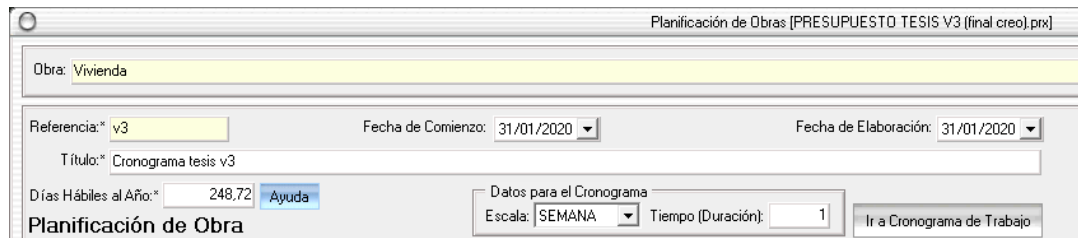


Figura 10. Interfas de configuración del cronograma de trabajo en MaPreX.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

De la misma manera, cabe a destacar que otra característica de este programa importante para el desarrollo de este trabajo, es su capacidad de exportar un cronograma de planificación con sus respectivos recursos a Microsoft Project, programa de planificación de proyectos utilizado ampliamente en el mercado de la construcción, el cual sirve como base de importación a otros programas de planificación que puedan emplear la metodología BIM y modelos informáticos, sacándole mas ventaja a toda la información brindada por el MaPreX.

4.3.2.3. Variables de Powerproject.

Asta Powerproject permite añadirle una diferente variedad de información útil a cualquier proyecto de construcción, tales como grupos de contratistas a diferentes actividades, estimación de costos y de riesgos, replanificación en caso de agregar retrasos, seguimientos, entre otros. La principal ventaja de este programa con respecto a este trabajo de grado es que permite la vinculación de un modelo BIM 3D a la planificación creada por el mismo, así como también a la importada de otro programa específico de planificación, como el Microsoft Project.

Para fines de esta investigación lo que se requiere es importar dicho programa de trabajo a este programa. Para ello simplemente al crear un nuevo proyecto se busca importar uno ya existente de Microsoft Project en el menú de inicio del programa. Realizando esto, Powerproject automáticamente puede reconocer toda la información traída del Project, incluyendo sus recursos, como los materiales, equipos, mano de obra y costos para la realización de cada actividad.

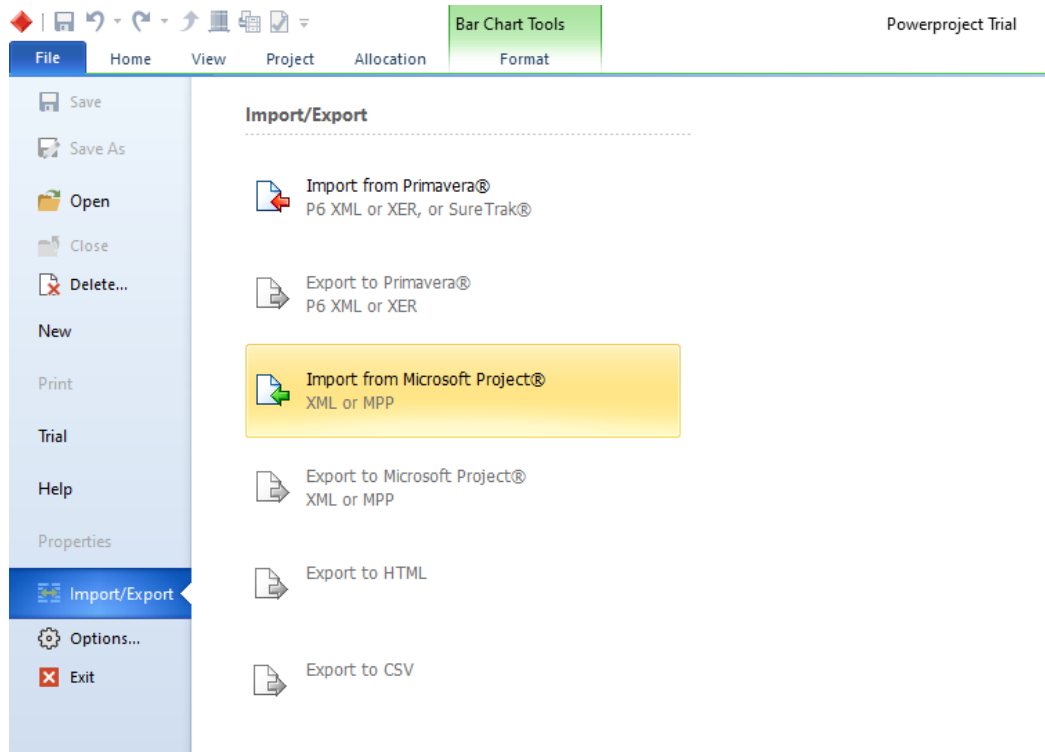


Figura 11. Menu de importación/exportación de PowerProject.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

De la misma manera, para que sea un modelo BIM, esta planificación debe tener su respectivo modelo 3D vinculado. El programa permite traer un modelo 3D BIM, importándolo en un archivo IFC, el cual puede ser creado a partir del modelo del proyecto en Revit. Este posteriormente puede ser separado por elementos en el PowerProject y vinculado individualmente a cada actividad de la planificación del proyecto.

De esta forma, es posible que este programa utilice la información creada inicialmente en MaPreX, basada en las partidas y cantidades del modelo 3D creado en Revit, logrando vinculación BIM en la etapa de planificación del proyecto. A continuación, en el cuadro X se muestran algunos de los beneficios de la utilización de esta herramienta.

Cuadro 5. Beneficios del programa Asta Powerproject.

Asta PowerProject	Fácil de usar pero extremadamente potente.
	Completamente escalable, por lo que se adapta a cualquier tipo de proyectos.
	Mejor protección contra litigios causados por el retraso.
	Opción empresa para multi-usuario, acceso en tiempo real.
	Actualización de la información del proyecto con el progreso registrado en forma remota (observación del progreso desde un teléfono inteligente)
	Proporciona informes de los paneles para rápidos resúmenes de los progresos.
	Se integra fácilmente con otros software.

Fuente Mieres, Zanni (2020).

4.3.3. Requisitos para la vinculación.

Para lograr una vinculación exitosa entre los programas empleados en este trabajo, es preciso brindarle la información a los mismos de la forma con la que estos puedan leerla para convertirla a su respectivo archivo de uso, logrando así la integración del BIM usada para el desarrollo de este trabajo de grado. Cada herramienta posee diferentes variables que deben ser configuradas de forma específica para que el proceso de vinculación sea exitoso.

4.4. Definición de los aspectos necesarios para la parametrización y vinculación de un proyecto 3D a la metodología BIM en sus dimensiones 4D y 5D para la facilitación en la gestión de planificación de proyectos de construcción en viviendas unifamiliares.

A continuación, se realiza una explicación para lograr una exitosa vinculación del proyecto de una vivienda unifamiliar modelada en 3D a los programas BIM 4D Powerproject y 5D MaPreX:

4.4.1. Requisitos de un modelo 3D apropiado.

La metodología BIM y su aplicación empieza con el preámbulo de que se trabajará con un modelo 3D el cual debe cumplir con características específicas para que el desarrollo del proyecto sea oportuno, evitando los posibles errores a la hora de la vinculación entre programas, y principalmente para permitir que los cálculos métricos de las partidas sean especificados de una manera correcta. Unos de los aspectos fundamentales que debe requerir el modelo 3D es que cada elemento constructivo este separado bien sea por familia o tipo, también que los materiales de construcción estén correctamente definidos de acuerdo al elemento que lo use. Con el modelo 3D es posible visualizar choques de elementos y como podría verse la estructura en realidad, evitando posibles pérdidas de tiempo durante la construcción si algunos elementos colisionan.

4.4.2. Parametrización en el modelo 3D de Revit.

El paso fundamental para la implementación de la metodología BIM empieza con un modelo 3D que considere los parámetros de cada material en uso, de manera de que a través de dicho modelo se puedan obtener las cantidades computadas generadas por el mismo. Para esto es necesario:

- Listado de códigos COVENIN en hoja de Excel

El procedimiento a continuación es elaborar la tabla en Excel, ordenada en columnas con el código COVENIN, su respectiva referencia de MaPreX y la descripción de la partida correspondiente para ser usada a la hora de parametrizar los elementos. Dicha tabla, posteriormente es “guardada” como un formato de texto (.txt), el cual será insertado a Revit, mediante el parámetro “Nota Clave”.

