

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENERÍA
CARRERA DE INGENERÍA CIVIL**

TEMA:

**COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA
IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION
MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO
EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.**

AUTOR:

Pacheco Borja, Roberto

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther

Guayaquil, Ecuador

14 de marzo del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENERÍA
CARRERA DE INGENERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Pacheco Borja, Roberto, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

TUTORA

f. _____
Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther
Guayaquil, a los 14 días del mes de marzo del año 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENERÍA
CARRERA DE INGENERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pacheco Borja Roberto

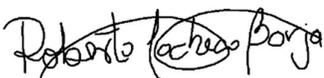
DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM (Building Information Management) en la etapa de diseño y seguimiento en ejecución. Análisis de un caso de estudio**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR

f. 

Pacheco Borja, Roberto



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

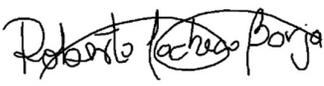
AUTORIZACIÓN

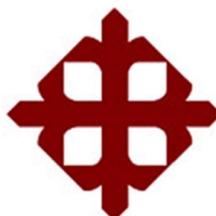
Yo, Pacheco Borja Roberto

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM (Building Information Management) en la etapa de diseño y seguimiento en ejecución. Análisis de un caso de estudio**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de marzo del año 2017

EL AUTOR:

f. 
_____ **Pacheco Borja, Roberto**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENERÍA
CARRERA DE INGENERÍA CIVIL**

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo de titulo Roberto Pacheco.docx (D26108446)
Submitted: 2017-03-01 22:31:00
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 8 %

Sources included in the report:

paper.docx (D15000130)
TESIS.docx (D21564294)
SALAZAR, MARCOS.doc (D25540937)
<https://le0el.wordpress.com/2010/02/01/diseño-asistido-por-computadora-cad/>
https://www.ecured.cu/Dise%C3%B1o_asistido_por_computadora

Instances where selected sources appear:

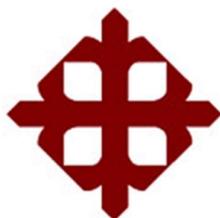
17

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que colaboraron en la realización de este trabajo y en especial a la Ingeniera Stefany Alcívar Bastidas, Directora de Tesis, por su ayuda y paciencia en el desarrollo de este documento.

DEDICATORIA

A Dios, Mis Padres Javier y Betty,
gracias por estar siempre conmigo,
y ayudarme a mantenerme en la
ruta del éxito. A mis maestros de
Ciencias y de Espiritu.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENERÍA
CARRERA DE INGENERÍA CIVIL**

f. _____

Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas

TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Lilia Valarezo Valarezo Moreno M.S

DECANA

f. _____

Ing. Nancy Fátima Varela Terreros MsC

COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

Ing. Roberto Miguel Murillo Bustamante

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
1. CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Procedimiento de investigación	18
1.4 Estructura del trabajo de investigación	21
2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO	22
2.1 Planteamiento del problema	22
2.2 Definición de diseño	24
2.3 Definición de Sistema Tradicional.....	24
2.3.1 Definición y principios de CAD	25
2.3.2 Tipos de CAD	27
2.3.3 Elementos de los sistemas CAD	27
2.3.4 Ejemplos de programas CAD.....	28
2.3.5 Ventajas de su uso.....	28
2.3.6 Importancia	29

2.3.7	Programa AutoCAD Civil 3D 2017	29
2.4	Definición de Sistema BIM (Building Information Models).	30
2.4.1	Términos y definiciones.....	30
2.4.2	La metodología BIM	31
2.4.3	Lineamientos del BIM.....	31
2.4.4	Programa REVIT	32
3	CAPÍTULO: METODOLOGÍA	35
3.1	Alcance	35
3.2	Parámetros para la metodología del diseño	35
3.3	Implementación del Marco.....	37
3.3.1	Estableciendo Meta.....	37
3.3.2	Establecer estrategia.....	37
3.4	Definición de Caso de Estudio.....	37
3.5	Metodología del Sistema Tradicional.....	38
3.5.1	Planos	38
3.5.2	Cálculo de Cantidades	38
3.5.3	Presupuesto	39
3.6	Metodología del Sistema BIM.....	39
3.6.1	Planos	39
3.6.2	Cálculo de Cantidades	39
3.6.3	Presupuesto	39
3.7	Comparación de Sistemas versus Construcción Real.	39
4	CAPÍTULO: DESARROLLO DE LOS SISTEMAS	41

4.1	Desarrollo del Sistema Tradicional	41
4.1.1	Dibujo de planos en CAD	41
4.1.2	Cálculo de cantidades	45
4.1.3	Presupuesto Referencial del sistema tradicional.....	50
4.2	Desarrollo del Sistema BIM	52
4.2.1	Dibujo de planos en Revit	52
4.2.2	Presupuesto Referencial del BIM.....	59
4.3	Análisis de Pared o Muro.....	61
5	CAPÍTULO: RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	63
5.1	Resultados y comparación de tiempo en diseños.....	63
5.2	Resultados y comparación de cantidades entre los sistemas.....	66
5.3	Conclusiones y Recomendaciones.....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	ANEXOS CRONOGRAMAS	73
	ANEXOS: PLANOS SISTEMA TRADICIONAL.....	76
	ANEXOS: PLANOS BIM (REVIT).....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Proceso de Investigación.....	20
Figura N° 2 Pasos del sistema de diseño tradicional (FUENTE: Autor).....	25
Figura N° 3 Comparación gráfica de las pérdidas de datos durante el tiempo de vida de una estructura, con los dos sistemas (FUENTE: Autor)	32
Figura N° 4 Diagrama de Metodología (FUENTE: Autor)	36
Figura N° 5 Representación de columnas y paredes en CAD	41
Figura N° 6 Detalle de Losa con Steel Deck (Fuente; Autor).....	42
Figura N° 7 Representación de las Escaleras en planta y 3D de los planos CAD	42
Figura N° 8 Representación de Piezas de baños y cocina en planos CAD .	43
Figura N° 9 Representación en CAD de puertas y ventanas	44
Figura N° 10 Representación de Cubierta en planta, corte y 3D del sistema tradicional	45
Figura N° 11 Cronograma del sistema tradicional.....	51
Figura N° 12. Entorno de trabajo de Revit	52
Figura N° 13 Vista de paredes y columnas levantadas en Revit, y ventanas de propiedades de elementos.....	53
Figura N° 14 Ventana de propiedades de estructura de losa	53
Figura N° 15 Modelo de escalera en Revit y Ventana de propiedades del elemento.	54
Figura N° 16 Vista de losa de cimentación, piso de la vivienda y ventana de propiedades.	55
Figura N° 17 Vista renderizada de losa de cimentación, vista generada por Revit.....	55

Figura N° 18 Inodoro 3D, ventana de propiedades paramétricas del elemento	56
Figura N° 19 Lavamanos de pedestal en 3D, ventana de propiedades paramétricas del elemento.....	57
Figura N° 20 Vista de ventana en Revit.....	57
Figura N° 21 Vista en planta de ubicación y propiedades de ventanas y puertas de la vivienda plantaba baja.....	58
Figura N° 22 Vista del modelo en 3D en Revit, se observa la cubierta.....	58
Figura N° 23 Cronograma para el sistema BIM, con el Microsoft Project	60
Figura N° 24 Análisis de Pared, ventana de propiedades de estructura.....	61
Figura N° 25 Proceso constructivo, Levantamiento de pared en obra	62
Figura N° 26 Levantamiento de pared en obra (2.00m x 3.60m)	62
Figura N° 27 Gráfica comparativa de la etapa "Diseño de Vivienda" entre el sistema tradicional y BIM.	65
Figura N° 28 Gráfica comparativa de la etapa "Cálculo de Cantidades" entre el sistema tradicional y BIM.	65
Figura N° 29 Gráfica comparativa de la etapa "Presupuesto" entre el sistema tradicional y BIM.	66
Figura N° 30 Gráfica comparativa de las cantidades requeridas en el sistema tradicional y el sistema BIM.	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Cálculo de cantidades de columnas planta baja	45
Tabla N° 2 Cálculo de cantidades de paredes planta baja	46
Tabla N° 3 Cálculo de cantidades para pilaretes	46
Tabla N° 4 Cálculo de cantidades de columnas planta alta	46
Tabla N° 5 Cálculo de cantidades de paredes planta alta	47
Tabla N° 6 Resumen de Cantidades de Paredes y Enlucido	47
Tabla N° 7 Cantidades de la estructura de la losa	48
Tabla N° 8 Cantidades para escalera	48
Tabla N° 9 Cantidades de piso y contrapiso	49
Tabla N° 10 Cantidades de las piezas de Baño y Cocina	49
Tabla N° 11. Presupuesto Referencial para el sistema tradicional	50
Tabla N° 12 Características y modelo de las piezas de baño para la vivienda.....	56
Tabla N° 13 Presupuesto para el sistema BIM	59
Tabla N° 14 Cuantificación de Muro	61
Tabla N° 15 Cronograma de etapas utilizadas para diseños de vivienda	64
Tabla N° 16 Tabla resumen de días.	64
Tabla N° 17 Comparación de cantidades entre Sistema tradicional vs BIM	67

RESUMEN

Con el presente trabajo de grado se pretende hacer una comparación entre dos métodos de diseño, un primer análisis con el método tradicional, que es el usualmente utilizado para todo diseño y proceso constructivo, llevado a cabo a través de una vivienda unifamiliar con las herramientas CAD, cálculos manuales y Microsoft Excel para cronograma y un segundo análisis con la tecnología del BIM, estableciendo una metodología general para el uso del software Revit y Microsoft Project para el cronograma. Dicha vivienda se modeló en Revit y en CAD, se compararon las cantidades de materiales y el presupuesto para ambos casos; además del tiempo empleado para su diseño en las 3 etapas que se seleccionó, (diseño, cálculo de cantidades y presupuesto), también es importante notar la rapidez para generar láminas gracias a la ayuda del software Revit, para finalmente comprobar que la tecnología BIM es más sencilla y eficaz de gestionar, agilitando todos los procesos de diseño.

Palabras Claves: (SISTEMA TRADICIONAL; BIM; REVIT; AUTOCAD; DISEÑO; CANTIDADES; 3D; PLANO; MODELO)

ABSTRACT

With the present degree work, it is intended to make a comparison between two methods of design, a first analysis with the traditional method, which is the one usually used for all design and construction process, carried out through a detached house with CAD tools, manual calculations and Microsoft Excel for the schedule, and a second analysis with BIM technology, establishing a general methodology for the use of Revit software and Microsoft Project for the schedule. The dwelling was modeled both in Revit and CAD, comparing the quantities of materials and the budget for both cases; besides the time used for its design in the 3 stages that was selected, (Design, calculation of quantities and budget), it is also important to note the speed to generate sheets thanks to the help of Revit software, to finally prove that BIM technology is simpler and more efficient to manage, streamlining all design processes.

Key words: (TRADITIONAL SYSTEM; BIM; REVIT; AUTOCAD; DESIGN; QUANTITIES; 3D; PLAN; MODEL)

1. CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Autocad nació por la necesidad de plasmar los diseños trazados a mano a un sistema computarizado en el cual se pueda modificar y adaptar los diseños según la necesidad de la obra; sin embargo, en este mundo globalizado y cambiante donde los requerimientos cada vez son más exigentes y los tiempos se acortan, es necesario buscar nuevas metodologías para realizar las diferentes actividades en el campo de ingeniería.

Desafortunadamente, en muchos aspectos el sector de la construcción sigue en el pasado, por ejemplo; a la falta de industrialización de procesos y de automatización, Pero la llegada de las tecnologías móviles, como los Smartphone y Tabletas electrónicas ha llevado a una evolución en el proceso de diseño en el sector de la construcción, pasando así de CAD a la implementación y aceptación del uso del BIM.

Partiendo del punto que AutoCAD es la evolución natural del tablero de dibujo tradicional a un entorno de dibujo digital. Todas las funciones básicas que ofrece AutoCAD están inspiradas en el uso del tablero de dibujo tradicional. Las principales novedades y características de AutoCAD que lo han convertido con el tiempo en un software paramétrico las ha adquirido gracias al software de Autodesk dedicado a la ingeniería y a funciones que ha heredado de programas como Revit. Las soluciones a los problemas más habituales que se ha encontrado en los despachos a la hora de realizar implantaciones de Revit, o al momento de ayudar en la coordinación de proyectos híbridos entre CAD y BIM.

Este método de trabajo muy evolucionado en la construcción permite ejecutar las obras en forma más eficiente, por lo que el modelado de información BIM integra las diferentes especialidades que forma parte de un proyecto. Al migrar de AutoCAD a Revit, se deja atrás las líneas, para trabajar con objetos paramétricos e inteligentes.

El salto del CAD al BIM con un lenguaje ameno, y ejemplos sencillos que permitirán comprender las similitudes y diferencias entre el sistema tradicional y el BIM, y conseguir así adaptarse más rápido al nuevo entorno de trabajo.

En ciertos países de Europa se obliga tanto a diseñar como a construir con esta nueva metodología, mientras que, en Latinoamérica, el término BIM solo empieza a ser conocido, con excepción de Chile, que es uno de los pioneros de implementación de este método.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Comparar el sistema tradicional vs. la implementación del BIM (*Building Information Models*) mediante el análisis de una vivienda tipo, en las etapas de diseño y seguimiento en la etapa de construcción.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar planos arquitectónicos (2D-3D) de una vivienda tipo (considerando un caso ideal para la realización de este estudio)
- Definir tipo y cantidad de material de dicha vivienda tipo que servirá para la elaboración del presupuesto y cronograma de obra en la etapa de diseño utilizando las herramientas del sistema tradicional.
- Levantar la edificación mediante la implementación del BIM (*Building Information Management*), usando el software REVIT.
- Conectar el levantamiento de la edificación con Microsoft Project o primavera para el control y seguimiento de obra.
- Determinar cuál de los dos métodos resulta más eficiente en términos de control y seguimiento considerando la cantidad de material y presupuesto en ambos métodos
- Comparar cuál de los dos métodos requiere más tiempo en implementar durante la etapa de diseño

1.3 Procedimiento de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión bibliográfica a través de libros, publicaciones y documentación relacionada con los ejes de la investigación.

En la Figura 1 se resume la estructura investigativa con la cual se ha desarrollado este trabajo.

Primero se define la problemática con el fin de discernir lo que debe ser identificado por medio de la revisión de la literatura.

Se realiza el estudio de los dos sistemas que se van a comparar, definiendo los puntos que se desarrollarán y analizarán, siendo estos los diseños, presupuestos, sistemas constructivos.

El siguiente paso se centra en el desarrollo de la comparación de los dos métodos, teniendo como resultado, los planos, las vistas en 3D del modelo y los presupuestos correspondiente.

Finalmente, se tiene las conclusiones, sugerencias y recomendaciones en base al trabajo realizado y a las ventajas y desventajas de ambos sistemas.

La Figura N°1, ilustra el procedimiento realizado para desarrollar esta investigación.