A	B	C
256 E321011340	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 13 M DE LONGITUD Y 40 CM DE DIAMETRO	
257 E321011430	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 14 M DE LONGITUD Y 30 CM DE DIAMETRO	
258 E321011435	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 14 M DE LONGITUD Y 35 CM DE DIAMETRO	
259 E321011440	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 14 M DE LONGITUD Y 40 CM DE DIAMETRO	
260 E321011535	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 15 M DE LONGITUD Y 35 CM DE DIAMETRO	
261 E321011540	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, CILINDRICOS, DE 15 M DE LONGITUD Y 40 CM DE DIAMETRO	
262 E321020830	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, OCTOGONALES, DE 8 M DE LONGITUD Y 30 CM DE DIAMETRO	
263 E321020835	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, OCTOGONALES, DE 8 M DE LONGITUD Y 35 CM DE DIAMETRO	
264 E321020840	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, OCTOGONALES, DE 8 M DE LONGITUD Y 40 CM DE DIAMETRO	
265 E321020930	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, OCTOGONALES, DE 9 M DE LONGITUD Y 30 CM DE DIAMETRO	
	SUMINISTRO DE PILOTES PREFABRICADOS DE CONCRETO ARMADO, OCTOGONALES, DE 9 M DE LONGITUD Y 40 CM DE DIAMETRO	

Figura 12. Formato Excel de codigos de Norma COVENIN 2000-92.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

```

AAAA CoveninEdificaciones Para RuvE - copia - Notepad
File Edit Format View Help
AAAA CoveninEdificaciones Para RuvE - copia - Notepad
E01100000102-020004 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA VIVIENDA 2 +2001300
E01100000103 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA INSTITUTOS EDUCACIONALES 2 +2001340
E01100000104 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EDIFICACIONES COMERCIALES 2 +2001340
E01100000105 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EDIFICACIONES MEDICO HOSPITAL 2 +2001340
E01100000106 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EDIFICACIONES JUDICIALES 2 +2001340
E01100000107 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA HOTELS 2 +2001340
E01100000108 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EDIFICACIONES RELIGIOSAS 2 +2001340
E011014006 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA IMPLANTACION DE PROYECTOS 2 +1001300
E012 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 2 +2001340
E01210002 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN AREAS MENORES DE 1 HA, INCLUYE LEVANTAMIENTO PLANO-ALTIMETRICO, CATASTRAL Y PERIMETRAL 2
E01210003 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN AREAS COMPRENDIDAS ENTRE 1 Y 2 HA, INCLUYE LEVANTAMIENTO PLANO-ALTIMETRICO, CATASTRAL Y PERIMETRAL 2
E01210004 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 2 HA, PLANO ONDULADO Y VEGETACION POCO DENSA 2
E01210005 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 1 HA, PLANO ONDULADO Y VEGETACION POCO DENSA 2
E01210006 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 1 HA, PLANO ONDULADO Y VEGETACION MUY DENSA 2
E01210007 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 2 HA, ONDULADO Y VEGETACION POCO DENSA 2
E01210008 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 3 HA, ONDULADO Y VEGETACION DENSA 2
E01210009 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 2 HA, ONDULADO Y VEGETACION MUY DENSA 2
E01210010 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 3 HA, ONDULADO Y VEGETACION POCO DENSA 2
E01210011 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANO-ALTIMETRICO EN TERRENOS CON AREAS MAYORES DE 3 HA, ONDULADO Y VEGETACION DENSA 2

```

Figura 13. Formato de archivo de texto (.txt) de codigos de Norma COVENIN 2000-92.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Seguidamente, se sigue el orden en el grupo Anotar => Nota Clave => Configuración de creación de Notas Claves. En el cuadro de dialogo que se muestra es

posible buscar el archivo creado de texto, que contiene los códigos que usara Revit para parametrizar los elementos del modelo. Una vez cargado los códigos, se procede a parametrizar de la siguiente manera:

- Se selecciona el elemento que se desea parametrizar y en la barra de propiedades se busca el menú de “Editar tipo”
- En la tabla de propiedades de tipo que se presenta, se quiere agregar al dato de identidad de “Nota Clave” el código COVENIN de la partida que especifica el elemento seleccionado.

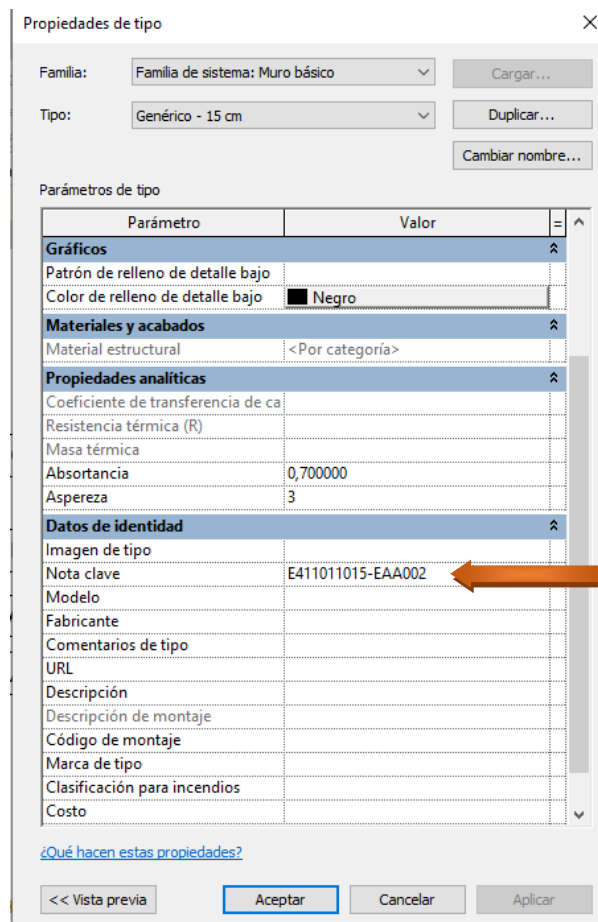


Figura 14. Menú de propiedades de tipo de un elemento del modelo.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Para efectos de esta investigación, se realizó la parametrización de un modelo de vivienda unifamiliar sencillo (ver apéndice 1) tomando los siguientes elementos:

- Zapatas
- Pedestales
- Vigas de Riostra
- Losa de Piso
- Columnas
- Vigas
- Losa de techo
- Acero de refuerzo para infraestructura y superestructura
- Paredes de 10 y 15 cm

4.4.3. Obtener cantidades de cómputos métricos de Revit para ser exportados a Excel.

Para determinar las cantidades de materiales que están siendo utilizados en el modelo en Revit se requiere crear una “Tabla de Planificación”. Para hacerlo, se tiene que buscar el grupo Vista => Tabla de Planificación => Cómputo de Materiales. Después se tendrá que establecer la categoría de la tabla a realizar, siendo el caso de este trabajo: Muros y Estructuras. Es necesario establecer la configuración de las propiedades de los cómputos de materiales y los campos que se quieren mostrar en la tabla, los cuales se visualizan a la izquierda en una amplia variedad que Revit permite mostrar, pero solo se tomarán 6 en el siguiente orden:

- Nota Clave
- Tipo
- Familia
- Familia y Tipo
- Comentarios
- Material: Área

Nota: Es importante destacar que el motivo de establecer dicho orden, se debe a que el programa MaPreX pueda importar las tablas de Excel, para generar posteriormente el presupuesto en dicho programa. Estas deben presentar un orden y organización específico en sus columnas.

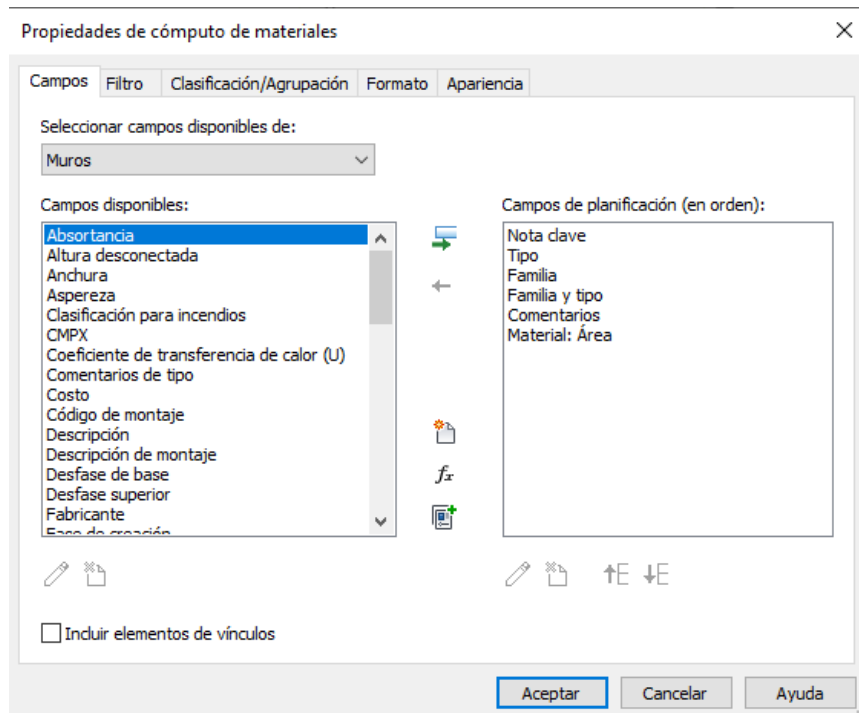


Figura 15. Campos de propiedades de cómputo de materiales del modelo.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

De la misma manera, en la configuración de “Clasificación/Agrupación” se deben tomar en cuenta dos detalles: primero la tabla debe de estar clasificada por “Nota Clave” para que los códigos se muestren en orden, respetando la secuencia cronológica de la futura ejecución, y segundo que es importante deseleccionar la opción de detallar cada ejemplar, ya que si es tomado en cuenta, la tabla imprimirá las cantidades de cada muro individual, lo cual sería incorrecto debido a que se quiere una totalización de los muros. Lo mismo pasaría para cuando se haga con las columnas y zapatas, para el caso de este trabajo.