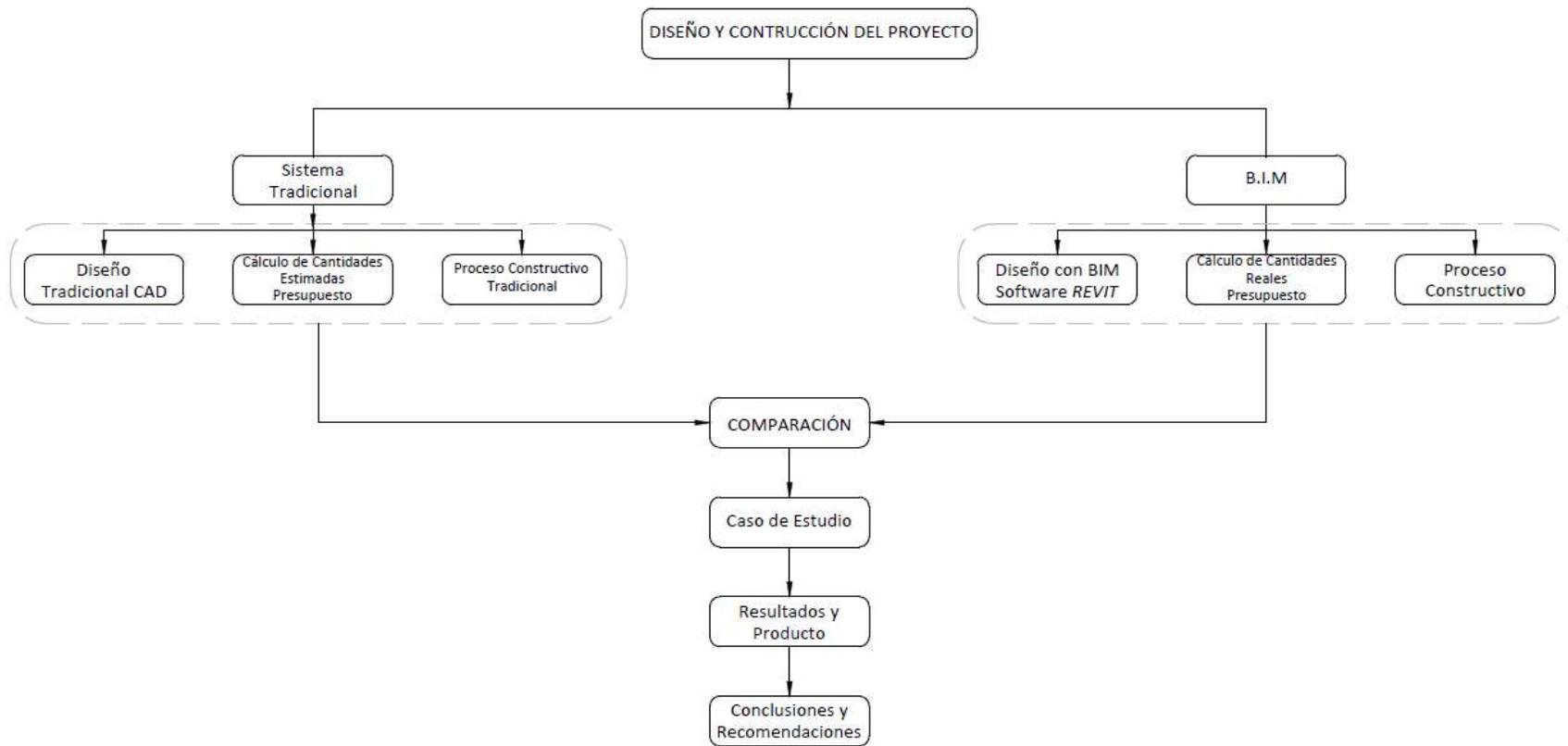


Figura N° 1 Proceso de Investigación

1.4 Estructura del trabajo de investigación

Este trabajo de investigación está conformado por cinco capítulos. El capítulo actual los lineamientos y objetivos a desarrollarse en el presente documento, así como los objetivos planteados, que servirán de guía para la para comparación de los métodos de estudio; revisión de la literatura con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para continuar con el trabajo y el proceso de investigación.

El capítulo dos, marco teórico, explica la declaración del problema y resume la revisión de la literatura que se llevó a cabo con el fin de conocer el sistema tradicional de diseño y construcción y la nueva implementación del *BIM*. Ventajas y desventajas conocidas por cada uno de los sistemas

El capítulo tres plantea la metodología para desarrollar este trabajo.

El capítulo cuatro analiza el caso de estudio el desarrollo del método tradicional, a través de *CAD* y cálculo de cantidades estimadas para presupuesto; y con el sistema *BIM*, a través de una detallada explicación que incluya el modelo en *Revit* detallado y la documentación real.

El capítulo 5 muestra resultados y conclusiones además de las sugerencias para trabajos próximos.

2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

Este capítulo abarca la revisión de la literatura relacionada con el eje fundamental del desarrollo de esta investigación. Primero, la declaración del problema de investigación, definición de los sistemas a compararse y la metodología de ambos.

2.1 Planteamiento del problema

En la actualidad las herramientas de *CAD* se han establecido de forma generalizada en la mayoría de diseños tanto arquitectónicos como de especialidad, estructurales, sanitarios, eléctricos; sin embargo, el nivel tecnológico del uso de estas aplicaciones ha sido, en general, bastante bajo. Las razones son variadas y van desde la falta de conocimiento de uso de estas aplicaciones hasta los prejuicios que todavía ahora muchos profesionales del sector tienen hacia estas herramientas. (González, 2014)

Se tiene que el software de *AutoCAD* que se emplea para tareas de delineación básica, que se llevan a término con procedimientos que se asimilan mucho a los de las antiguas técnicas manuales de dibujo en papel con lápiz y rapidógrafos; a pesar de haber cambiado el papel por la pantalla, el diseño tradicional sigue dependiendo de representaciones literales de modelos básicos de líneas y curvas.

Un modelo es una simulación de una idea o comportamiento que se crea para su estudio o análisis. Los ingenieros trabajan los modelos mediante sus representaciones bidimensionales, tridimensionales, físicas o digitales, de los aspectos que quiere estudiar o simular, el problema de estas representaciones del diseño no está necesariamente ligadas entre sí, cada representación se puede referir a un modelo independiente. Paradójicamente, a pesar de que un edificio de determinados pisos, es una estructura unitaria y global, debe analizarse a partir de multitud de modelos diferentes que sólo tienen en común aquello que el diseñador haya podido establecer. Esta tecnología establecida en la representación, aparte de consumir mucho tiempo, es propensa a errores en el diseño, los cuales acaban apareciendo en la fase del proceso constructivo generando costos adicionales. (Arrelos, 2010)

Hasta hace algún tiempo, los arquitectos e ingenieros, han tenido que aceptar sin más estas dificultades y trabas al momento de diseñar porque no disponían de otra

alternativa para el estudio y desarrollo de sus edificios que la construcción de infinitud de modelos representados en forma de plantas, maquetas de madera, o tablas de mediciones. Además, estas representaciones son literales, ya que sólo contienen la información básica.

Así, una planta evoca un modelo que solo tiene información básica sobre los cerramientos, cimentación, estructura y mobiliario del edificio en ese nivel de hormigón acabado, pero no sobre los materiales requerido para el acabado final o sobre los usos de cada habitación. Por otra parte, como cualquier representación, la restitución del modelo en la mente del lector está muy condicionada a su interpretación, ya que no se dispone de más información que la proporcionada e los planos *CAD*. (Arrelos, 2010)

Hace un tiempo atrás se desarrollan metodologías de trabajo y aplicaciones que van en caminadas la implementación de modelos paramétricos coordinados entre sí de tal manera que los errores y las tareas redundantes disminuyan significativamente. Básicamente se han ido incorporando automatismo y facilidad a las nuevas herramientas para elaboración de los modelos paramétricos; a la vez que los sistemas de vinculación de datos han ido mejorando con el fin de poder aprovechar la misma información para diferentes vistas. Las referencias externas de AutoCAD son un ejemplo de ello, lo cual ayuda alivianar los archivos y trabajar de una manera más efectiva, así como también lo son las capacidades de importación de datos de cualquier programa de cálculo de estructuras. (Ferrer, 2011)

Los programas de CAD han ido mejorando de acuerdo a las necesidades de los diseñadores, incorporando la capacidad de incluir información no gráfica a las entidades dibujadas, generando las herramientas GIS actuales, pero que también podemos identificar en un simple bloque con atributos de AutoCAD, como simple trazados; todo esto ha facilitado el trabajo de los CAD Managers, pero no ha eliminado el origen del problema.

Para esto era necesario idear una nueva generación de programas y aplicaciones móviles que trabajasen con bases de datos y una nube de información que en vez de con un sinfín de representaciones literales (2D o 3D), contuvieran objetos paramétricos con información multidisciplinar. Estas bases de datos se conocen como

Modelos de Información y en el caso del modelado de edificios, *BIM (Building Information Models)*. (Rojas, 2011)

La idea es la de generar un modelo único, con todas las materias, que contenga toda la información de la estructura para que, en vez de crear múltiples representaciones; de él saldrán representaciones, las cuales en contexto serán diferentes tipos de vistas del modelo central. (Rojas, 2011)

2.2 Definición de diseño

Se define como diseño, al método de generar propuestas e ideas para la creación y realización de espacios físicos o estructuras de obras civiles; en el proceso de diseño intervienen factores como los geométrico-espaciales, constructivo y estético. En el diseño confluyen otras áreas cuya finalidad es la de proveer de estructuras resistentes (diseño estructural), control de aguas negras y aguas lluvias (diseño sanitario), iluminación (diseño eléctrico) y formas decorativas (diseño arquitectónico) (Ricardo Rojas, René Lagos, 2014)

Mediante los diseños se planifica lo que será finalmente el edificio, puente o estructura construido con todos los detalles, sus sistemas estructurales y todos los demás sistemas que complementa la obra civil. El diseño global debe ser apropiado, cumpliendo con los requerimientos estructurales, buscando la eficiencia y optimar el presupuesto.

En este trabajo se va a tratar acerca de dos sistemas de diseños, el sistema tradicional de diseño, y el sistema *BIM (Building Information Models)*

2.3 Definición de Sistema Tradicional.

Para cual obra de infraestructura, se requiriere un diseño tanto arquitectónico, como estructural, complementado de otras materias como la parte eléctrica, sanitaria o hidráulico; para toda obra se requiriere de 3 pasos, como lo ilustra la Figura N° 2.

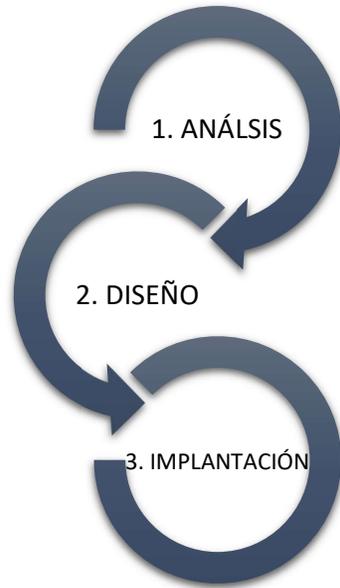


Figura N° 2 Pasos del sistema de diseño tradicional (FUENTE: Autor)

Análisis

Se refiere al análisis preliminar de la estructura a diseñar, su ubicación, el uso que se le va a dar a la estructura, el presupuesto determinado para el proyecto, con toda esta información se va al siguiente paso.

Diseño

El arquitecto realiza el diseño, para luego el ingeniero estructural realice el diseño estructural y de cimentación del proyecto, también hay que realizar el diseño eléctrico y sanitario correspondiente del proyecto, generando planos y las especificaciones técnicas.

Implantación

Con los planos y especificaciones técnicas se realiza a construir de forma tradicional, llevando un libro de obra para las cantidades y avances.

2.3.1 Definición y principios de CAD

Los inicios del diseño, fueron muy básico, todo a mano y plasmado en papel, los planos se entregaban en papel calco o papel bond y para hacer una sola lamina, los diseñadores tardaban demasiado y tenían muchos errores y lo más complicado era

cuando se quería modificar algo o cambiar el diseño, por esto con la aparición de las computadoras, aparecieron algunos programas muy básicos de entornos visuales, que son conocidos generalmente como CAD. (Monfot, 2015)

El concepto de Dibujo Asistido por Computadora, CAD, nació en los años 50, cuando el ejército de Estados Unidos, USARMY, desarrollaba los primeros trazadores gráficos, los cuáles podían representar trazados básicos realizados con un ordenador. Al mismo tiempo, en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) se presentaba lo que en esa época sería el primer software de CAD, que permitía dibujar mediante coordenadas en un computador. (Ricardo Rojas, René Lagos, 2014)

Hasta la mitad de la década de los 60, recién se pudo observar un CAD implantado, de manera masiva. La evolución ha sido de manera ininterrumpida, y la implantación definitiva fue en los años 70, en parte debido al aumento de la velocidad de los procesadores, el abaratamiento de las computadoras personales y sobretodo las necesidades de los diseñadores. (González, 2014)

Computer Aided Design, cuyas siglas CAD, que en español se traduce como “Diseño Asistido por Computadora”, se fundamenta básicamente de una base de datos de formas geométricas (puntos, líneas, curvas, etc.) con la que se puede manipular con ayuda de una interfaz gráfica dinámica. La gran mayoría de software CAD permite diseñar en entornos 2D o 3D mediante geometría alámbrica, esto significa, puntos, bloques, líneas, arcos, splines; superficies topográficas o diseños y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos. Las propiedades que se da a cada entidad CAD, son el color, capa, grosor, estilo de línea, nombre de la entidad, ubicación en el espacio, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica y ordenada. Además, pueden relacionarse a las entidades, otro tipo de propiedades como el coste, material, etc., de una manera muy básica, que permiten enlazar el CAD con hojas de cálculo o block de notas. De estos modelos se pueden obtener planos con cotas, anotaciones, y análisis de superficies para generar la documentación técnica. (Arrelos, 2010)

El sistema CAD, es una técnica que puede definirse como "el proceso de automatización del diseño que emplea técnicas de entidades lineales junto con programas de cálculo y documentación de diseño". (Arrelos, 2010)

2.3.2 Tipos de CAD

- **CAD Analítico:** Este usa procedimientos analíticos para definir sus acciones. Los programas de CAD analíticos, nacieron después de los primeros métodos gráficos por lo que hubo la necesidad de considerar y evaluar los resultados del diseño estructural, un diseño geométrico o geotécnico. En los CADs analíticos el dibujo permanece en la RAM de la computadora como un conjunto de relaciones de puntos-coordenadas, dirección y sentido en programas vectoriales o como un grupo de puntos (píxeles), en programas de renderizado y procesamiento de imágenes. (Arrelos, 2010)
Cada entidad del dibujo está definida por sus coordenadas espaciales (x , y , z) mediante el uso de procedimientos analíticos matemáticos y algoritmos, en los cuales toda la información se maneja de forma Lógica-Analítica. (Arrelos, 2010)
- **CAD Paramétrico:** Usa parámetros para definir sus acciones. Un programa paramétrico de CAD difiere fundamentalmente de cualquier otro tradicional, en un aspecto clave, en un programa paramétrico la información gráfica, es parte de la información que está disponible en el banco de datos o la nube, o sea, una representación de la información como un objeto global, en la memoria de la computadora. (Arrelos, 2010)

2.3.3 Elementos de los sistemas CAD

El proceso del diseño CAD consiste básicamente en 4 etapas.

- **Modelado geométrico:** Se describe como forma matemática o analítica a un objeto físico, el diseñador realiza su modelo geométrico por medio de comandos que crean o perfeccionan líneas, sólidos, superficies, entidades, dimensiones y texto; que dan a origen a una representación completa del diseño en 2D o 3D. (Arrelos, 2010)
- **Optimización y análisis del modelo:** Después de haber definido las propiedades geométricas, se realiza un análisis ingenieril, donde se analiza las propiedades mecánicas-físicas del modelo (esfuerzos, deformaciones, deflexiones, vibraciones).

- Evaluación y revisiones del diseño: En esta etapa fundamental se comprueba si hay alguna interrupción entre los diversos componentes del diseño, en útil para evitar problemas en el momento del proceso constructivo, aunque no es muy preciso. (Arrelos, 2010)
- Documentación y dibujo: Por último, en esta etapa se realizan planos de detalles. Esto se puede elaborar en dibujos diferentes vistas de la estructura, manejando escalas en los planos y efectuando diferentes vistas de perspectiva de la estructura.

2.3.4 Ejemplos de programas CAD

- CATIA
- AutoCAD
- AutoCAD Civil 3D
- ArchiCAD
- QCad
- GstarCAD
- Abis CAD
- ARRIS CAD
- Builders CAD
- Autosketch

2.3.5 Ventajas de su uso

- Se simplifica la definición entre plano original y copia, como sucedía con los planos hecho a se pretemano en papel.
- El almacenamiento de los planos es más reducido, confiable y permite realizar búsquedas más rápidas y precisas mediante las bases de datos.
- Aumenta la uniformidad en los planos.
- La calidad de los planos es mayor, mejor presentación, por lo que no hay tachones, ni líneas más gruesas que otras ni borrados inadecuados.
- El tiempo invertido en las modificaciones se reduce en gran porcentaje, las modificaciones son puntuales, no hay que rehacer los planos.
- Se utiliza librerías de elementos comunes.
- Reducción del tiempo empleado en operaciones repetitivas, aunque estas acciones también toman su tiempo y algunas veces hay errores del software.

- Los modelos pueden exportarse a otros programas, para obtener cálculos, realizar presentaciones e informes; también se puede importar información o datos.
- También se puede obtener un modelo en 3D para poder visualizarlo desde cualquier perspectiva y realizar *render*.
- Facilitan el trabajo en equipo, trabajando con “Referencias Externas” y con “Data Shortcuts”

2.3.6 Importancia

Con este procedimiento se pretende realizar el diseño con mayor precisión, a un menor precio y mucho más rápido que con si se hiciera solamente a mano con ayuda con rapidógrafos. (Ferrer, 2011)

Todos estos proyectos se almacenan en la computadora o en una nube de datos los resultados de los trazados bidimensionales o tridimensionales. Estos dibujos o diseños se guardan en base de datos, la cual se puede vincular con alguna nube esta puede ser Dropbox, o la nube de Autodesk. Teniendo así el diseñador puede realizar cambios, o compartirlos con otros para mejorar o corregir su diseño. (Ferrer, 2011)

En el campo de la construcción, este sistema revolucionó totalmente el diseño de obras civiles, ya que es más preciso y rápido en su elaboración ya que es sencillo y más seguro, el diseñar por medio de los programas CAD, ya antes mencionados. (Ferrer, 2011)

2.3.7 Programa AutoCAD Civil 3D 2017

Autocad es un programa, para dibujar o diseñar, CAD significa Computer Aid Design, en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos y arquitectónicos, muy útil para ingenieros, arquitectos, etc, pudiendo crear diseños de todo tipo, tanto en 2D y 3D, planos, objetos, cortes de objetos, análisis de superficies, análisis de tuberías, etc; ya han creado la versión 2017 que tiene muchos avances en cuanto a 3d, en alineamientos y superficies y herramientas variadas, es una herramienta profesional muy potente. (Moreno, 2013)

El programa permite crear los objetos por medio de capas (*layers*), ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. Los objetos repetidos

se gestionan mediante bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos. (Moreno, 2013)

Parte del programa AutoCAD Civil 3D está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, estilo, grosor de líneas y texturas tramadas. (Moreno, 2013)

Las aplicaciones del programa son múltiples, desde proyectos y presentaciones de ingeniería, hasta diseño de planos o maquetas de arquitectura. (Arrelos, 2010)

2.4 Definición de Sistema BIM (*Building Information Models*).

2.4.1 Términos y definiciones

En las directrices y estándares investigados, el proceso de diseño e implementación es bastante similar. Este proceso se basa en la directriz que da la mejor y la más precisa descripción de cada fase del proceso de diseño basado en BIM. El proceso comienza desde planificación de la ejecución y continúa con la cooperación y el intercambio de información la fase de diseño. (Group, 2014)

El Building Information Modeling (BIM) es un proceso enfocado en el desarrollo y uso de un modelo de información digital de un proyecto de obra civil, para diseño, construcción y operación de un portafolio de instalaciones que comprenden todo el proyecto. (Gámez, 2014)

Hay múltiples términos que definen la metodología BIM. “En esencia es la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados, y vinculados a ellos” (Gámez, 2014)

Para comprender y ahondar dicha definición resulta necesario conocer qué se entiende por interoperabilidad, que es la capacidad de varios sistemas o componentes para intercambiar, transferir y manipular, de manera análoga y eficientemente datos, información y documentación por canales electrónicos, entre sus sistemas de información. (Gámez, 2014)

En términos de costos, si se analiza el ciclo del proyecto y sus etapas, conviene distinguir dos definiciones que se relacionan, pero teniendo en cuenta que una hace

referencia a gastos y la otra a inversiones. Primeramente, se entiende por “capex”, es el dinero que una empresa invierte en suelo, edificios y los equipamientos que son usado para generar y crear diferente tipos servicios; y en segundo lugar, se tiene el “opex” que viene de la abreviación en ingles de "*Operating Expense*", este es un costo permanente que contribuye o ayuda al funcionamiento de un negocio o proyecto; es si son los gastos operativos u operacionales. (Gámez, 2014)

2.4.2 La metodología BIM

BIM que significa en inglés "*Building Information Modeling*" es un nuevo avance tecnológico al diseño, construcción y gestión de las obras. Es de una metodología que ya ha comenzado a cambiar la perspectiva en la que se ven los edificios, cómo estos trabajan y la forma del proceso constructivo. (Gámez, 2014)

En el sector de la construcción, la incompatibilidad entre los sistemas generalmente impide que los miembros del grupo de trabajo puedan intercambiar la información de forma más precisa y rápida; este factor es la causa de un gran número de problemas en el proyecto generando el aumento de costos y plazos de estos. (Gámez, 2014)

La adopción del sistema BIM y el uso de sus modelos digitales durante todo el ciclo de vida de la obra supone un paso en la buena orientación para la eliminación de costos de una incorrecta interoperabilidad de información. (Teicholz, 2013)

Se deben sumar nuevos procesos y adaptar los existentes; es fundamental entender que no solo se define como una nueva tecnología o la evolución de la ya existente, se define como un nuevo proceso de trabajo mejorado. (Gámez, 2014)

2.4.3 Lineamientos del BIM

El objetivo fundamental del BIM es evitar la pérdida de información a lo largo del ciclo del proyecto, con el método tradicional, y que obliga a un mayor esfuerzo de producción en la cantidad de información en las distintas fases del proyecto. Este resultado de aplicación del sistema BIM en el valor de la información se puede ver de manera clara en la Figura N° 3. (Gámez, 2014)

COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE UN CICLO DE UNA ESTRUCTURA

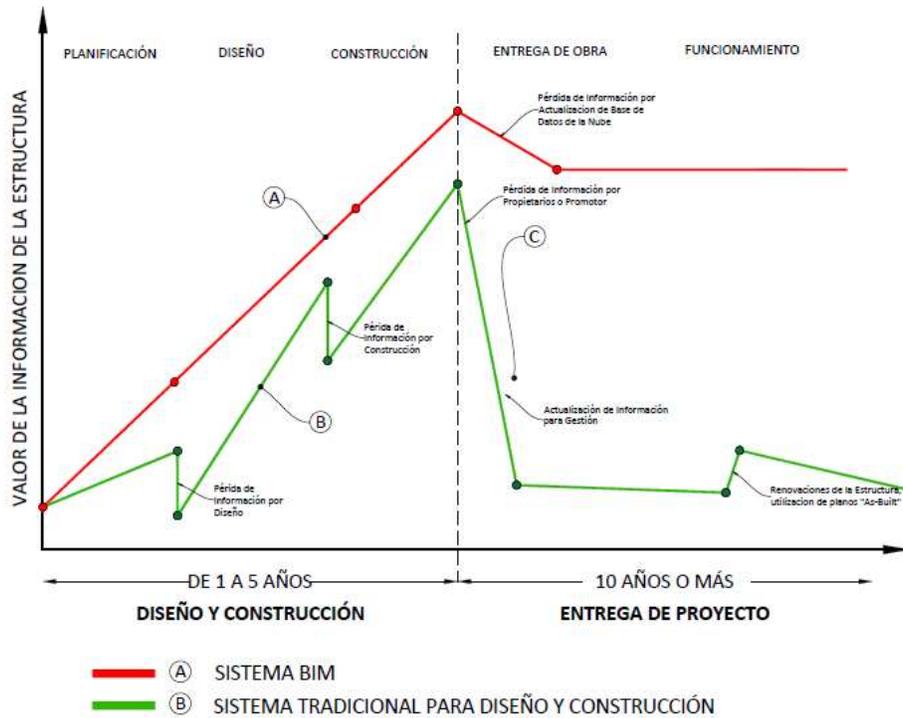


Figura N° 3 Comparación gráfica de las pérdidas de datos durante el tiempo de vida de una estructura, con los dos sistemas (FUENTE: Autor)

El proceso de los trabajos en el sistema BIM mantiene una línea de constante crecimiento del valor de la información versus la falla y pérdida de información en el sistema tradicional. Para el desarrollo de esta premisa de no perder el valor de la información, se requiere un cambio en el proceso de toma de decisiones, donde la afectación sea beneficiosa en el costo final de un proyecto. (Gámez, 2014)

2.4.4 Programa REVIT

Revit fue creado de forma exclusiva para diseño de modelos con el sistema BIM. Se trata de un programa, que se desarrolla con motor de modificaciones paramétricas, con una base de datos que coordina, gestiona y agiliza la información ingresada en el programa, para el modelado del diseño arquitectónico, incluyendo todas las especialidades. Con este programa permite crear diseños, fundamentados

en bloques inteligentes y tridimensionales, los que están vinculados entre sí para coordinarse automáticamente ante cualquier variación. (Hildebrandt, 2015)

2.4.4.1 CARACTERÍSTICAS DESTACADAS DE REVIT

Las funciones que brinda este software cubren las necesidades de modelado de la arquitectura, especialidades de ingeniería y construcción. Algunas de las principales son:

- **Diseño y construcción:** El programa cuenta con diversas herramientas para diseñar una estructura desde su conceptualización hasta los planos de la construcción. Esto abarca detalles en paredes, muros, pisos, tumbados, columnas y cubiertas; además, permite realizar un análisis volumétrico mediante masas de los elementos, calcular áreas por pisos o global y la implementación de diversas texturas, materiales y colores, entre otras aplicaciones. (Hildebrandt, 2015)
- **Sombras Vectoriales:** En el proceso de diseño, existen diferentes cambios en la estructura, la orientación y otros factores que afectan la disposición de elementos con dirección a la luz, las sombras se actualizan inmediatamente, con cualquier cambio, permitiendo visualizar el efecto de los cambios en la iluminación como quedaría al momento de finalizada la obra. (Hildebrandt, 2015)
- **Perspectivas seccionales:** Permite analizar todos los ángulos de la estructura desde distintas perspectivas y en distintas secciones transversales, incluyendo vistas con líneas ocultas, sombras y siluetas. (Hildebrandt, 2015)
- **Modelo de proyecto integrado:** Posee un conjunto de herramientas para coordinar las distintas áreas del proyecto, sus documentos e información relacionada. Produce identificadores automáticos de dibujo, estima los costos, permite modificar la geometría de los bloques solo al ingresar información, regular las versiones para que los datos, gráficos, detalles y dibujos se actualicen en todas partes, entre varias otras funciones alineadas a optimizar los tiempos y la presentación de los modelos. (Hildebrandt, 2015)

- **Modelado de terreno y exteriores:** Permite diseñar el edificio tomando en cuenta el contexto exterior, entregando diseños de pisos y patrones. También ofrece una biblioteca con vegetación y otros elementos, como la maquinaria de construcción, para planificar los procesos de construcción de forma adecuada. (Hildebrandt, 2015)
- **Ambiente de trabajo multidisciplinario:** Los distintos equipos pueden trabajar de forma simultánea en un edificio y el programa dispondrá todas las modificaciones ingresadas por el usuario. (Hildebrandt, 2015)
- **Presentación y visualización:** Cuenta con un motor de renderización integrada que incluye modelos de puertas, ventanas y tragaluces en sus cálculos para simular las condiciones reales de luz natural y artificial, entre varias otras funciones. También realiza análisis de área para producir esquemas, y permite exportar a Pdf. para imprimir o enviar vía email. (Hildebrandt, 2015)

3 CAPÍTULO: METODOLOGÍA

El presente capítulo describe detalladamente los requisitos para el desarrollo de los sistemas propuestos, (tradicional y BIM), incluyendo el diseño arquitectónico, cantidades y presupuesto referencial.

3.1 Alcance

El marco propuesto define al sistema tradicional, como el procedimiento que se ha implantado desde siempre, el mismo que ha ido mejorando con la ayuda de software, pero teniendo los mismos lineamientos, y pérdidas de información, mientras que el sistema BIM, como ya ha sido definido en el capítulo 2 es mucho más práctico y dinámico en el momento de realizar los diseño. El presente marco va un paso más allá comparando los dos tipos de sistemas, con la intención de proporcionar una mejor perspectiva al momento de escoger un sistema de diseño, en menor tiempo y al menor coste posible.

3.2 Parámetros para la metodología del diseño

Para el desarrollo de este trazado se hicieron algunas suposiciones:

- El diseño de la vivienda, es para un sistema de construcción en serie para determinada urbanización.
- La casa, es unifamiliar de planta baja y planta alta, con su respectivo patio posterior y anterior.
- Los materiales a utilizar, serán determinados, por igual para los dos sistemas, para poder realizar la comparación.
- Para el presupuesto, se utilizarán los valores de la Cámara de Construcción de Guayaquil y la Revista DOMUS.
- Los materiales a utilizar serán los típicos, hormigón armado y estructura de acero para la cubierta.
- El diseño incluye acabados internos y externos de la estructura.
- El presupuesto incluye las piezas de los baños y cocina.
- No se realizará diseño eléctrico y diseño sanitario.