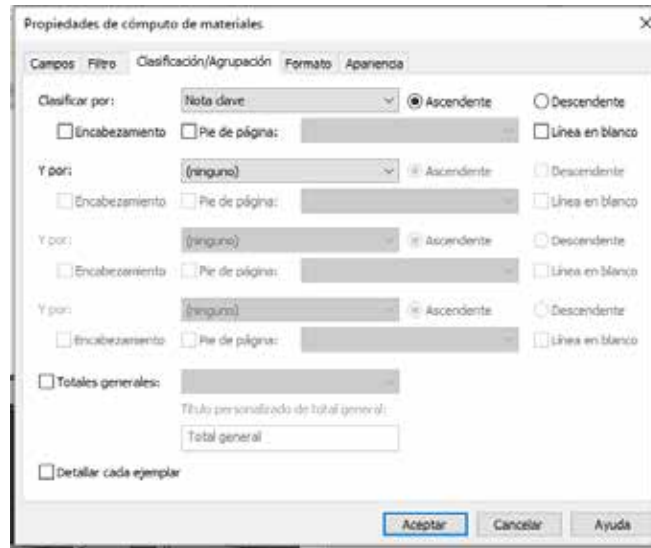


Figura 16. Clasificación y agrupación de propiedades de cómputo de materiales del modelo.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Para obtener la totalización de cantidades de un mismo tipo de elemento, en la configuración de formato, se selecciona el campo del material (área o volumen) y en la última opción se establece que la tabla imprima cálculos de cantidades totales. De esta manera se imprimirán las cantidades completas de material de cada elemento seleccionado por “nota clave”.

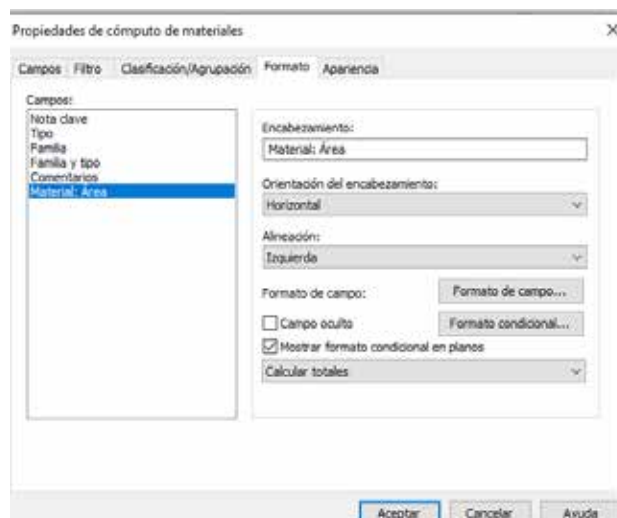


Figura 17. Formato de propiedades de cómputo de materiales del modelo.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

De esta manera se obtiene una tabla donde está presente la información necesaria para que MaPreX realice automáticamente un presupuesto. Es importante tomar en cuenta la separación de decimales configurados en el equipo en uso, ya que si en Revit se está trabajando con un separador de punto (.) decimal y Excel trabaja con un separador de coma (,) decimal, este no reconocerá el valor numérico importado, dando errores y obstruyendo el proceso. También es importante que en el cuadro previamente mostrado se cambie el formato de campo, removiendo la letra que identifique la unidad en uso, para evitar el error antes mencionado al momento de exportar la tabla realizada a Excel y este pueda reconocer los campos como numéricos y no como texto.

<Cómputo de materiales de MUROS>					
A	B	C	D	E	F
Nota clave	Tipo	Familia	Familia y tipo	Comentarios	Material: Área (m2)
E411011010-EAA001	Genérico - 10 cm	Muro básico	Muro básico:		28
E411011015-EAA002	Genérico - 15 cm	Muro básico	Muro básico:		68

<Cómputo de materiales CONCRETO (tesis)>					
A	B	C	D	E	F
Nota clave	Tipo	Familia	Familia y tipo	Comentarios	Material: Volumen (m3)
E323000125-EC					2,40
E324000125-ECI	Pedestal 30x30	- Pilar H.A Cuadrad	- Pilar H.A Cuadrad		0,63
E327000125-EP	VR 25x30	- Viga H.A Rectang	- Viga H.A Rectang		2,16
E328000125-EC	Losa 150 mm	Suelo	Suelo: Losa 150 m		16,32
E331100125-EC					1,09
E332000125-EC					2,22
E333120125-EC	Hormigón 160 mm	Suelo	Suelo: Hormigón 160		5,71

Figura 18. Tablas de cómputos de materiales de Concreto y Paredes (muros) de Revit.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

En la figura anterior se muestra cómo queda la organización de las tablas impresas por Revit, que trabajan con un formato similar a las hojas de cálculo de Excel, teniendo la organización deseada.

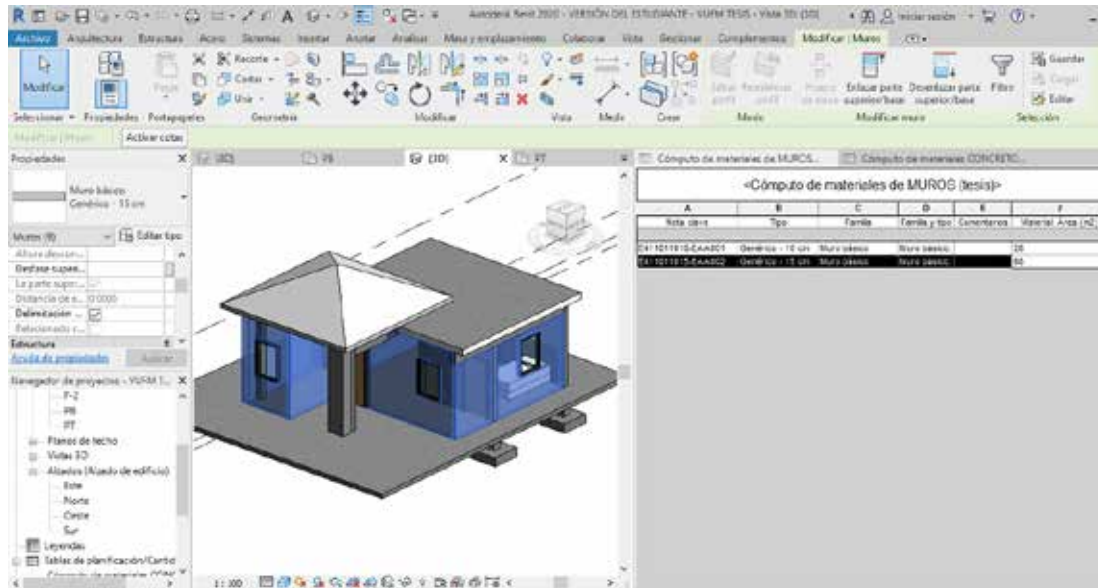


Figura 19. Modelo parametrizado en Revit, resaltando muros seleccionados de tabla de cómputos.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

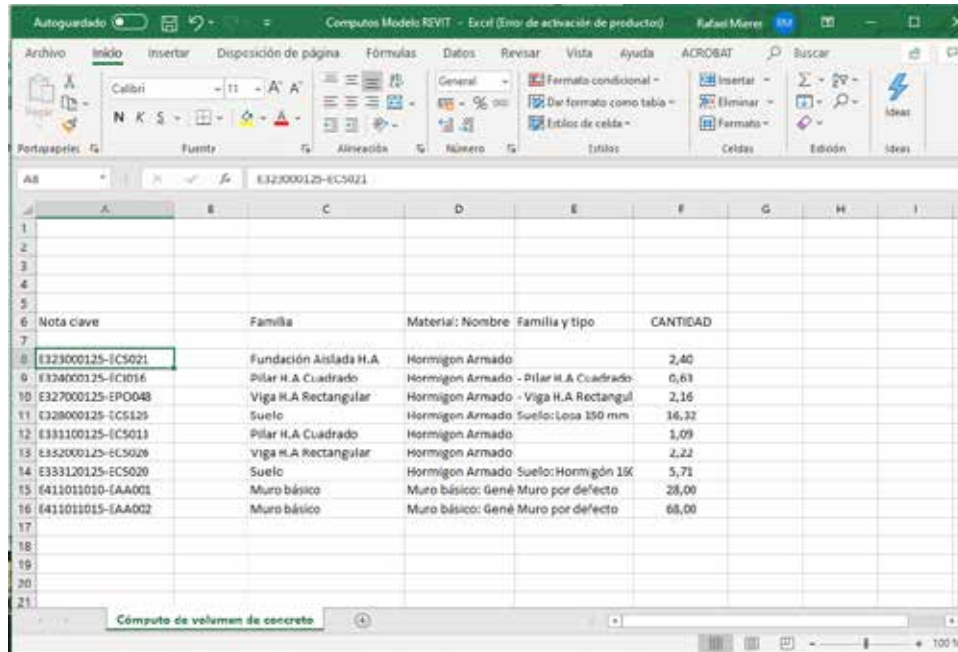
Nótese que en la figura 12, cuando se selecciona un elemento ya computado en la tabla, este será resaltado en el modelo 3D, mostrando que están vinculados con los códigos previamente establecidos en los elementos. Lo mismo ocurre con la tabla de volúmenes y sus respectivos códigos.