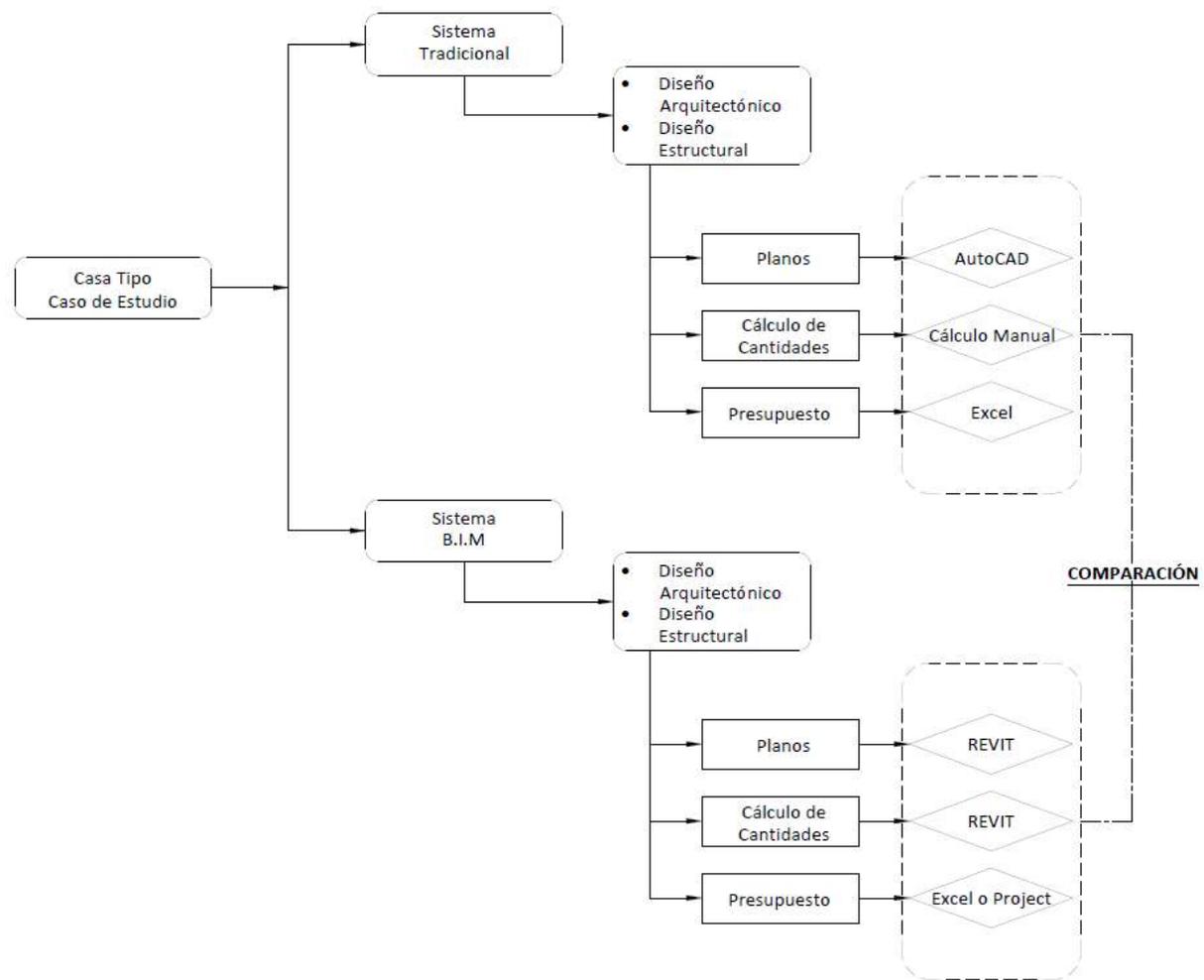


Figura N° 4 Diagrama de Metodología (FUENTE: Autor)

3.3 Implementación del Marco

3.3.1 Estableciendo Meta

Para el diseño del caso de estudio, o cualquier tipo de proyecto (edificio, casas y oficinas), el primer requisito tal vez el más importante requisito es definir el objetivo. Establecer los objetivos, facilitará el trabajo, ya que se desarrolló para cumplirlo. Un propietario puede no estar familiarizado con los lineamientos del diseño en general y el proceso constructivo, pero un contratista, el diseñador (Arquitecto o Ingeniero Civil) seguramente conoce el sistema tradicional, pero ¿por qué no utilizar el BIM?.

Por lo tanto, un objetivo que pone énfasis en la comparación de los sistemas tanto el tradicional como el BIM, podría ser definido "Permitir que el diseño y proceso constructivo de una obra, sea más económico y eficiente". Este objetivo conlleva los objetivos fundamentales de la gestión. Al lograr este objetivo, se podría determinar cuál sistema será el más efectivo y el que se debería implementar en la actualidad teniendo como referencia la tecnología del medio y los avances que hay en el medio de la construcción y programas CAD

3.3.2 Establecer estrategia

En muchos países, como Ecuador, el sistema de diseño tradicional, es el único utilizado en el medio, en muchos del caso hay pérdida de información, durante el proceso, e inconsistencias en los presupuestos, por errores al momento de obtener las cantidades necesarias para la obra. Por lo que el BIM, no es conocido en el medio, lo que lleva al proyecto a tener pérdida de información, y se alargan los plazos de diseño y construcción.

El análisis de los dos sistemas en un caso de estudio, casa tipo, no sólo definirá cual alternativa es la más viable sino la más económica y efectiva.

3.4 Definición de Caso de Estudio

Se determinó el caso de estudio, para una vivienda unifamiliar, de una planta alta, casas modelo para urbanización, para realizar el diseño por medio de los dos sistemas, se determinó los materiales a utilizar serán los mismos para ambos sistemas, para poder constatar la comparación de los sistemas, que es uno de los objetivos de este trabajo de grado.

Por ser un caso ideal, se determinó los mismos materiales, para que los precios unitarios no varíen.

3.5 Metodología del Sistema Tradicional

3.5.1 Planos

Para el sistema tradicional se tiene que dibujar los planos arquitectónicos en CAD, teniendo en cuenta los detalles constructivos, instalaciones de piezas sanitarias y acabados básicos, excluyendo del análisis, cimentación, relleno, exteriores (patios, garaje), instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, anaqueles y closets.

Para el diseño estructural, se determinó cargas para una vivienda de este tipo, colocando el acero requerido y de refuerzo para los elementos estructurales, para el cálculo de kilogramos de acero requeridos para esta vivienda, se determinó que la losa será alivianada con Steel Panel.

El diseño tradicional se lo realizó en el programa AutoCAD Civil 3D, tanto el 2D como el 3D, teniendo en cuenta que son dibujos lineales y sin propiedades avanzadas, a más de un nombre y ubicación.

Los planos serán presentados en láminas en formato A1, para su revisión y análisis de cantidades necesarias para el presupuesto,

3.5.2 Cálculo de Cantidades

Con los planos en CAD, se procedió a la cuantificación de las cantidades requeridas para esta vivienda del trabajo.

El cálculo de cantidades es manual, sacando áreas y distancias con ayuda de los planos CAD, en lo que corresponde a paredes, columnas y losas.

A lo que compete a las ventanas, puertas y piezas de baño y cocina, son unidades globales que son las mismas para ambos sistemas.

Se realizó una hoja de cálculo para cada rubro, para proceder a realizar el presupuesto referencial.

3.5.3 Presupuesto

Teniendo las cantidades, se procedió a conseguir los costos por valor unitario de los rubros necesario para la superestructura, acabados y accesorios, para esto se utilizó una hoja de cálculo de Excel, para realizar los cálculos.

3.6 Metodología del Sistema BIM

3.6.1 Planos

Para realizar los planos con el método BIM, se utilizará el programa de computadora Revit, el cual son entidades paramétricas guardando información de cada muro o columna dibujada con este programa

Los planos serán presentados en láminas en formato A1, para su revisión y análisis de cantidades necesarias para el presupuesto,

3.6.2 Cálculo de Cantidades

Con una extensión del programa Revit, se pudo obtener un listado de cantidades por rubros para el cálculo automático de cantidades.

Se realizó una hoja de cálculo para cada rubro, para proceder a realizar el presupuesto referencial con ayuda del programa Microsoft Project.

3.6.3 Presupuesto

Al igual que para el sistema tradicional, se procedió a conseguir los costos por valor unitario de los rubros necesario para la superestructura, acabados y accesorios, para esto se utilizó el programa Microsoft Project, para generar el cronograma y Microsoft Excel para el presupuesto.

3.7 Comparación de Sistemas versus Construcción Real.

Para poder realizar una comparación del proceso constructivo se analizó una pared de 2.00m de alto por 3.60m de largo, con bloques de (39x19x9) de determinadas dimensiones la cual se calculó las cantidades por los dos sistemas y se realizó la comparación con lo real construido *in situ*; cabe notar que la pared de análisis es de

una obra que se encuentra en proceso de construcción hasta la fecha de entrega de este trabajo de titulación.

4 CAPÍTULO: DESARROLLO DE LOS SISTEMAS

En el presente capítulo se desarrollará paso a paso el diseño por ambos sistemas (Tradicional o BIM), se enfocará en cómo se realizan los planos y como se realiza el cálculo de cantidades y presupuesto.

4.1 Desarrollo del Sistema Tradicional

4.1.1 Dibujo de planos en CAD

Teniendo en cuenta la vivienda ideal para el diseño, se procede a realizar el dibujo con ayuda del software ya antes mencionado, para todo el dibujo se utilizaron comandos básicos como, “poliline”, “trim”, “block”, etc, esto para lo que es la planta en 2D.

- **Columnas y Paredes**

Para el diseño y dibujo de estos elementos se utilizó la herramienta “poliline” teniendo en consideración que las paredes están constituidas de bloques de 9cm. y las capas de enlucido y acabados de pintura de 1cm., dando como un espesor final de 10cm., que es lo que se grafica en los planos CAD.

Para las columnas, que son de determinadas dimensiones, se utilizó un armado global, colocando varillas de $\phi 14$ con estribos cada 15cm, con 2.00cm de recubrimiento

Se puede observar la Figura N^a con los elementos mencionados.

- **Losa con Steel Deck**

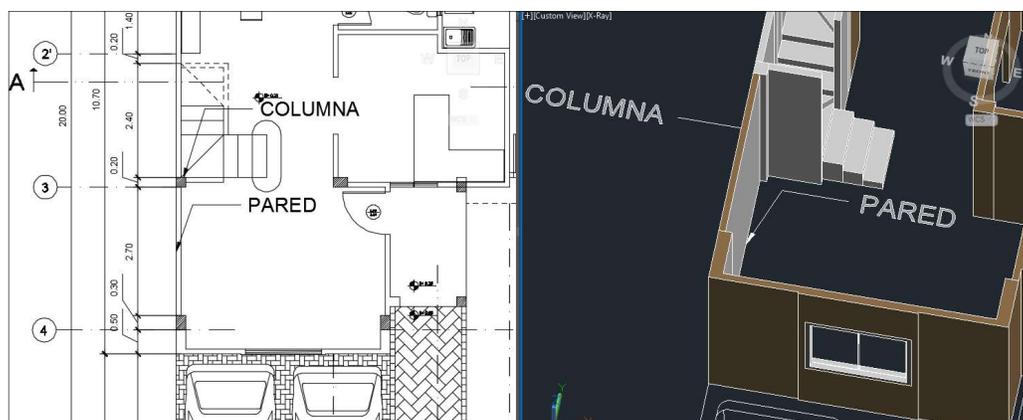


Figura N° 5 Representación de columnas y paredes en CAD

La losa de este diseño, utiliza Steel Deck o también llamada Novalosa es una lámina de acero galvanizada de espesor 0.65mm, de forma trapezoidal fabricada por Novacero, usada generalmente para el diseño de este tipo de losas compuestas, esta lamina de acero actúa como refuerzo positivo y elimina la necesidad de varillas de refuerzo, requiriendo de una malla electrosoldada para retracción, aliviana la estructura. En el plano CAD en los cortes se puede apreciar el tipo de losa

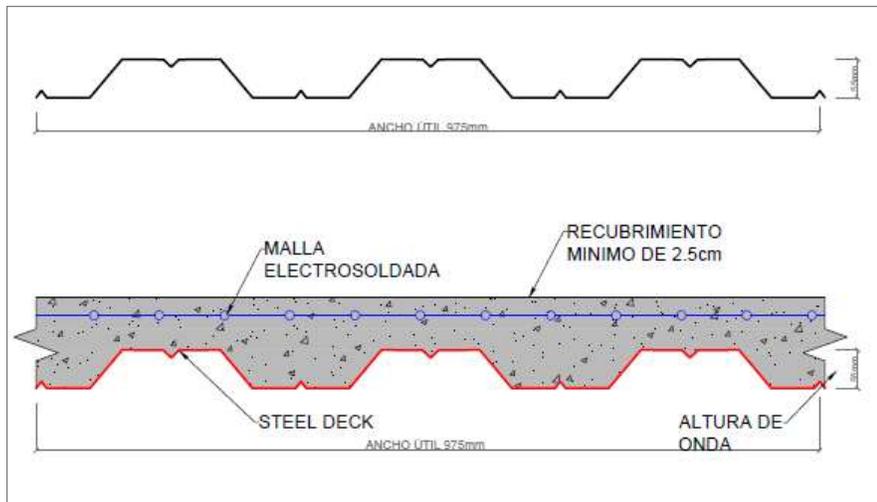


Figura N° 6 Detalle de Losa con Steel Deck (Fuente: Autor)

- **Escaleras**

La representación de las escaleras para acceder a la planta alta, es relativamente sencillo, con el comando de “poliline” se grafica en planta las huellas y en los cortes la contrahuella.



Figura N° 7 Representación de las Escaleras en planta y 3D de los planos CAD

- **Piso y Contrapiso**

Para la representación del piso y contrapiso, se lo realzo con el comando “hatch” que es un tramado que da apariencia de las placas de procelanato, sin tener en cuenta cuantas se van a utilizar en realidad, para el contra piso se determinó un determinado espesor, dando como resultado la estructura del piso de la vivienda, a nivel de piso terminado.

- **Piezas de Baños y Cocina**

Para ambos sistemas se utilizaron las mismas piezas, dibujadas en los planos como simple bloques CAD, las piezas sanitarias son marca Edesa, y el lavaplatos de la cocina marca Teka.

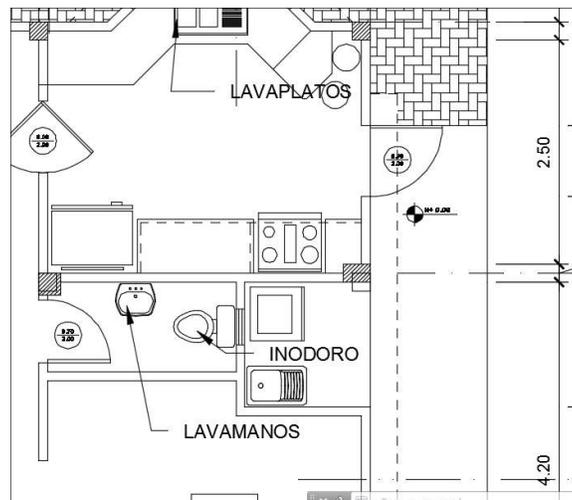


Figura N° 8 Representación de Piezas de baños y cocina en planos CAD

- **Pasamanos**

Son pasamano de acero, soldados en el taller y colocados in situ, los pasamanos irán ubicados en la escalera que sube a la planta alta, y también como decoración para el balcón del dormitorio principal

- **Puertas y Ventanas**

Para las puertas, se determinó puertas prefabricadas, que viene en dimensiones ya determinadas, de fácil instalación y acabados, se cuantifican por unidad y por el tamaño de la puerta, se tiene 3 tipos de puertas, principal, habitaciones y baños.

En los planos CAD, su representación es un bloque como se puede observar en la Figura N° 9



Figura N° 9 Representación en CAD de puertas y ventanas

- **Pintura**

Para la pintura, en los planos no se puede detallar con precisión este rubro, para la cuantificaron se hizo en metros cuadrados del elemento a pintar y en el presupuesto se selecciona el tipo de pintura y el costo de esta.

- **Cubierta**

La cubierta de tejas, se la realiza con un tramado en planta, y con un bloque expandido en 3D, en las láminas de cortes y de la implantación se podrá observar el detalle de

la cubierta, para el cálculo de cantidades se, obtuvo el área de cubierta y se calculó cuantas tejas se irían por área.