De la misma manera, teniendo el campo de la tabla de cómputos abierta, se procede a buscar la opción de exportar en el archivo a una hoja de reportes, la cual será guardada en una ubicación deseada en un formato de texto (.txt). Este archivo es seguidamente abierto en Excel, simplemente arrastrándolo a una nueva hoja en blanco en la aplicación, abriendo así la tabla de cómputos vista en Revit a Excel. Para que la vinculación de esta tabla a MaPreX sea exitosa, es muy importante y necesario verificar los siguientes aspectos de esta:

- La columna "A" debe tener los códigos de las partidas COVENIN.
- La columna "F" debe tener las cantidades bien sea en volumen (m3) o área (m2).
- Los datos anteriormente mencionados deben estar presentados a partir

de la fila "8" en adelante.

- La unidad de medida dada por Revit debe coincidir con la de la partida.



The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table of construction items. The table has the following columns: 'Nota clave', 'Familia', 'Material: Nombre', 'Familia y tipo', and 'CANTIDAD'. The data rows are as follows:

Nota clave	Familia	Material: Nombre	Familia y tipo	CANTIDAD
E323000125-IC5021	Fundación Aislada H.A	Hormigon Armado		2,40
E324000125-IC1016	Pilar H.A Cuadrado	Hormigon Armado - Pilar H.A Cuadrado		0,63
E327000125-EPO048	Viga H.A Rectangular	Hormigon Armado - Viga H.A Rectangul		2,16
E328000125-IC5129	Suelo	Hormigon Armado Suelo: Losa 150 mm		16,32
E331100125-IC5013	Pilar H.A Cuadrado	Hormigon Armado		1,09
E332000125-EC5026	Viga H.A Rectangular	Hormigon Armado		2,22
E333120125-EC5020	Suelo	Hormigon Armado Suelo: Hormigón 150		5,71
6411011010-IAA001	Muro básico	Muro básico: Gené Muro por defecto		28,00
6411011015-IAA002	Muro básico	Muro básico: Gené Muro por defecto		68,00

Figura 20. Formato de cómputos en Excel para su exportación a MaPreX.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

El software de MaPreX está programado para que pueda capturar este tipo de archivo de cuantificación de partidas solo si la tabla está configurada de la forma anteriormente mencionada, ya que si los datos no son presentados de esta manera el programa no estará habilitado a tomar las cantidades y códigos, arrojando así errores a la hora de importar el archivo.

Una vez realizado este proceso, se procede a exportar el modelo 3D de Revit a un formato de archivo "IFC". Este archivo será abierto posteriormente en la aplicación Powerproject, donde podrá ser vinculado directamente a la planificación final realizada por MaPreX. Existe cierta configuración que es necesaria realizar la exportación, la cual se define en el mismo cuadro de dialogo de la herramienta de exportar a archivo IFC. Es importante marcar las opciones de "Incluir elementos de acero" si se encuentran presentes, y en la barra de "Conjunto de propiedades" marcar "Exportar

conjunto de propiedades de Revit” y “Exportar conjunto de propiedades comunes de IFC”. Esto permitirá separar los elementos por categorías en el modelo “IFC” abierto en Powerproject, lo cual facilitará el trabajo de asignar los elementos.

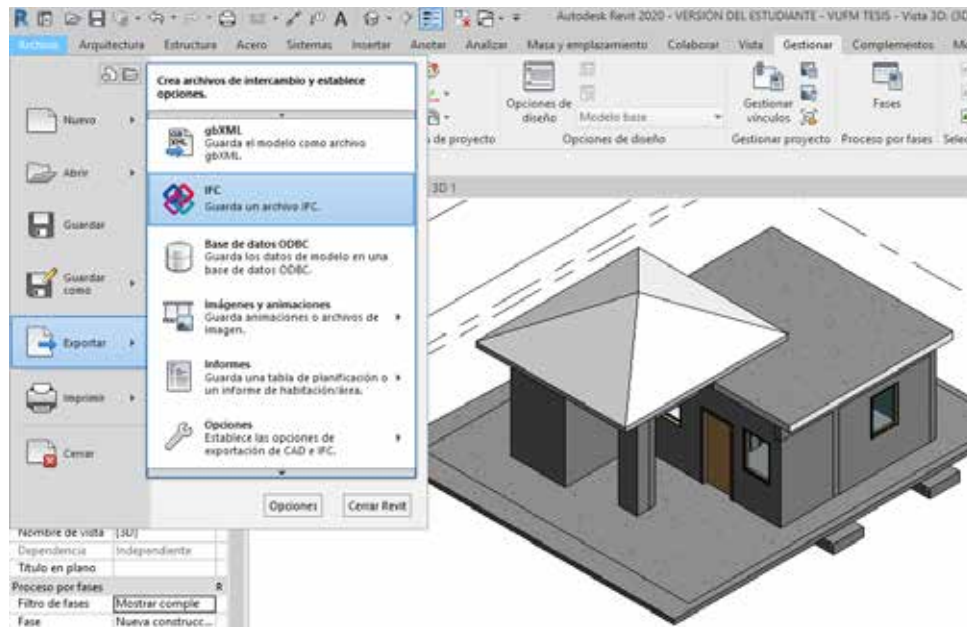


Figura 21. Menú de exportación del modelo de Revit.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

4.4.4. Vinculación a MaPreX.

Para obtener un presupuesto que contemple análisis de precio unitario (A.P.U.) tomando en cuenta las cantidades de material (recursos), equipos, mano de obra, rendimientos, gastos administrativos y múltiples factores que están implicados en el presupuesto de una obra se toma este programa que tiene la facilidad de establecer cada uno de ellos.

Una vez creado un presupuesto nuevo en el programa, escrito la información que este pide para la creación de este, siendo algunas el nombre de la empresa, del contratante, entre otras, este procede a abrir el espacio donde se mostraran las partidas en las que se trabajaran. En dicho espacio, debe de abrirse el archivo Excel previamente revisado donde se encuentren los códigos y referencias como las cantidades de las partidas. Para esto simplemente oprimiendo clic derecho en el espacio se busca la

opción de “Importar Presupuesto Excel (Formato MaPreX/BIM)” y se procede a buscar el archivo en la ubicación donde el mismo fue guardado. Automáticamente el programa empezará a insertar en el presupuesto cada partida, generando de manera autónoma información relevante para el presupuesto como el precio unitario, materiales, equipos, análisis de precio unitario, entre otros.

N°	Ref. Códigos	Referencia	Códigos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Código (A/B)	PT Inicial (Precio Unit)	Total	Fondrosos	Total Materiales	% Materiales	Total Equipos	% Equipos	Total Mano de Obr.	% Mano de Obra	Costo
1	CC101	E:30000125	01	2.48	12.0204288	12.0204288	36.28913632	23.300000	9.930.308.00	95.2507	233.945.32	2.3401	239.044.36	2.2963	5.2541	36.28913632
2	CC102	E:30000125	01	0.63	20.7437771	20.7437771	13.05785646	8.800000	12.627.03.00	84.1546	1.627.489.94	9.8001	222.165.46	5.2541	13.05785646	
3	CC103	E:30000125	01	2.34	30.92577441	30.92577441	48.19849725	8.800000	14.913.90.00	87.9107	1.426.711.75	8.8244	603.487.50	1.6271	48.19849725	
4	CC104	E:30000125	01	16.32	12.70109023	12.70109023	207.884.832.96	12.300000	9.930.308.00	81.8128	160.978.50	1.6271	278.286.81	2.2963	207.884.832.96	
5	CC105	E:30000125	01	1.09	25.0547544	25.0547544	22.844.260.20	8.800000	12.627.03.00	84.2507	1.736.261.31	10.4738	179.892.32	1.6271	22.844.260.20	
6	CC106	E:30000125	01	2.27	30.85379450	30.85379450	48.244.522.36	8.800000	12.627.03.00	83.8402	1.769.867.95	10.9146	163.629.15	5.2541	48.244.522.36	
7	CC107	E:30000125	01	5.71	1.881.370.895	1.881.370.895	5.657.722.85	125.300000	1.249.205.40	19.4268	81.686.00	4.8447	33.747.45	2.2963	5.657.722.85	
8	CC108	E:30000125	01	20.09	1.862.039.87	1.862.039.87	40.122.391.24	43.800000	1.091.738.52	70.3407	226.611.36	17.7146	78.907.25	5.2541	40.122.391.24	
9	CC109	E:30000125	01	68.08	1.921.679.63	1.921.679.63	136.806.812.00	30.300000	1.113.328.18	73.2157	184.226.00	20.6642	93.899.05	1.6271	1.921.679.63	

Costo de Materiales
 Costo de Equipos
 Costo de Mano de Obra

Total Presupuesto: 953.125.900.00
 Total Materiales: 88.200.000.00
 Total Equipos: 166.200.000.00
 Total Mano de Obra: 958.725.900.00

CONSTRUYE TU PROYECTO EN UN SOLO PASO. ACABADO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DE BANCOS Y ESCALONES.

Total Partidas: 9 | No. Partidas Activas: 1

Botones: [Presupuesto] [Cargar Partidas] [B.D. Inicial] [B.D. Materiales] [B.D. Equipos] [B.D. Mano de Obra] [Capturar] [Guardar] [Ver A.P.U.] [Salir]

Figura 22. Presupuesto de partidas importadas de Excel en MaPreX.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

MaPreX permite crear un cronograma de trabajo, en el botón “cronograma” en la parte inferior del presupuesto a la derecha, donde se solicita información para crear el mismo, donde se llenan elementos como nombre e intervalo de tiempo que se mostrará, que para este caso será de días, debido a la baja magnitud del proyecto. Seguidamente se crea el cronograma de trabajo, mostrando un formato similar al del presupuesto de tablas y rejillas. En la misma ventana aparece el botón “Project”, función que permite la exportación del cronograma anteriormente creado a el programa de Microsoft Project, manteniendo los mismos parámetros y especificaciones de materiales y tiempo que el de MaPreX.