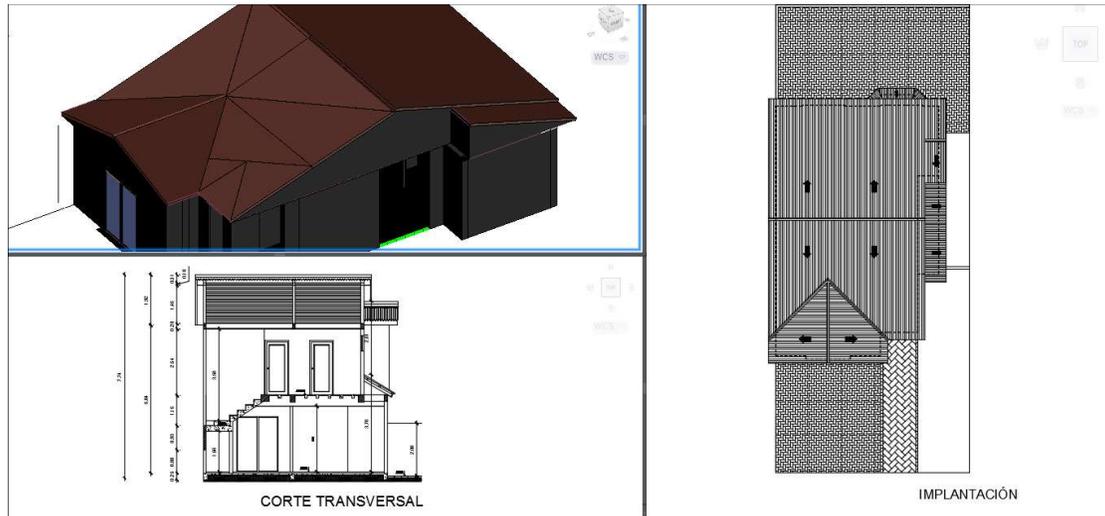


Figura N° 10 Representación de Cubierta en planta, corte y 3D del sistema tradicional

4.1.2 Cálculo de cantidades

- Columnas y Paredes

Se calculó la cantidad de volumen de hormigón para las columnas y los metros cuadrados de pared, considerando que en el análisis del rubro “pared” y “columna” está considerado mano de obra y materiales.

COLUMNAS PLANTA BAJA HORMIGON ARMADO		
NOMENCLATURA		1-2-3-4-5-6-7
SECCION	LADO	0.20 m
	LADO	0.20 m
	ALTURA	2.65 m
VOLUMEN	0.106 m ³	VOLUMEN TOTAL 0.74 m ³
NOMENCLATURA		A-B-C-D
SECCION	LADO	0.20 m
	LADO	0.30 m
	ALTURA	2.65 m
VOLUMEN	0.159 m ³	VOLUMEN TOTAL 0.64 m ³
NOMENCLATURA		Z
SECCION	LADO	0.30 m
	LADO	0.30 m
	ALTURA	2.65 m
VOLUMEN	0.239 m ³	VOLUMEN TOTAL 0.24 m ³
VOLUMEN GLOBAL COLUMNAS PLANTA BAJA		1.62 m ³

Tabla N° 1 Cálculo de cantidades de columnas planta baja

COLUMNAS PLANTA ALTA HORMIGON ARMADO			
NOMENCLATURA		1-2-3-4-5-6-7-8-9-10	
SECCION	LADO	0.20 m	
	LADO	0.20 m	
	ALTURA	2.50 m	
VOLUMEN	0.100 m ³	VOLUMEN TOTAL	1.00 m ³
VOLUMEN GLOBAL COLUMNAS PLANTA BAJA			1.00 m ³

Tabla N° 2 Cálculo de cantidades de paredes planta baja

PILARETES PLANTA ALTA Y PLANTA BAJA		
NOMENCLATURA		P1/P2
SECCION	LADO	0.10 m
	LADO	0.20 m
	ALTURA	2.50 m
VOLUMEN	0.050 m ³	VOLUMEN TOTAL 0.10 m ³
SECCION	LADO	0.10 m
	LADO	0.30 m
	ALTURA	2.50 m
VOLUMEN	0.075 m ³	VOLUMEN TOTAL 0.15 m ³
VOLUMEN GLOBAL COLUMNAS PLANTA BAJA		0.25 m ³

Tabla N° 3 Cálculo de cantidades para pilaretes

PAREDES PLANTA BAJA	
1.PERIMETRALES	32.38 m
ALTURA DE PARED	2.65 m
AREA PARCIAL DE PAREDES	85.81 m²
BOQUETES DE VENTANAS Y PUERTAS	
VENTANAS	5.08 m ²
PUERTAS	3.76 m ²
AREA TOTAL DE BOQUETES PB	8.84 m²
TOTAL PAREDES PERIMETRALES 1-2	76.97 m²
2.INTERIORES	30.74 m
AREA PARCIAL DE PAREDES	30.74 m²
BOQUETES DE VENTANAS Y PUERTAS	
VENTANAS	5.34 m ²
PUERTAS	1.52 m ²
AREA TOTAL DE BOQUETES PB	6.86 m²
TOTAL PAREDES PERIMETRALES 1-2	23.88 m²

Tabla N° 4 Cálculo de cantidades de columnas planta alta

PAREDES PLANTA ALTA		
1.PERIMETRALES		
AREA PARCIAL DE PAREDES	30,08 m²	1
BOQUETES DE VENTANAS Y PUERTAS		
VENTANAS		
PUERTAS		
AREA TOTAL DE BOQUETES PB	11,39 m²	2
TOTAL PAREDES PERIMETRALES 1-2+INGRESO	21,64 m²	
2.PAREDES DE LAS CUBIERTAS	30,74 m ²	
AREA PARCIAL DE PAREDES	30,74 m²	1
BOQUETES DE VENTANAS Y PUERTAS		
VENTANAS	5,34 m ²	
PUERTAS	1,52 m ²	
AREA TOTAL DE BOQUETES PB	6,86 m²	2
TOTAL PAREDES PERIMETRALES 1-2	23,88 m²	
3.PAREDES INTERIORES	60,50 m ²	
AREA PARCIAL DE PAREDES	60,50 m²	1
BOQUETES DE VENTANAS Y PUERTAS		
VENTANAS	5,22 m ²	
PUERTAS	3,08 m ²	
AREA TOTAL DE BOQUETES PB	8,30 m²	2
TOTAL PAREDES PERIMETRALES 1-2	52,20 m²	

Tabla N° 5 Cálculo de cantidades de paredes planta alta

PAREDES TOTAL PA Y PB	198.57 m²
ENLUCIDO TOTAL	397.14 m²

Tabla N° 6 Resumen de Cantidades de Paredes y Enlucido

- **Losa con Steel Deck**

Una losa aliviando con Steel Deck, con una capa de hormigón malla electrosoldada para refuerzo y retracción.

LOSA	
AREA DE LOSA	66.37 m ²
ESTRUCTURA DE LOSA	
STEELDECK	66.37 m ²
VOLÚMEN DE HORMIGON	9.9555
MALLA ELECTROSOLADAD (6mx2m)	5 U

Tabla N° 7 Cantidades de la estructura de la losa

- **Escaleras**

Para el análisis este rubro se tiene las dimensiones de la escalera, anchos de huella y contrahuella y longitud.

ESCALERA	
TIPO DE ESCALONES	RECTANGUALARES
HUELLA	0.30 m
CONTRAHUELLA	0.20 m
LONGITUD	0.90 m
CANTIDAD DE ESCALONES	9.00 m
VOLUMEN	0.49 m ³
TIPO DE ESCALONES	TRIANGULAR
AREA HUELLA	0.90 m ²
CONTRAHUELLA	0.20 m
CANTIDAD DE ESCALONES	9.00 m
VOLUMEN	1.62 m ³
VOLUMEN TOTAL	2.11 m³

Tabla N° 8 Cantidades para escalera

- **Piso y Contrapiso**

Para el análisis este rubro para planta baja se determina el área total y se resta el área que ocupan las columnas y pilares; para el área del porcelanato se calcula el área de ambas plantas.

CONTRAPISO HORMIGON SIMPLE	
AREA	64.26 m ²
AREA OCUPADA POR COLUMNAS	
a.- (0.20x0.20)x10u	0.40 m ²
b.- Pilaretes	
(0.10x0.20)x2u	0.04 m ²
(0.10x0.30)x2u	0.06 m ²
AREA TOTAL OCUPADA	0.50 m ²
AREA TOTAL CONTRAPISO 1+2	63.76 m ²

RECUBRIMIENTO DE PISO (PORCELANATO)	
AREA DE PISO- AREA DE PAREDES	60.52 m ²

Tabla N° 9 Cantidades de piso y contrapiso

- **Piezas de Baños y Cocina**

PIEZAS DE BAÑOS Y COCINA			
INODOROS			
MARCA	MODELO	UBICACIÓN	CANTIDAD
EDESA	ASPIO PLUS	BAÑO PLANTA BAJA	1
EDESA	ASPIO PLUS	BAÑO SALA FAMILIAR	1
EDESA	ASPIO PLUS	BAÑO DORMITORIO 1	1
TOTAL			3
LAVAMANOS			
MARCA	MODELO	UBICACIÓN	CANTIDAD
EDESA	CAMPEÓN REDONDO AL MURO	BAÑO PLANTA BAJA	1
EDESA	CAMPEÓN REDONDO AL MURO	BAÑO SALA FAMILIAR	1
EDESA	CAMPEÓN REDONDO AL MURO	BAÑO DORMITORIO 1	1
TOTAL			3
LAVAPLATOS/FREGADERO			
MARCA	MODELO	UBICACIÓN	CANTIDAD
1	TEKA	COCINA	1
TOTAL			1

Tabla N° 10 Cantidades de las piezas de Baño y Cocina

- **Pasamanos**

Este rubro se lo considera por metro línea de pasamano, tanto para escalera como para el balcón del dormitorio principal, siendo esto 4.40 metros lineales.

4.1.3 Presupuesto Referencial del sistema tradicional

Se calculó las cantidades en los rubros analizados para este trabajo de grado, es un presupuesto referencial, lo cual no se realizó cálculo de rubros sanitarios ni rubros eléctricos, como se puede ver en la Tabla N° 11. Ver Anexos

Nº	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Obras Preliminares					
0.01	Limpieza y desgloce	m ³	170	\$ 1.40	\$ 238.00
0.02	Replanteo	m ²	100	\$ 1.65	\$ 165.00
0.03	Excavacion y relleno	m ³	110	\$ 12.00	\$ 1,320.00
Estructura/Arquitectonico					
2.01	Losa de Cimentación	m ³	82.25	\$ 110.00	\$ 9,047.50
1.01	Columnas 20x20 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	1.74	\$ 525.00	\$ 913.50
1.02	Columnas 20x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.64	\$ 525.00	\$ 336.00
1.03	Columnas 30x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.24	\$ 525.00	\$ 126.00
1.04	Encofrado fabricados en obra de madera	m ²	50	\$ 9.00	\$ 450.00
1.05	Pilaretes f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.24	\$ 30.00	\$ 7.20
1.06	Escalera (0,30mx0,20mx1,00m)	m ³	2.11	\$ 532.00	\$ 1,122.52
1.07	Pasamanos	m	4.4	\$ 67.52	\$ 297.09
1.08	Losas (aligeradas steel deck)	m ³	66.37	\$ 85.00	\$ 5,641.45
1.09	Albañilería Peredes de 10cm	m ³	198.57	\$ 35.00	\$ 6,949.95
1.1	Revoque, enlucidos y revestimientos	m ³	397.14	\$ 29.50	\$ 11,715.63
1.11	Pisos y contrapisos	m ³	63.76	\$ 20.00	\$ 1,275.20
1.12	Porcelanato 60x60 (caja 1,44m ²)	m ²	129.41	\$ 60.00	\$ 7,764.60
TOTAL					\$ 45,646.64
Carpintería de Madera					
2.01	Puerta de madera (2,00mx0,90m)	U	1	\$ 383.66	\$ 383.66
2.01	Puerta de madera (2,00mx0,80m)	U	6	\$ 296.14	\$ 1,776.84
2.02	Puerta de madera (2,00mx0,70m)	U	3	\$ 285.12	\$ 855.36
TOTAL					\$ 3,015.86
Carpintería Metálica					
3.01	Puerta abatible de 2 hojas 1,60x2,00m	U	2	\$ 854.12	\$ 1,708.24
3.01	Ventana corredera de 2 hojas 1,60mx1,00m	U	4	\$ 521.12	\$ 2,084.48
3.02	Ventana corredera de 2 hojas 0,90mx1,20m	U	2	\$ 383.66	\$ 767.32
3.03	Ventana redonda diametro 1220mm	U	1	\$ 85.54	\$ 85.54
TOTAL					\$ 4,645.58
Piezas Baños y Cocina					
4.01	Inodoro marca Edesa	U	3	\$ 65.58	\$ 196.74
4.01	Lavamanos marca Edesa	U	3	\$ 45.25	\$ 135.75
4.02	Fregadero marca Teka	U	1	\$ 320.20	\$ 320.20
TOTAL					\$ 652.69
Pintura y Cubierta					
5.01	Pintura interior (20m ² por galón)	Gl	6.5	\$ 18.20	\$ 118.30
5.01	Pintura Exterior	Gl	1.5	\$ 23.50	\$ 35.25
5.02	Cubierta Teja Plana Color Mocca M2:20 (18U por m ²)	m ²	97	\$ 15.24	\$ 1,478.28
TOTAL					\$ 1,631.83
TOTAL					\$ 55,592.60

Tabla N° 11. Presupuesto Referencial para el sistema tradicional

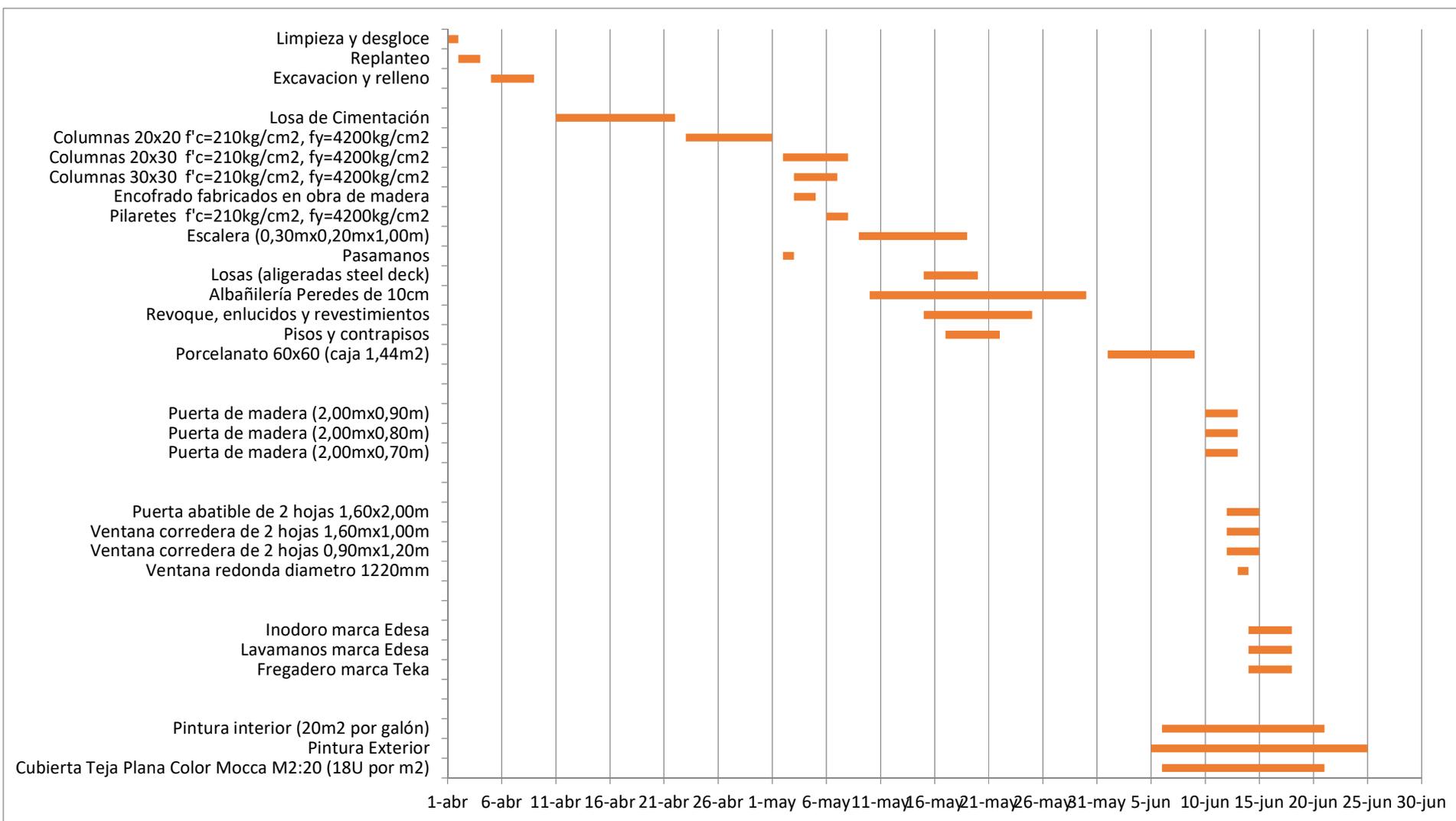


Figura N° 11 Cronograma del sistema tradicional

4.2 Desarrollo del Sistema BIM

4.2.1 Dibujo de planos en Revit

Para el diseño por medio del sistema BIM, se utilizó el programa Revit 2017, teniendo como base el plano del sistema tradicional, para que tengan las mismas medidas y el mismo diseño.