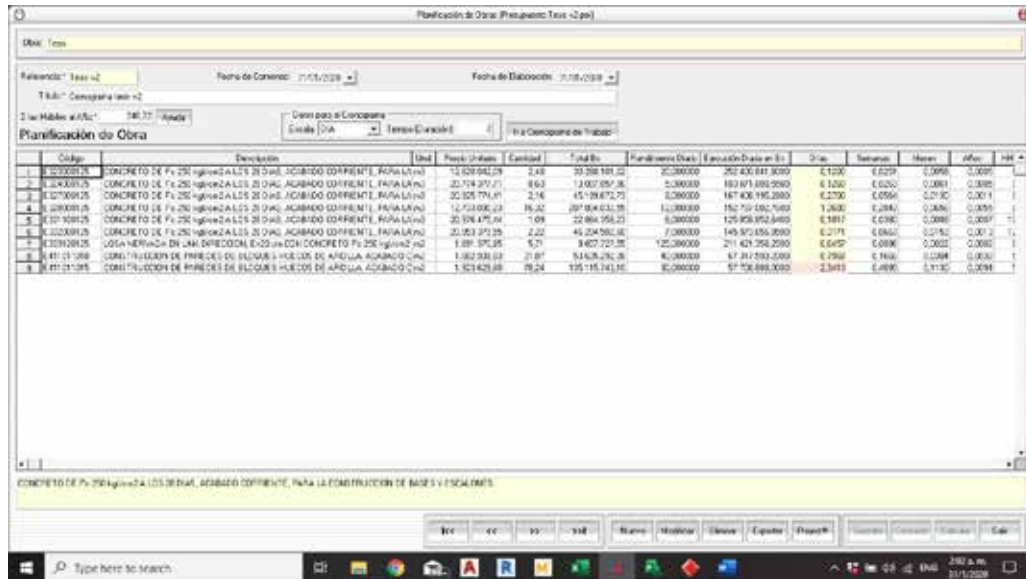


Figura 23. Cronograma de trabajo generado por MaPreX.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

4.4.5. Vinculación a Microsoft Project.

Sabiendo que Microsoft Project es simplemente un puente entre MaPreX y Powerproject, la única modificación que se le realizará al archivo será la vinculación de las actividades, simplemente seleccionando las partidas (actividades) que se muestran en la tabla, y seguidamente en la barra de “Tarea” seleccionar la opción de “Vincular tareas seleccionadas”. El programa automáticamente moverá las actividades generando un diagrama de Grant coherente y progresivo.

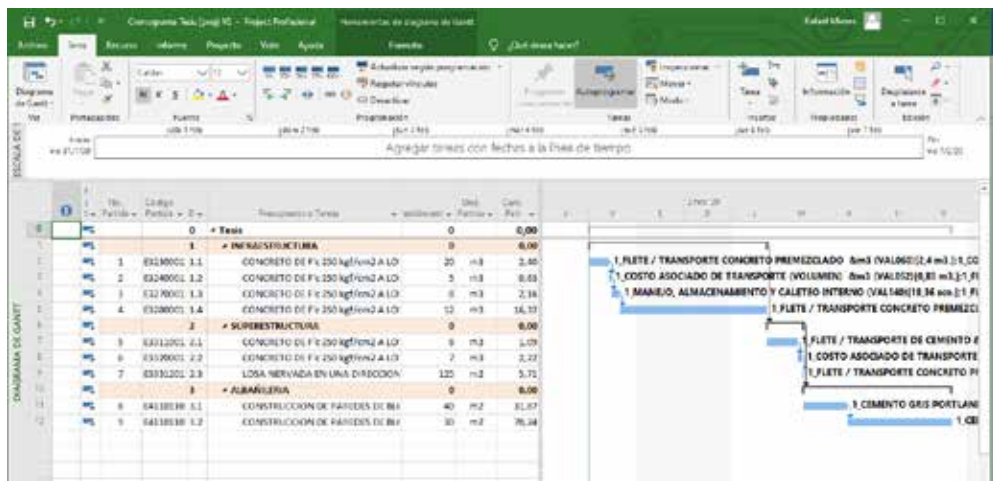


Figura 24. Cronograma de trabajo con recursos en Microsoft Project.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Es posible modificar la vinculación de tareas, generando una ruta crítica y actividades paralelas, todo esto al criterio del proyectista/planificador del proyecto. Una vez realizado este procedimiento, el archivo es guardado en una ubicación de preferencia.

4.4.6. Vinculación a Powerproject

Powerproject es una interfaz dedicada al control de obras considerando la metodología BIM. Para la utilización de esta, partiendo de un cronograma de trabajo guardado como un archivo de Microsoft Project, en la barra de inicio del programa se busca la opción para exportar un archivo de dicho programa. Automáticamente Powerproject capturara todos los elementos y parámetros de la planificación, considerando el uso de recursos asignados, rendimientos, equipos, entre otros.

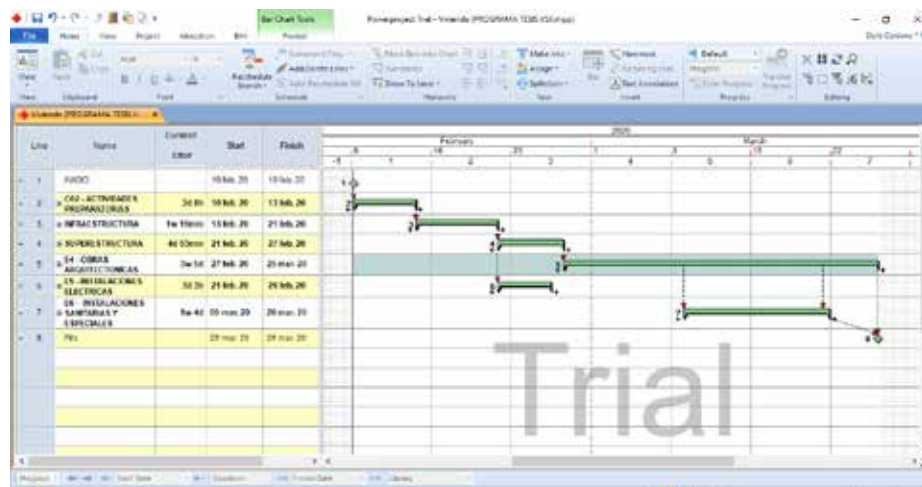


Figura 25. Cronograma de trabajo en Asta Powerproject.

Fuente: Mieres, Zanni (2020).

De la misma manera, en la barra de herramientas, se muestra la interfaz “BIM” en la cual es posible la vinculación del archivo IFC modelado a el cronograma de planificación buscando en la barra de herramientas del menú BIM la opción de “configuración IFC”, donde es posible examinar los archivos y exportar el modelo IFC del proyecto deseado. Una vez cargado se busca en la barra de “Modelo” y se abre el

archivo deseado. A continuación, se cargará el modelo 3D realizado en una ventana al lado de la planificación previamente abierta. El modelo incorpora también una ventana de “Configuración IFC” donde es posible seleccionar las categorías de elementos del modelo, donde se dividen en elementos de construcción, elementos estructurales, entre otros, tomando como subcategorías cada uno, siendo posible separar en la vista las columnas, vigas, paredes, armados de acero, entre otros. De la misma manera se puede separar el modelo en los niveles establecidos en el modelo.

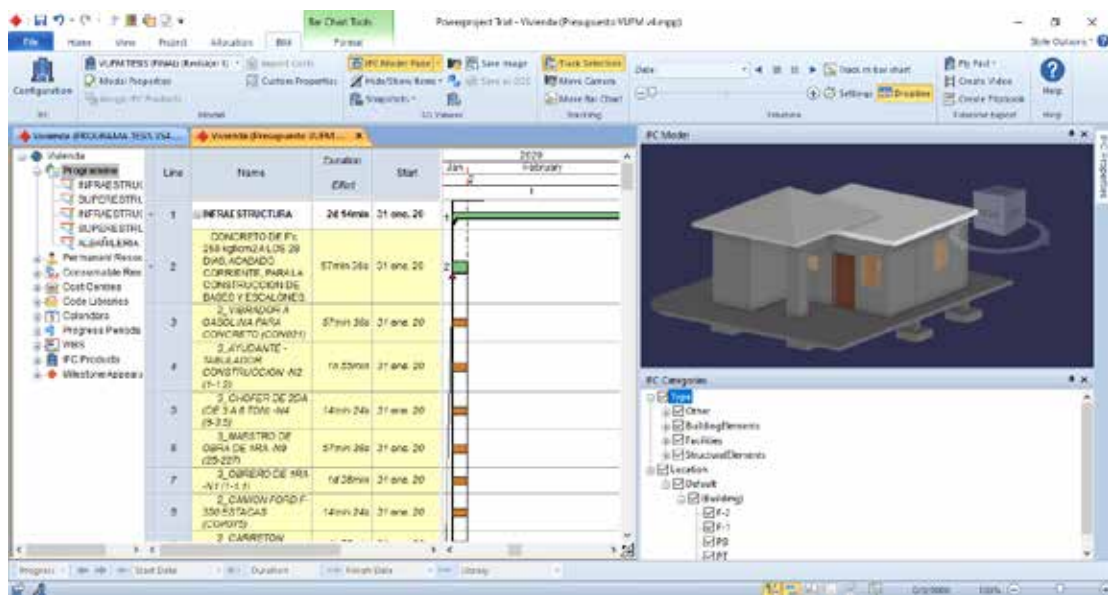


Figura 26. Cronograma de trabajo en Asta Powerproject con modelo 3D vinculado.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Finalmente, para que sea posible visualizar la construcción de la vivienda paralelamente con la planificación propuesta, es necesario arrastrar cada elemento del modelo a su respectiva partida, seleccionando cada elemento por separado. Powerproject automáticamente generara en la vista de la herramienta BIM una barra donde es posible configurar la corrida del video, seleccionando el tiempo de duración del mismo para la facilidad de visualización del proyecto. Usando esta herramienta es posible seleccionar un día específico del programa de ejecución y tener la proyección de cómo se vería la edificación y su avance en el momento deseado.