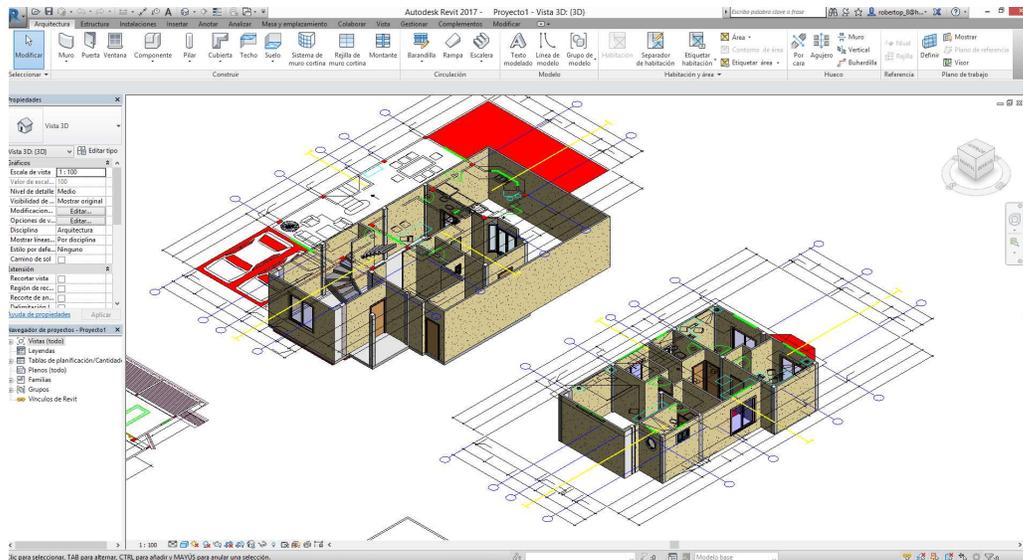


Figura N° 12. Entorno de trabajo de Revit

Primeramente, se procedió a generar la base de datos de los bloques paramétricos, de cada uno de los elementos que componen la vivienda, como se lo puede ver en la Figura N°

- **Columnas y Paredes**

Para las columnas y paredes, se utilizaron las mismas medidas y el mismo armado de acero estructural que el usado en el sistema tradicional, con la diferencia que en el programa Revit, se requiere ingresar toda la información de cada elemento, para que al momento de dibujar en planta, se realice el modelo 3D, cortes y la cuantificación de materiales.

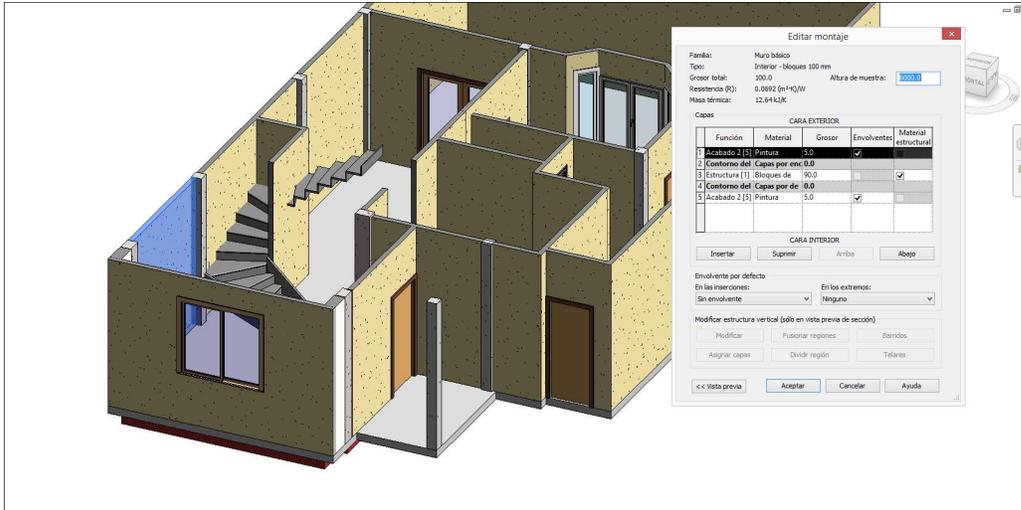


Figura N° 13 Vista de paredes y columnas levantas en Revit, y ventanas de propiedades de elementos

- Losa con Steel Deck

La losa fue la misma que la del diseño tradicional, en las propiedades de este bloque se dio la estructura de la losa, tomando en cuenta las especificaciones del Steel Deck, que se pueden ver en la Figura N°13.

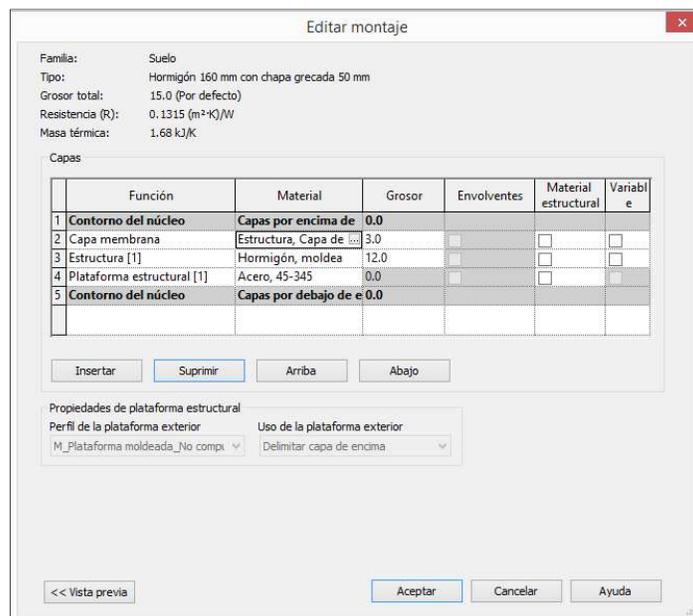


Figura N° 14 Ventana de propiedades de estructura de losa

- **Escaleras**

Revit tiene un comando en la sección de diseño “Arquitectura”, en el cual el diseñador define las escalera, colocando el grado de inclinación, la huella y contra huella, para que al momento del trazado se grafique de manera paramétrica.

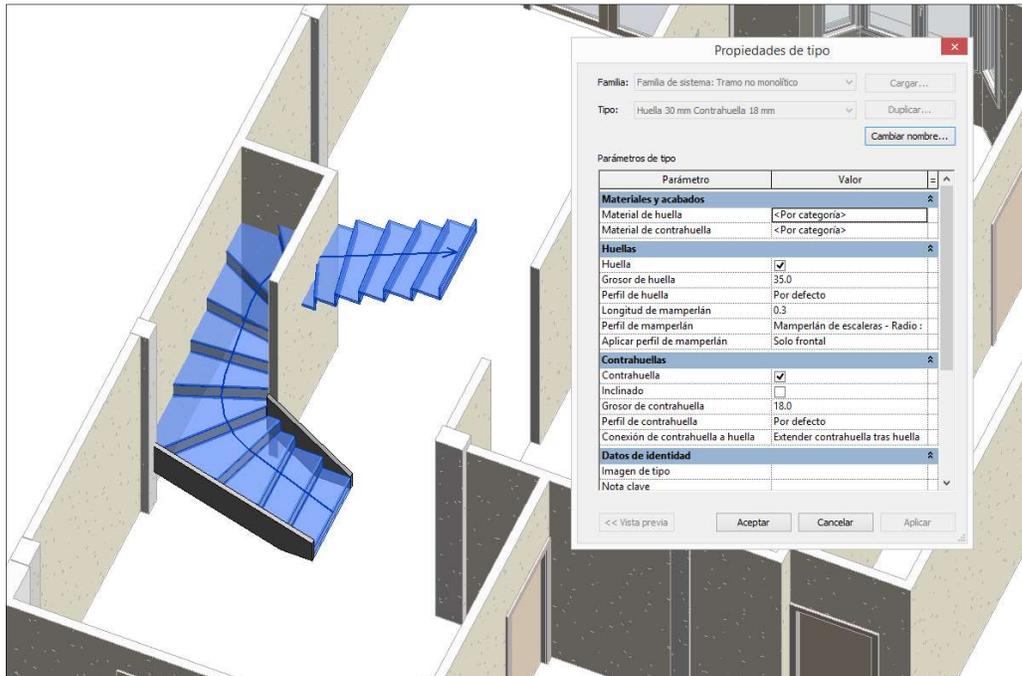


Figura N° 15 Modelo de escalera en Revit y Ventana de propiedades del elemento.

- **Piso y Contrapiso**

Para la estructura del Piso, se modelo el espesor de la losa, el mortero del contrapiso y el espesor del porcelanato, la misma estructura usada para el sistema tradicional, solo que ahora en un bloque paramétrico.



Figura N° 16 Vista de losa de cimentación, piso de la vivienda y ventana de propiedades.



Figura N° 17 Vista renderizada de losa de cimentación, vista generada por Revit

- **Piezas de Baños y Cocina**

Revit cuenta con una gran base de datos de piezas variadas, para el inodoro, lavamanos y lavaplatos o fregadero, se determinó que:

LAVAMANOS	
MARCA	Edesa
MODELO	aspio plus con pedestal largo
DESCRIPCIÓN	Toalleros integrados, Anclaje lavamanos Lyra, color Bone 733.
PRECIO	\$45,25 por unidad
INODORO	
MARCA	Edesa
MODELO	Campeón redondo al muro
DESCRIPCIÓN	Herraje Campeón, Asiento redondo, Manija Plástica Cromada, Anillo conexión al muro, color Blanco 130
PRECIO	\$65,58 por unidad
LAVAPLATOS / FREGADERO	
MARCA	TEKA
MODELO	Classic 2 ^{1/2} C
DESCRIPCIÓN	Fregadero de dos cubetas grandes y cubeta auxiliar Acero inoxidable 18/10 Chapa de gran espesor Válvula canasta 3 ½ Chapa de gran espesor Acabado alto brillo Profundidad de las cubetas 193 y 130 mm
PRECIO	\$320,20 por unidad

Tabla N° 12 Características y modelo de las piezas de baño para la vivienda

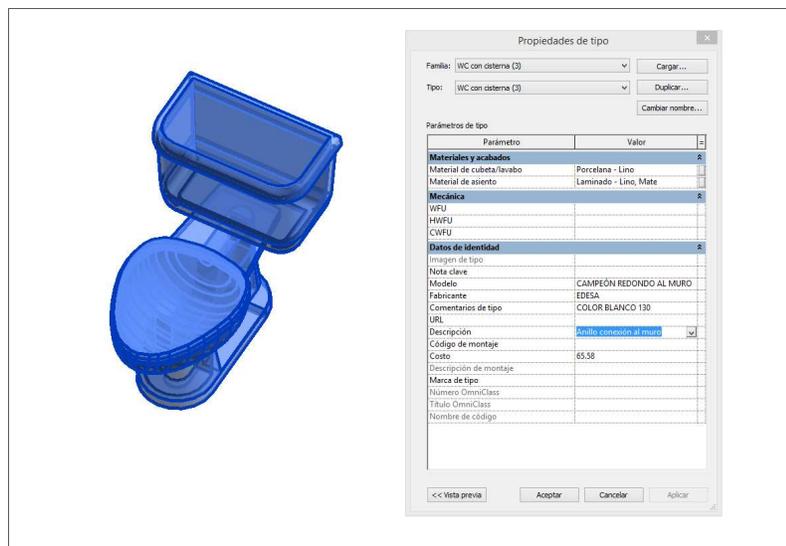


Figura N° 18 Inodoro 3D, ventana de propiedades paramétricas del elemento

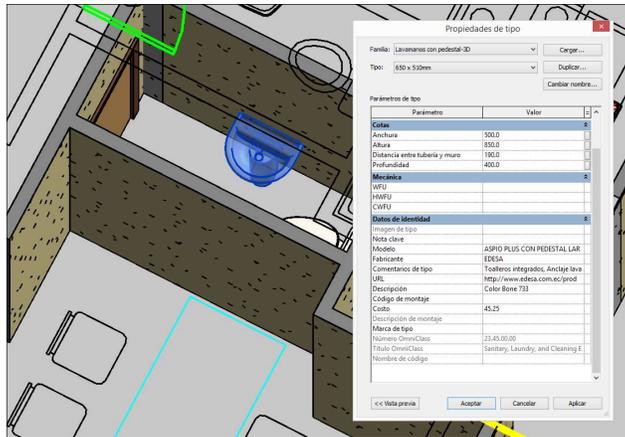


Figura N° 19 Lavamanos de pedestal en 3D, ventana de propiedades paramétricas del elemento

- **Pasamanos**

Para los pasamanos, se usó el comando “Barandilla”, determinado el modelo del sistema tradicional, tanto para la escalera como para el balcón de la fachada frontal. La barandilla será de acero, con tubos y molduras soldadas, Revit da la cantidad por metro lineal de barandilla.

- **Puertas y Ventanas**

Se descargaron los bloques de las ventanas y puertas, con la ubicación, dimensiones, en la base de datos se colocará, el almacén donde se cotizaron las puertas y su respectivo modelo.