A continuación, se muestra en la figura 20 un esquema del proceso de vinculación del modelo 3D a los procesos de la metodología BIM a las dimensiones 4D y 5D utilizando el proceso descrito y los programas establecidos en este trabajo de investigación.

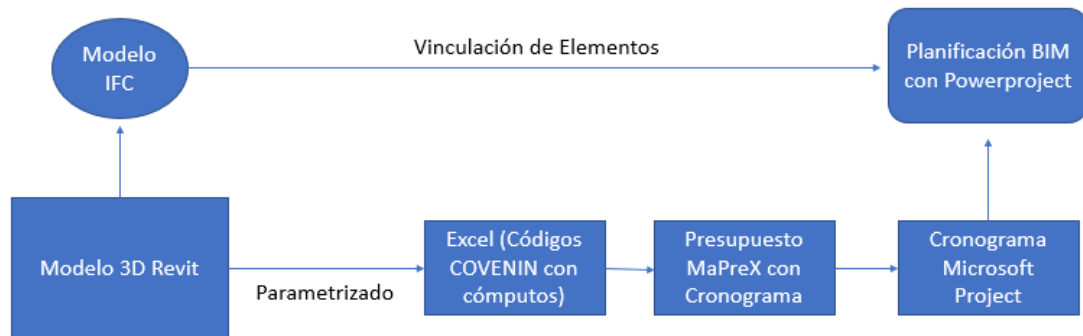


Figura 27. Esquema de vinculación del modelo 3D de Revit a los modelos 4D y 5D.
Fuente: Mieres, Zanni (2020).

Es importante destacar que este proceso se realizó utilizando una computadora sencilla, que no posee altas prestaciones, pero si la capacidad suficiente de correr los programas de trabajo empleados en el desarrollo de este trabajo, los cuales no demandan de una alta capacidad de memoria. De la misma manera se debe tomar en cuenta que para las aplicaciones (softwares) empleadas, se contaron con licencias de prueba, demostración y estudiantiles.

CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo desarrollado, se definió el alcance de BIM y sus cualidades. Considerando que fueron desarrollados lineamientos básicos, es evidente que fue aplicado dicha metodología, las cuales permiten ahorros de tiempo y dinero mediante la eliminación de los reprocesos.

A continuación, se presentan las conclusiones basadas en los resultados obtenidos de las fases de investigación:

Efectivamente, existen oportunidades de mejora en la planificación de proyectos de viviendas unifamiliares, debido a que la metodología tradicional, la cual consiste en la utilización de planos 2D, de hacerlo de una manera incorrecta, de lo cual se tiene una alta probabilidad, proporciona errores de medición de cómputos métricos en esos casos, generando gastos de materiales por exceso o por defecto, causando como consecuencia sobrecostos y retrasos a la hora de la ejecución de una obra civil bien sea de edificación unifamiliar u otra. Gracias a esto, se puede determinar que, en la industria de la construcción de Venezuela, no es común el cumplimiento de los procesos de planificación y programación detallada para el desarrollo de un proyecto.

El triángulo de equilibrio conformado por Alcance, Tiempo y Costo, mantiene una dependencia directa entre estos aspectos, ya que al modificarse cualquiera de ellos, se afectan de una u otra forma los otros. Si se afecta el costo se altera el tiempo de terminación, así como si se altera el tiempo y el costo, el alcance de los objetivos se vera afectado igualmente.

Gestionar de la forma más acertada la planificación de una obra civil, es posible, a través del correcto planteamiento y aplicación de los procedimientos básicos para el manejo de los recursos. Para lograrlo, es imprescindible elaborar los procesos interrelacionados de planificación y programación, ya sea de forma básica o detallada,

para así definir cada una de las actividades necesarias y duraciones, los recursos requeridos y el costo asociado a su ejecución e implementación respectiva.

De la misma manera, el uso de la herramienta gestión de presupuesto MaPreX, permite facilitar el manejo de la planificación, procurando que sea mas acertada, mediante la vinculación de información importante para su desarrollo, organizada a través de los lineamientos para la gestión del alcance, el tiempo y el costo del proyecto de vivienda unifamiliar.

La buena estimación de costos presentes en el proyecto de vivienda unifamiliar, la elaboración de cómputos métricos detallados y correctamente estipulados de cada actividad, y la inclusión de todo el alcance del proyecto, arrojaran un acertado costo final de la obra, indicador primordial para la valoración de la vivienda unifamiliar.

En el mismo orden de ideas, cabe a destacar que realizando el proceso de parametrización de un modelo 3D de la forma descrita en el presente trabajo de grado, se permite inicialmente computar las cantidades de materiales de manera precisa y automática, logrando así que los cómputos métricos sean parte de un proceso rápido al momento del desarrollo de un proyecto de vivienda unifamiliar y otras edificaciones.

De la misma manera, mediante la organización de los cómputos métricos definidos a partir de la codificación de la Norma COVENIN se logra una gestión de calidad garantizando la organización del presupuesto ordenadamente, permitiendo que la realización del mismo en MaPreX sea práctico y rápido, logrando ahorros de tiempo en el desarrollo del proyecto tomando en cuenta que utilizando dicha herramienta es posible la realización del cronograma de trabajo y permite su exportación a los programas de planificación de proyectos (4D BIM), específicamente en la aplicación Asta Powerproject, donde se puede gestionar el cronograma de trabajo mediante la vinculación de los tiempos al modelo 3D del proyecto, logrando de esta manera la capacidad de que el proyectista pueda ver en el mismo lo que estará construido en periodo determinado.

Como fue mencionado anteriormente en esta investigación, debe resaltarse que este proceso fue realizado con una computadora sencilla, que no contaba con altas prestaciones, solo que poseyó la capacidad suficiente de correr todas las aplicaciones utilizadas para lo que se requirió en este trabajo, considerando que el proyecto de vivienda unifamiliar empleado fue sencillo.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan una serie de recomendaciones, las cuales son basadas en los alcances previamente establecidos en el inicio de la investigación.

En primer lugar, se recomienda para los profesionales de la construcción, que de querer implementar la metodología BIM, es necesario invertir en el personal profesional de trabajo, brindándoles una buena capacitación del uso colaborativo de las herramientas que son empleadas en esta metodología, así como en el correcto entendimiento de lo que implica el uso de la misma. De igual forma, es necesario familiarizarse con el software Revit o en su defecto, el de preferencia de modelado en 3D para proyectos, ya que es un requisito fundamental para la aplicación de la metodología en cuanto al proceso de parametrización de los elementos constructivos en uso del proyecto, así como en su momento fue estandarizado AutoCAD a nivel mundial, es necesario que lo mismo ocurra con dicho software o el requerido por una empresa en particular.

Se propone continuar con trabajos especiales de grado sobre el mismo tema en cuestión, que abarquen puntos que no fueron tocados en este, como por ejemplo: proyecto de instalaciones sanitarias, proyecto de instalaciones mecánicas y eléctricas, proyectos de movimientos de tierras y similares, donde se especifique el proceso de parametrización de partidas y actividades de estas características.

Igualmente se recomienda la realización de un trabajo de grado donde se explore mas a fondo el proceso del modelado 3D de un proyecto de manera especial, considerando cada elemento del mismo, explicando todos los procesos de parametrización y separación de cada elemento constructivo, considerando cálculos estructurales y complementos con otros softwares mediante la vinculación de archivos IFC.

Finalmente se recomienda realizar estudios especiales para la implementación de la metodología BIM en diferentes tipos de edificaciones, como viviendas multifamiliares, planteles educativos, centros clínicos y hospitalarios, puertos navales y aeropuertos, donde se consideren todos los aspectos necesarios en estos tipos de proyectos especiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGi Architects Blog. (2019). **La metodología BIM y la evolución en la gestión de proyectos.** [En línea] Recuperado el 19 agosto 2019 de: <http://www.agi-architects.com/blog/metodologia-bim-evolucion-gestion-proyectos/>
- Alcántara, P. (2013). **Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando Tecnologías BIM.** Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Anfapa.com. (s.f.). **Asociación de Fabricantes de Morteros y SATE (ANFAPA).** [En línea] Recuperado el 14 agosto 2019 de: <https://www.anfapa.com/es/divulgacion/584/implantacion-del-bim>
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación.** 6ta ed. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme.
- BIM Community. (2016). **La situación actual del BIM en el mundo | BIMCommunity.** [En línea] Recuperado el 7 agosto 2019 de: <https://www.bimcommunity.com/news/load/329/la-situacion-actual-del-bim-en-el-mundo>
- Curiel, J. (2006). **Sistema de Gestión de la Calidad para Obras Civiles en el Área de Movimiento de Tierra.** Tesis de Pregrado. Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela.

Editeca. (2018). **El BIM en Latinoamérica**. [En línea] Recuperado el 7 Agosto 2019 de: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Héctor, M. and Luis, G. (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Valencia, Venezuela.

Huergo, J. (2012). *Los Procesos de Gestión*.

IBM Knowledge Center. (2019). **Planificación y gestión de proyectos**. [En línea] Recuperado el 15 agosto 2019 de: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFCZ3_10.5.0/com.ibm.tri.doc/ppm/c_planning_and_managing_projects.html

KPMG. (2015). **Global Construction Survey 2015 Climbing the curve**. [En línea] Recuperado el 14 de agosto, 2019 de: <https://home.kpmg/es/es/home/sala-de-prensa/notas-de-prensa/2015/04/np-global-construction-survey-2015.html>

La Gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. (2014). **Gerencia Tecnológica Informática**, (14).

Mata, L. (2019). **BIM en todas sus dimensiones**. Caracas, República Bolivariana de Venezuela

Mata, L. (2011). **Cómputos Métricos para Obras Civiles**. Caracas, Venezuela. 4ta edición. DataLaing Software, C.A.

Parra, J. (2003). **Guía de Muestreo**. 2nd ed. Maracaibo, Venezuela.

PMbook, e. 6. (2016). PMBook 6 edición, “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos”. PMI.

Ramírez, T. (1999). **Como hacer un proyecto de investigación**. Caracas, República Bolivariana de Venezuela.: Editorial Panapo.

Sabino, C. (1986). **El proceso de investigación**. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Editorial Panapo.

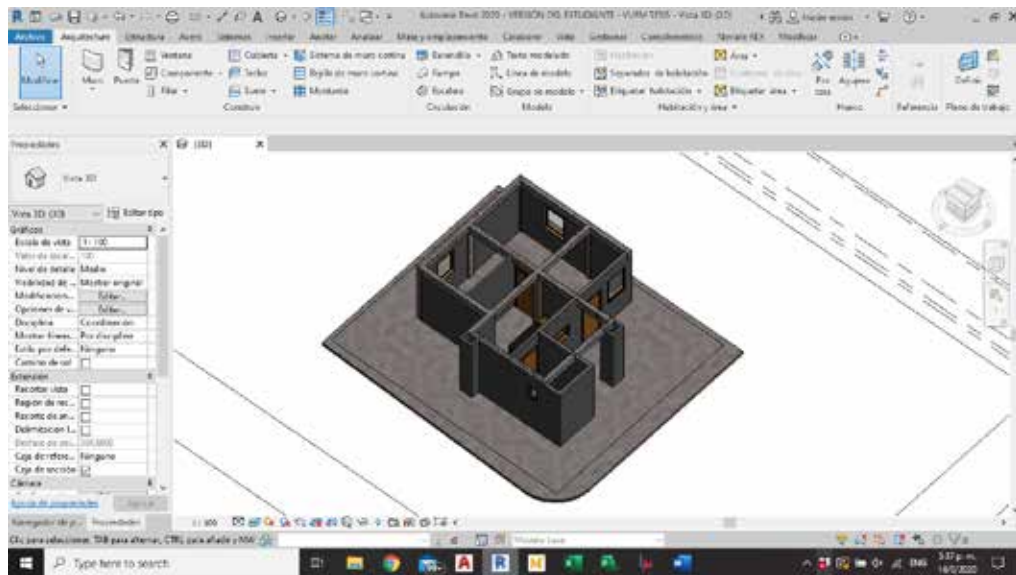
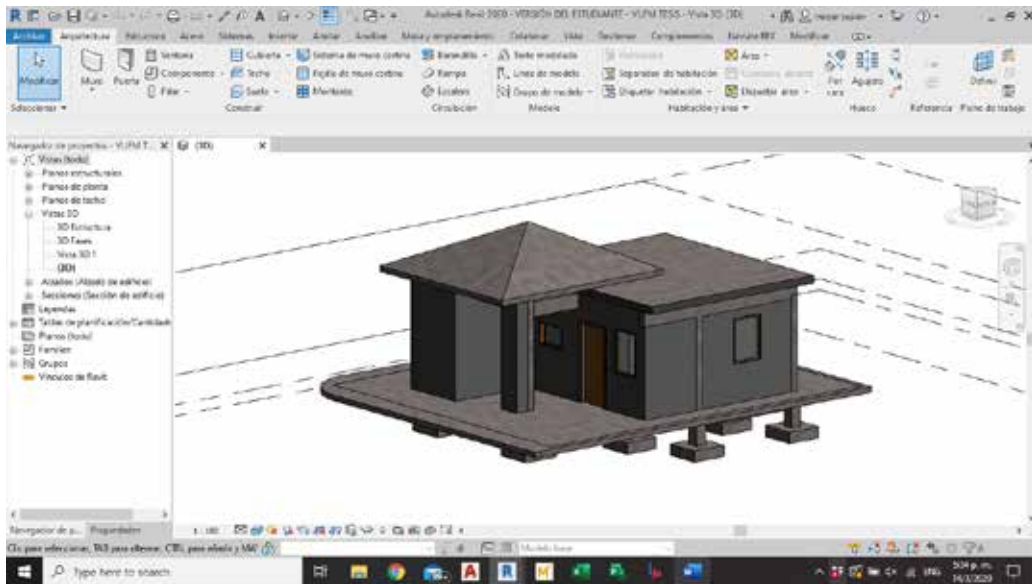
Sacks, R., Eastman, C., Liston, K. and Teicholz, P. (2008). **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. Canadá.

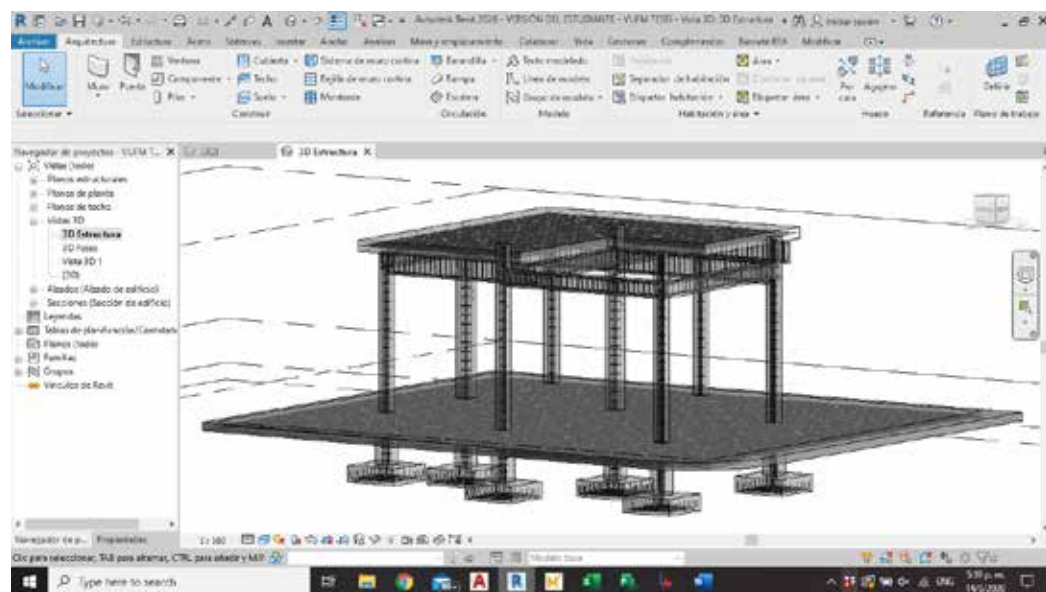
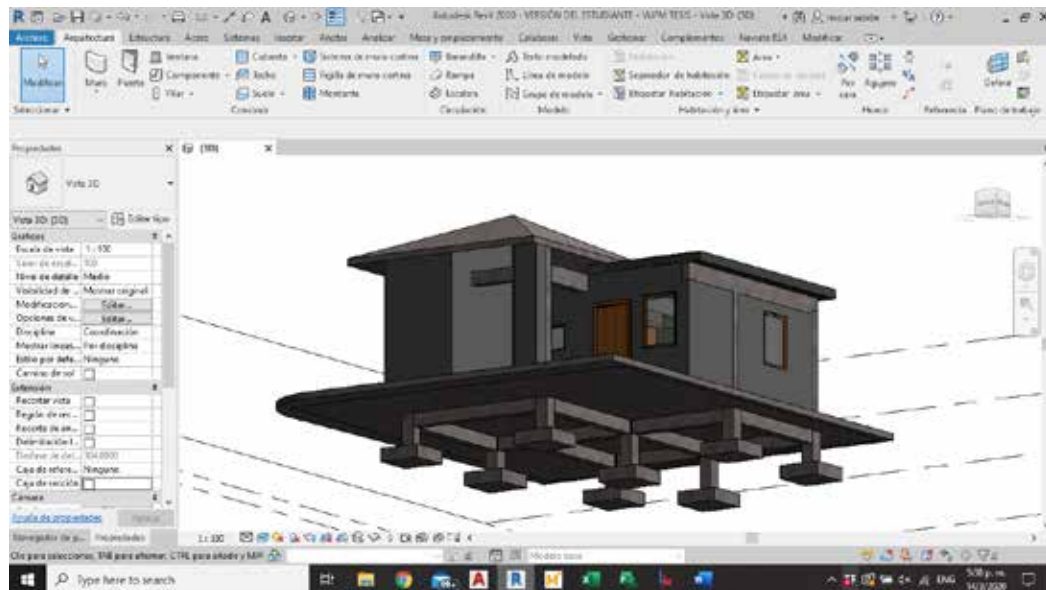
Tamayo, M. and Tamayo, T. (2003). **El proceso de investigación científica**. 4th ed. México: Editorial Limusa.