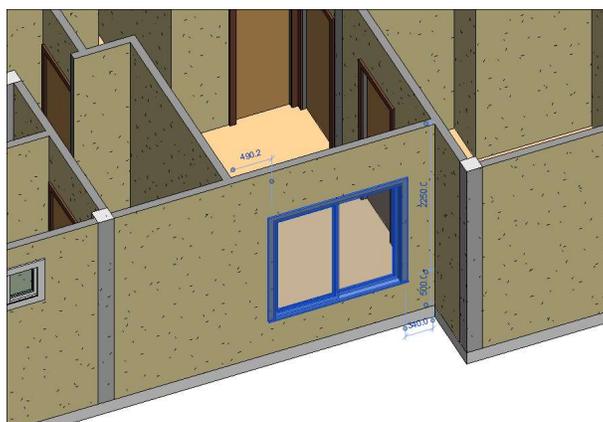


Figura N° 20 Vista de ventana en Revit

4.2.2 Presupuesto Referencial del BIM

Con las cantidades del Revit, se calculó el presupuesto referencial y se hizo el cronograma en Microsoft Project 2013.

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA VIVIENDA					
Nº	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Obras Preliminares					
0.01	Limpieza y desgloce	m ²	170	\$ 1.40	\$ 238.00
0.02	Replanteo	m ²	100	\$ 1.65	\$ 165.00
0.03	Excavacion y relleno	m ³	110	\$ 12.00	\$ 1,320.00
TOTAL					\$ 1,723.00
Estructura/Arquitectonico					
1.01	Losa de Cimentación	m ³	79.00	\$ 110.00	\$ 8,690.00
1.02	Columnas 20x20 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	1.60	\$ 525.00	\$ 840.00
1.03	Columnas 20x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.60	\$ 525.00	\$ 315.00
1.04	Columnas 30x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.20	\$ 525.00	\$ 105.00
1.05	Encofrado fabricados en obra de madera	m ²	48.25	\$ 9.00	\$ 434.25
1.06	Pilares f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.24	\$ 30.00	\$ 7.20
1.07	Escalera (0,30mx0,20mx1,00m)	m ³	2.10	\$ 532.00	\$ 1,117.20
1.08	Pasamanos	m	4.40	\$ 67.52	\$ 297.09
1.09	Losas (aligeradas steel deck)	m ³	65.20	\$ 85.00	\$ 5,542.00
1.1	Albañilería Peredes de 10cm	m ³	189.50	\$ 35.00	\$ 6,632.50
1.11	Revoque, enlucidos y revestimientos	m ³	394.15	\$ 29.50	\$ 11,627.43
1.12	Pisos y contrapisos	m ³	32.54	\$ 20.00	\$ 650.80
1.13	Porcelanato 60x60 (caja 1,44m ²)	m ²	130.47	\$ 60.00	\$ 7,828.20
TOTAL					\$ 44,086.66
Carpintería de Madera					
2.01	Puerta de madera (2,00mx0,90m)	U	1	\$ 383.66	\$ 2,301.96
2.02	Puerta de madera (2,00mx0,80m)	U	6	\$ 296.14	\$ 888.42
2.03	Puerta de madera (2,00mx0,70m)	U	3	\$ 285.12	\$ 0.00
TOTAL					\$ 3,190.38
Carpintería Metálica					
3.01	Puerta abatible de 2 hojas 1,60x2,00m	U	2	\$ 854.12	\$ 1,708.24
3.02	Ventana corredera de 2 hojas 1,60mx1,00m	U	4	\$ 521.12	\$ 2,084.48
3.03	Ventana corredera de 2 hojas 0,90mx1,20m	U	2	\$ 383.66	\$ 767.32
3.04	Ventana redonda diametro 1220mm	U	1	\$ 85.54	\$ 85.54
TOTAL					\$ 4,645.58
Piezas Baños y Cocina					
4.01	Inodoro marca Edesa	U	3	\$ 65.58	\$ 196.74
4.02	Lavamanos marca Edesa	U	3	\$ 45.25	\$ 135.75
4.03	Fregadero marca Teka	U	1	\$ 320.20	\$ 320.20
TOTAL					\$ 652.69
Pintura y Cubierta					
5.01	Pintura interior (20m ² por galón)	Gl	6.42	\$ 18.20	\$ 116.84
5.02	Pintura Exterior	m ²	1.48	\$ 23.50	\$ 34.78
5.03	Cubierta Teja Plana Color Mocca M2:20 (18U por m ²)	m ²	87.45	\$ 15.24	\$ 1,332.74
TOTAL					\$ 1,484.36
TOTAL					\$ 54,059.68

Tabla N° 13 Presupuesto para el sistema BIM

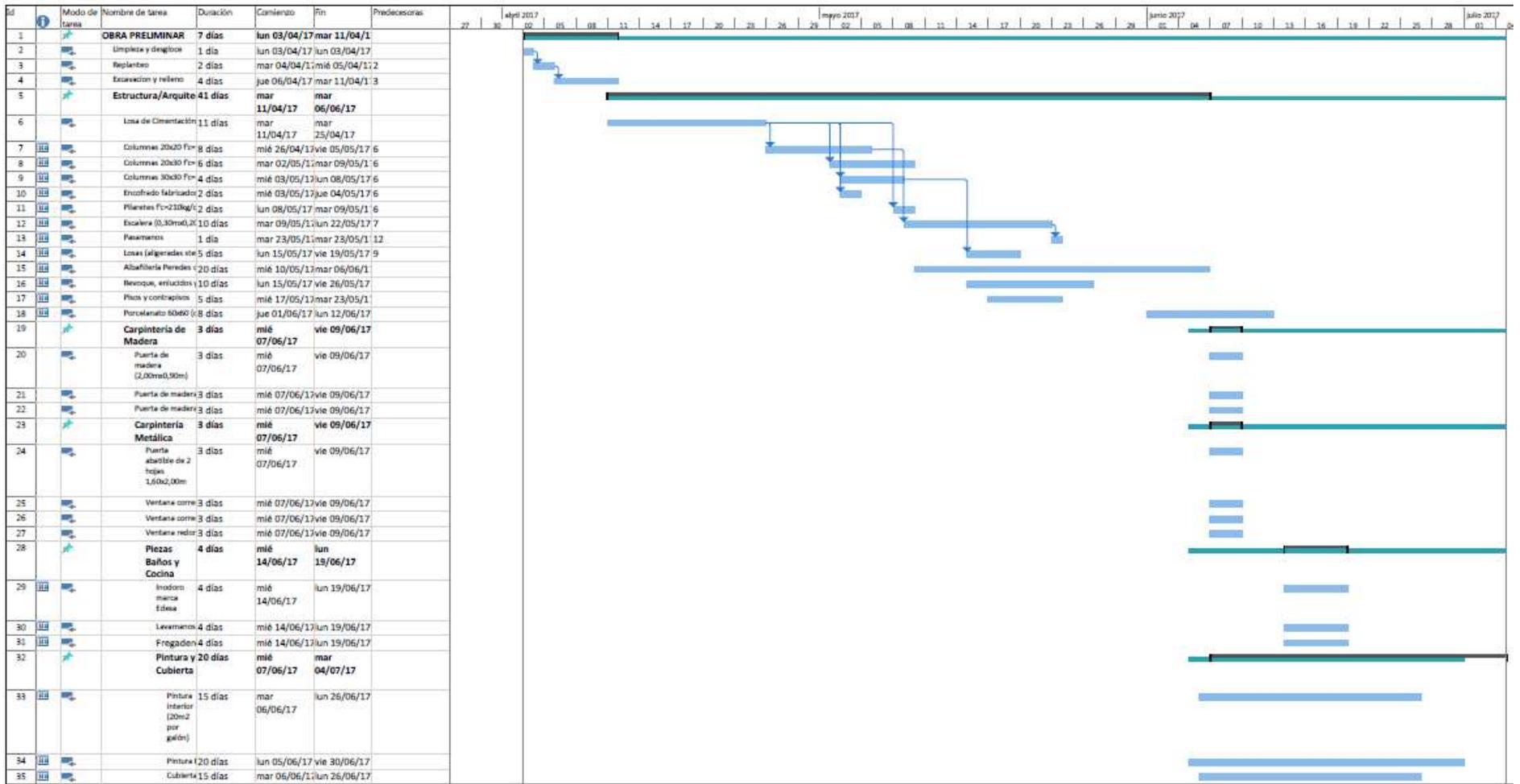


Figura N° 23 Cronograma para el sistema BIM, con el Microsoft Project

4.3 Análisis de Pared o Muro

De una determinada obra, para realizar el análisis de materiales que se presupuestaron, tanto en el sistema tradicional como con el método del BIM, teniendo que la pared tiene dimensiones de 2.00 de alto y 3.60m de ancho.

Método tradicional, se tiene un cálculo por metro cuadrado de pared de 13 Bloques y una capa de mortero que ocupa 0.55m³, para la pared de análisis se tiene un área de 7.2m², considerando que se utilizaran 93.6 bloques que se lo redondea a 94 bloques.

Al analizar la misma pared en Revit, nos arroja la tabla de cantidades en la cual se le asigna un área por bloque y mortero, para su respectivo cálculo, teniendo que para este muro se requieren 90 bloques.

En sitio se utilizaron 91 bloques.

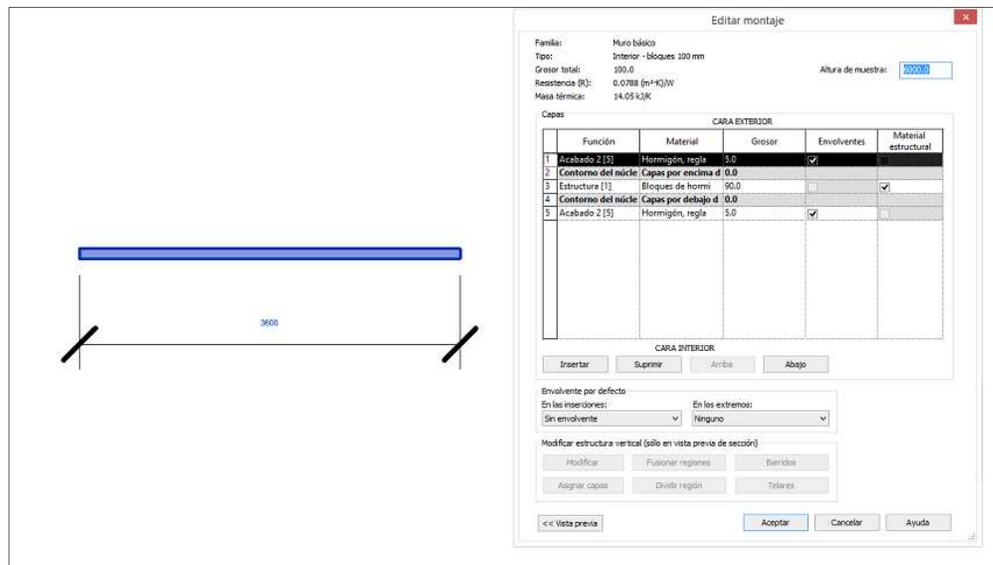


Figura N° 24 Análisis de Pared, ventana de propiedades de estructura.

<Tabla de planificación de Muro>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Familia y tipo	Área	Longitud	Volumen reforzado	Volumen	Uso estructural	Área de Bloques	Numero de Bloque
Muro básico: Interi	7 m²	3600		0.72 m³	No portante	0 m²	90

Tabla N° 14 Cuantificación de Muro



Figura N° 25 Proceso constructivo, Levantamiento de pared en obra



Figura N° 26 Levantamiento de pared en obra (2.00m x 3.60m)

5 CAPÍTULO: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1 Resultados y comparación de tiempo en diseños

Una vez finalizado los diseños, se procedió a cuantiar los días utilizados para realizar cada diseño, en las tres fases de análisis correspondientes, como se puede observar en la Tabla N°15, los días utilizados para cada etapa del diseño.

Para el diseño tradicional se utilizaron 7 días calendarios para hacer los dibujos en 2D y 3D, generado los planos arquitectónicos como se puede ver en los anexos correspondientes, con los planos se procedió a calcular cantidades de los rubros seleccionados, el tiempo de duración de esta etapa fue de 8 días calendarios.

Para el presupuesto se utilizó los precios de la Cámara de la Construcción de Guayaquil, y de la revista DOMUS, enero 2017.

Se utilizó la misma metodología en el sistema BIM, tomando en cuenta los días utilizados para cada una de las etapas, como se puede ver en la Tabla N° 16.

En la etapa de diseño de vivienda, se requirió 3 días calendarios, colocando las propiedades paramétricas en cada uno de los bloques utilizados para el diseño; para el cálculo de cantidades se utilizó 2 días por el hecho que el programa exporta las cantidades en un archivo “.txt”, teniendo que analizar la información generada por Revit.

Para el presupuesto se utilizaron los mismos precios que del sistema tradicional, y utilizando las cantidades exportadas de Revit, el presupuesto se lo realizó en Microsoft Project 2013.

ETAPAS		SISTEMA	
		DISEÑO TRADICIONAL	DISEÑO METODO BIM
DISEÑO DE VIVIENDA	DÍAS		
	TOTAL PARCIAL	7	3
PORCENTAJE	100.00%	42.86%	
CALCULO DE CANTIDADES	DÍAS		
	TOTAL PARCIAL	8	2
PORCENTAJE	100.00%	25.00%	
PRESUPUESTO	DÍAS		
	TOTAL PARCIAL	5	2
PORCENTAJE	100.00%	40.00%	
TOTAL	SUMATORIA	20 días	7 días
	PORCENTAJE	100.00%	35.00%

Tabla N° 15 Cronograma de etapas utilizadas para diseños de vivienda

Con ayuda de las tabulaciones de los días utilizados en las etapas, se generan comparaciones, teniendo en consideración que el tiempo para el sistema BIM es de 35.00% en relación con el tradicional.

SISTEMA	DISEÑO DE VIVIENDA		CALCULO DE CANTIDADES		PRESUPUESTO	
	TOTAL PARCIAL	PORCENTAJE	TOTAL PARCIAL	PORCENTAJE	TOTAL PARCIAL	PORCENTAJE
DISEÑO TRADICIONAL	7	100.00%	8	100.00%	5	100.00%
DISEÑO METODO BIM	3	42.86%	2	25.00%	2	40.00%

Tabla N° 16 Tabla resumen de días.

Para cada etapa, se hizo comparación entre los sistemas analizados, teniendo que, en la etapa "diseño de vivienda" con el sistema tradicional se lo realiza en menos tiempo que el tradicional, al igual que la etapa "Calculo de Cantidades" que se lo realizó en un 25.00% de tiempo que el sistema tradicional utilizado. Y finalmente el presupuesto se lo realizó en el 40.00% del tiempo del sistema tradicional de análisis del presupuesto, esto se lo puede observar en las gráficas siguientes.

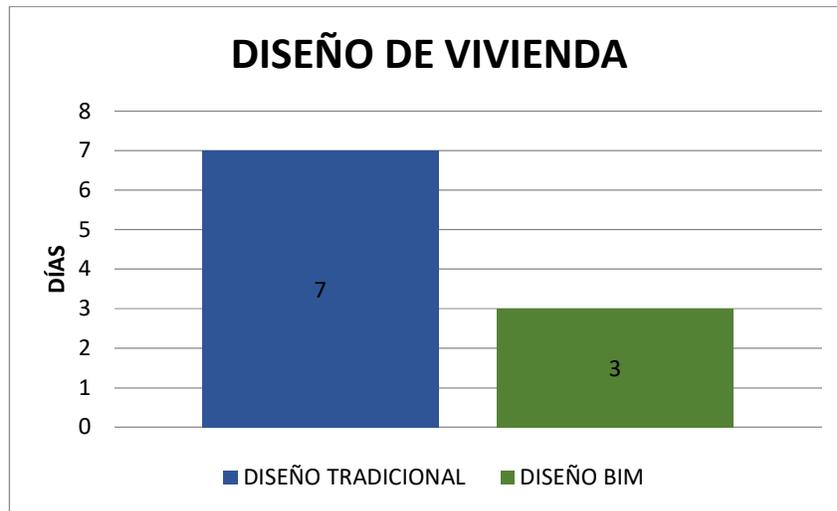


Figura N° 27 Gráfica comparativa de la etapa "Diseño de Vivienda" entre el sistema tradicional y BIM.