Villamayor, C. and Lamas, E. (1998). **Gestión de la radio comunitaria y ciudadana**. Quito, Ecuador: CIESPAL.

APÉNDICE

1. Imágenes de modelo 3D de vivienda unifamiliar realizado para la investigación.





2. Encuesta realizada en la plataforma Google Forms.

Planificación de Obras

Según su experiencia laboral, por favor responda las siguientes preguntas:

***Obligatorio**

¿Utiliza la metodología BIM en la etapa de proyecto de una obra? *

Sí

No

¿Las obras son concluidas de acuerdo a lo planificado en la etapa de proyecto? *

Sí

No

¿Las mediciones y cálculos métricos del proyecto coinciden con los construidos al final de la obra? *

Sí

No

¿Los costos de construcción son iguales a los establecidos por el presupuesto en la etapa de proyecto de la obra? *

- Sí
- No

¿Tiene conocimiento de herramientas de modelado de proyectos en 3D? *

- Sí
- No

¿Realiza sus proyectos en modelos 3D? *

- Sí
- No

¿Existe un buen intercambio de información entre las distintas disciplinas que desarrollan el proyecto? *

- Sí
- No

¿Considera importante la etapa de planificación de un proyecto? *

- Sí
- No

¿Considera importante que la planificación establecida en la etapa de proyecto coincida con la etapa constructiva de una obra? *

- Sí
- No

¿Considera usted que al aplicarse una metodología que facilite la realización de una planificación y un control de costos de manera más detallada, disminuiría dichos problemas mencionados anteriormente?

- Sí
- No

3. Validación del instrumento por el Ing. Alejandro Pocaterra.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN DEL
TRABAJO DE GRADO.**

Estimado Ing. Alejandro Pocaterra.

Por medio de la presente, de acuerdo a su amplia experiencia profesional como ingeniero civil en área de Técnicas de la Construcción y Administración de Obras. Nosotros, **Rafael A. Mieres C.** Titular del número de cédula **V-25.985.583** y **Luisanna Zanni P.** Titular del número de cedula **V-26.309.779** solicitamos, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado: **“DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX.”**

Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo “Encuesta” que tiene como objetivo diagnosticar las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles.

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Ing. Alejandro Pocaterra, escrita sobre una línea horizontal.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUCIO DE EXPERTOS

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para validar los cinco (5) factores y sus distintas interrogantes que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación de campo del bachiller Rafael A. Mieres C. Titular del número de cédula V-25.985.583 y LuisannaZanni P. Titular del número de cedula V-26.309.779 en su trabajo de grado titulado: "DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX."

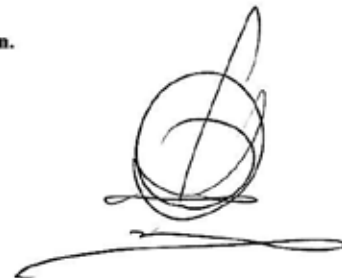
Instrucciones

Leer cuidadosamente cada recuadro, marque con una (X) la calificación que otorgará a cada factor a validar con sus variables, de acuerdo a los siguientes aspectos a evaluar:

- Coherencia en los planteamientos.
- Lenguaje acorde al grado de instrucción.
- Pertinencia con los objetivos a medir.
- Redacción adecuada.
- Veracidad y calidad del contenido.

Calificación

- Excelente (E)
- Satisfactorio (S)
- Bueno (B)
- Regular (R)
- Deficiente (D)



Handwritten scribbles and a circled '2' at the top left of the page.

Pregunta	Aspectos a evaluar																				Observación
	Coherencia en los planteamientos				Lenguaje acorde al grado de instrucción				Pertinencia de los objetivos a medir				Redacción adecuada				Veracidad y calidad de contenido				
	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	
¿Tiene conocimiento de herramientas de modelado de proyectos en 3D?	X					X					X					X					
¿Realiza sus proyectos en modelos 3D?	X					X					X					X					
¿Existe un buen intercambio de información entre las distintas disciplinas que desarrollan el proyecto?	X					X					X					X					
¿Considera importante la etapa de planificación de un proyecto?	X					X					X					X					
¿Considera importante que la planificación establecida en la etapa de proyecto coincida con la etapa constructiva de una obra?	X					X					X					X					

Handwritten notes at the bottom right:
 2) Definir 20
40
20
 Análisis de Zirkowals

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO					
APLICABLE		NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES	X

DATOS DEL EXPERTO	
Nombre y Apellido:	Jorge Alberto F. Forastero G.
Cédula de Identidad:	7.109.571
Correo Electrónico:	abjoraleforastero@forastero.com
Nivel Académico:	Capítulo de Agosto.
C.I.V.:	83.124
C.E.I.D.E.C.:	4.746

Firma

4. Validación del instrumento por la Ing. Alicia Pizzella.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.

Estimada Ing. Alicia de Pizzella.

Por medio de la presente, de acuerdo a su amplia experiencia profesional. Nosotros, **Rafael A. Mieres C.** Titular del número de cédula **V-25.985.583** y **Luisanna Zanni P.** Titular del número de cédula **V-26.309.779** solicitamos, la validación del presente instrumento para la recolección de datos e información del trabajo de grado titulado: **"DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX."**

Este instrumento de medición cualitativo-cuantitativo, está estructurado como una planilla de evaluación del tipo "Encuesta" que tiene como objetivo diagnosticar las fallas presentadas en la planificación de proyectos de obras civiles.

Se agradece evaluar, analizar y validar el presente instrumento.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUCIO DE EXPERTOS**

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para validar los cinco (5) factores y sus distintas interrogantes que conforman el instrumento de recolección de datos, el cual será aplicado en la investigación de campo del bachiller Rafael A. Mieres C. Titular del número de cédula V-25.985.583 y Luisanna Zanni P. Titular del número de cédula V-26.309.779 en su trabajo de grado titulado: **“DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE OBRAS PARA EDIFICACIONES UNIFAMILIARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D POWERPROJECT Y 5D MAPREX.”**

Instrucciones

Leer cuidadosamente cada recuadro, marque con una (X) la calificación que otorgará a cada factor a validar con sus variables, de acuerdo a los siguientes aspectos a evaluar.

- Coherencia en los planteamientos.
- Lenguaje acorde al grado de instrucción.
- Pertinencia con los objetivos a medir.
- Redacción adecuada.
- Veracidad y calidad del contenido.

Calificación

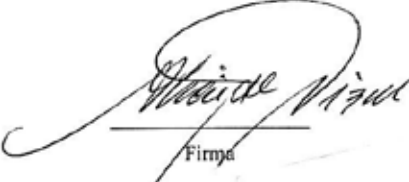
- Excelente (E)
- Satisfactorio (S)
- Bueno (B)
- Regular (R)
- Deficiente (D)

Pregunta	Aspectos a evaluar																								Observación		
	Coherencia en los planteamientos				Lenguaje acorde al grado de instrucción				Pertinencia de los objetivos a medir				Redacción adecuada				Veracidad y calidad de contenido										
	E	S	B	R	D	E	S	B	D	E	S	B	D	E	S	B	D	E	S	B	D	E	S	B		D	
¿Utiliza la metodología BIM en la etapa de proyecto de una obra?	X																										
¿Las obras son concluidas de acuerdo a lo planificado en la etapa de proyecto?	X																										
¿Las mediciones y cómputos métricos del proyecto coinciden con los construidos al final de la obra?	X																										
¿Los costos de construcción son iguales a los establecidos por el presupuesto en la etapa de proyecto de la obra?	X																										

Pregunta	Aspectos a evaluar																								Observación	
	Coherencia en los planteamientos				Lenguaje acorde al grado de instrucción				Pertinencia de los objetivos a medir				Redacción adecuada				Veracidad y calidad de contenido									
	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R	D	E	S	B	R		D
¿Tiene conocimiento de herramientas de modelado de proyectos en 3D?	X				X				X				X				X				X					
¿Realiza sus proyectos en modelos 3D?	X				X				X				X				X				X					
¿Existe un buen intercambio de información entre las distintas disciplinas que desarrollan el proyecto?	X				X				X				X				X				X					
¿Considera importante la etapa de planificación de un proyecto?	X				X				X				X				X				X					
¿Considera importante que la planificación establecida en la etapa de proyecto coincida con la etapa consecutiva de una obra?	X				X				X				X				X				X					

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO					
APLICABLE	X	NO APLICABLE		APLICABLE, CONSIDERANDO LAS OBSERVACIONES	

DATOS DEL EXPERTO	
Nombre y Apellido:	<i>Alicia de Pizzella</i>
Cédula de Identidad:	<i>4598880</i>
Correo Electrónico:	<i>alipiz54@ymail.com</i>
Nivel Académico:	<i>Hsc, Ingeniero Mecánico</i>
C.I.V.:	<i>60397</i>
C.E.I.D.E.C.:	


 Firma