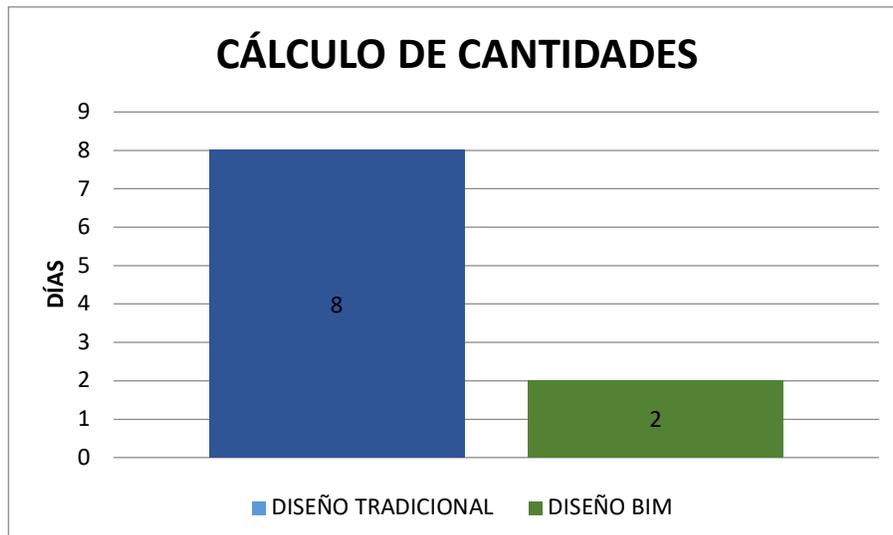


Figura N° 28 Gráfica comparativa de la etapa "Cálculo de Cantidades" entre el sistema tradicional y BIM.

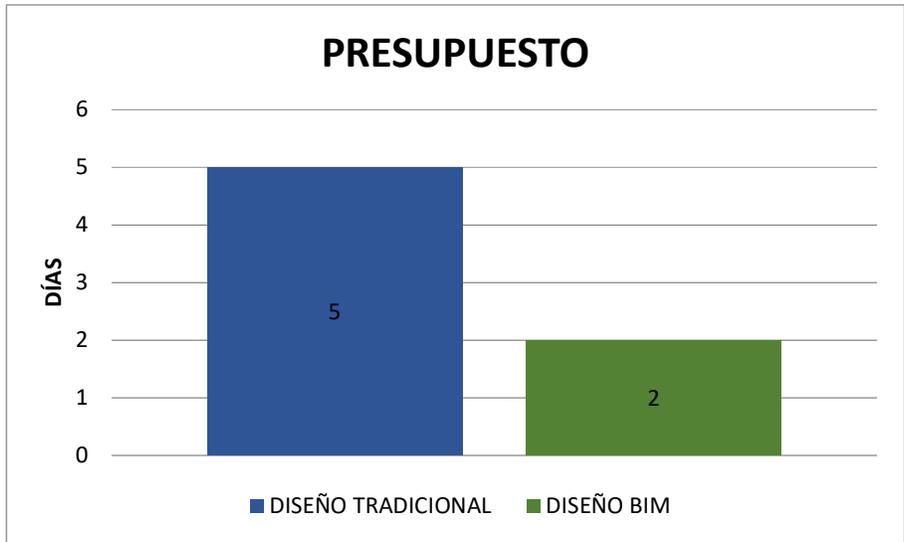


Figura N° 29 Gráfica comparativa de la etapa "Presupuesto" entre el sistema tradicional y BIM.

5.2 Resultados y comparación de cantidades entre los sistemas

Con las cantidades obtenidas en los dos sistemas se generaron tablas y gráficas comparativas, con lo cual se puede notar que la diferencia en cantidades no varía mucho con respecto a la otra, pero esto tiene una explicación; la razón principal es que el caso de estudio considera una vivienda unifamiliar (exclusivamente); estas variaciones de cantidades serían representativas si el proyecto fuese una urbanización en el cual se construyen varias casas al mismo tiempo; o en un edificio con varios pisos. En estos casos se podría ver el ahorro en recursos.

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA VIVIENDA					
Nº	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Obras Preliminares					
0.01	Limpieza y desgloce	m ²	170	\$ 1.40	\$ 238.00
0.02	Replanteo	m ²	100	\$ 1.65	\$ 165.00
0.03	Excavacion y relleno	m ³	110	\$ 12.00	\$ 1,320.00
TOTAL					\$ 1,723.00
Estructura/Arquitectonico					
1.01	Losa de Cimentación	m ³	79.00	\$ 110.00	\$ 8,690.00
1.02	Columnas 20x20 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	1.60	\$ 525.00	\$ 840.00
1.03	Columnas 20x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.60	\$ 525.00	\$ 315.00
1.04	Columnas 30x30 f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.20	\$ 525.00	\$ 105.00
1.05	Encofrado fabricados en obra de madera	m ²	48.25	\$ 9.00	\$ 434.25
1.06	Pilares f'c=210kg/cm ² , fy=4200kg/cm ²	m ³	0.24	\$ 30.00	\$ 7.20
1.07	Escalera (0,30mx0,20mx1,00m)	m ³	2.10	\$ 532.00	\$ 1,117.20
1.08	Pasamanos	m	4.40	\$ 67.52	\$ 297.09
1.09	Losas (aligeradas steel deck)	m ³	65.20	\$ 85.00	\$ 5,542.00
1.1	Albañilería Peredes de 10cm	m ³	189.50	\$ 35.00	\$ 6,632.50
1.11	Revoque, enlucidos y revestimientos	m ³	394.15	\$ 29.50	\$ 11,627.43
1.12	Pisos y contrapisos	m ³	32.54	\$ 20.00	\$ 650.80
1.13	Porcelanato 60x60 (caja 1,44m ²)	m ²	130.47	\$ 60.00	\$ 7,828.20
TOTAL					\$ 44,086.66
Carpintería de Madera					
2.01	Puerta de madera (2,00mx0,90m)	U	1	\$ 383.66	\$ 2,301.96
2.02	Puerta de madera (2,00mx0,80m)	U	6	\$ 296.14	\$ 888.42
2.03	Puerta de madera (2,00mx0,70m)	U	3	\$ 285.12	\$ 0.00
TOTAL					\$ 3,190.38
Carpintería Metálica					
3.01	Puerta abatible de 2 hojas 1,60x2,00m	U	2	\$ 854.12	\$ 1,708.24
3.02	Ventana corredera de 2 hojas 1,60mx1,00m	U	4	\$ 521.12	\$ 2,084.48
3.03	Ventana corredera de 2 hojas 0,90mx1,20m	U	2	\$ 383.66	\$ 767.32
3.04	Ventana redonda diametro 1220mm	U	1	\$ 85.54	\$ 85.54
TOTAL					\$ 4,645.58
Piezas Baños y Cocina					
4.01	Inodoro marca Edesa	U	3	\$ 65.58	\$ 196.74
4.02	Lavamanos marca Edesa	U	3	\$ 45.25	\$ 135.75
4.03	Fregadero marca Teka	U	1	\$ 320.20	\$ 320.20
TOTAL					\$ 652.69
Pintura y Cubierta					
5.01	Pintura interior (20m ² por galón)	Gl	6.42	\$ 18.20	\$ 116.84
5.02	Pintura Exterior	m ²	1.48	\$ 23.50	\$ 34.78
5.03	Cubierta Teja Plana Color Mocca M2:20 (18U por m ²)	m ²	93.00	\$ 15.24	\$ 1,417.32
TOTAL					\$ 1,568.94
TOTAL					\$ 54,144.26

Tabla N° 17 Comparación de cantidades entre Sistema tradicional vs BIM

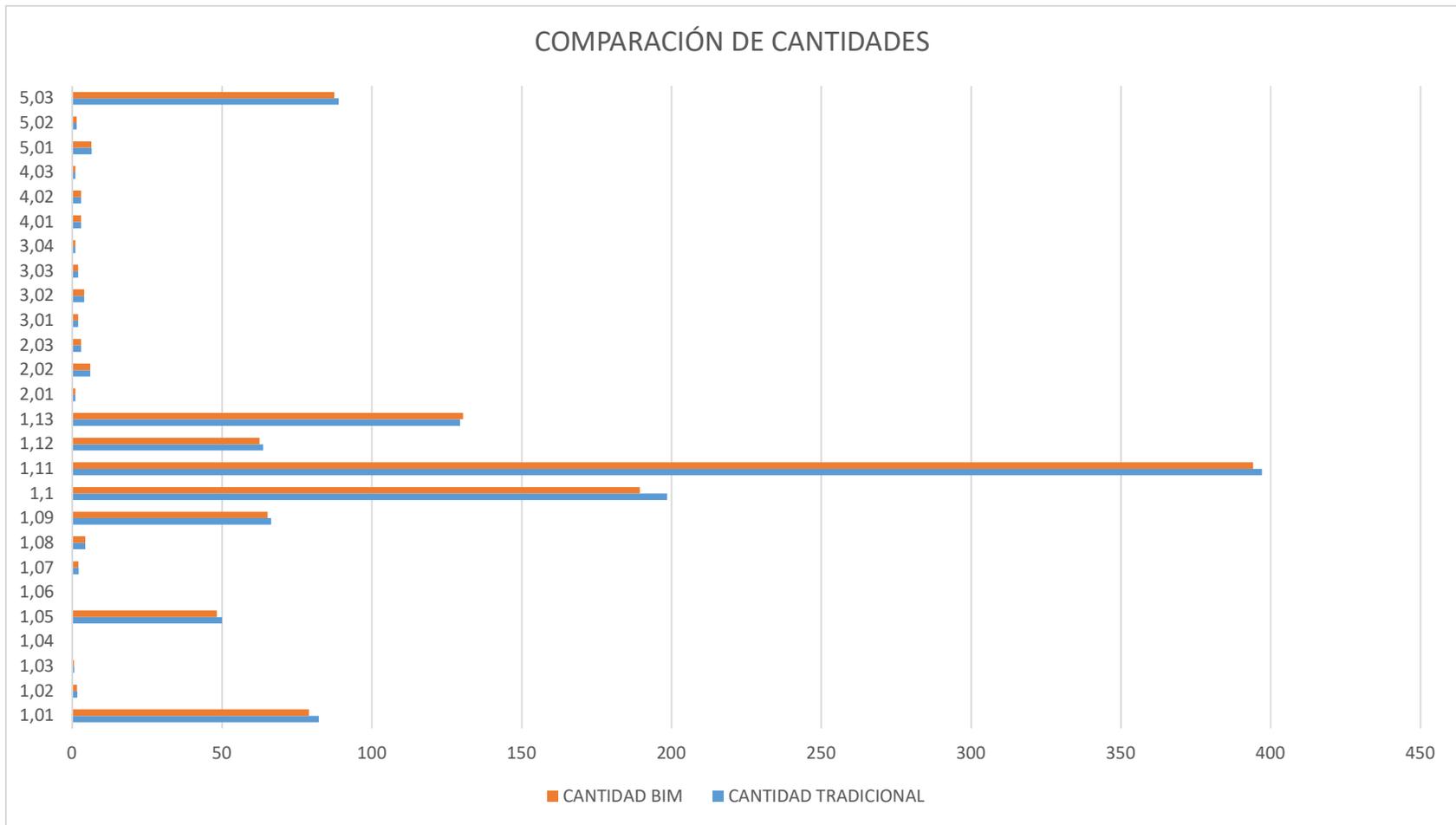


Figura N° 30 Gráfica comparativa de las cantidades requeridas en el sistema tradicional y el sistema BIM.

5.3 Conclusiones y Recomendaciones

- Antes de comenzar con el modelo en Revit (BIM), es necesario tener los costos y características de cada uno de los elementos del proyecto, para alimentar la base de datos paramétrica del modelo.
- Se realizó el diseño tradicional y con el sistema BIM, utilizando el mismo modelo de vivienda, los mismos materiales, se pudo constatar que, mediante el BIM, el diseño es mucho más rápido en todas sus etapas, teniendo un ahorro a un tercio aproximadamente de lo que se necesitaría en el sistema tradicional.
- Las cantidades no variaron mucho, pero esto se debe a que el análisis se hizo para una sola vivienda unifamiliar, pero si se amplía el proyecto o las dimensiones de la obra civil, la variación será más significativa.
- Por ser un sistema que recién se está implementando en ciertos países, es muy útil y efectivo, la variación de tiempo entre diseño es muy considerable, teniendo en cuenta que esto es un ahorro para el promotor de la obra en la etapa de estudio y diseños.
- El laminado y dibujo del sistema BIM, es muy eficiente, por lo que, con un solo clic, se tiene una infinidad de vista 2D y 3D, y cortes y generado fácilmente las láminas en diferentes formatos y escalas.
- El análisis de la vivienda no consta los diseños eléctricos ni los hidrosanitarios, tampoco diseño de cimentación ni otro tipo de obras preliminares.
- La diferencia porcentual de los presupuestos es del 2.54%, teniendo del ahorro es porque el Revit hace los cálculos por medio más exactos que los calculados manualmente.
- En el análisis de una pared determinada, se comprobó que el modelo Revit es mucho más real a lo que sucede en la construcción de estructura, teniendo un error de un bloque de más, en diferencia con el sistema tradicional, que se obtuvo 4 bloques adicionales, generando un incremento en el presupuesto.
- Para un presupuesto mucho más detallado, en sistema BIM, Revit requiere trabajar a la par con un software llamado *Dynamo*, el cual se vincula directamente con las cantidades de los bloques paramétricos, en tiempo real.
- Un modelo con el sistema BIM, es mucho más práctico y eficiente tanto en la etapa de diseño, análisis y proceso constructivo, debería ser implementado en nuestro país.

- Con el modelo de Revit, con ayuda del especialista eléctrico y sanitario, se realiza determinados diseños, para tener completo el modelo.
- En todo aspecto se pudo notar las mejoras del sistema del BIM, con ayuda del software Revit, tanto en tiempo como en cantidades obtenidas.
- Es de conocimiento, que en obra siempre hay pérdida o exceso de materiales, por lo que, al presentar el presupuesto, no se estaría considerando estos aspectos, por lo que se recomienda según expertos en el tema de 2 al 5% (más), dependiendo del proyecto modelado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrelos. (1 de febrero de 2010). *Wordpress*. Recuperado el enero de 2017, de <https://le0el.wordpress.com/2010/02/01/disenio-asistido-por-computadora-cad/>
- Ecuador, D. (2017). Lista de Precios y Materiales. *Revista de Diseño, Arquitectura y Construcción*, 62-84.
- Ferrer, M. (2011). *Ecuared Conocimiento para todos*. Recuperado el 2017, de Diseño asistido por computadora: https://www.ecured.cu/Dise%C3%B1o_asistido_por_computadora
- Gámez, F. C. (2014). *Spanish journa of BIM*. Obtenido de INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM. : <http://docplayer.es/1833938-Spanish-journal-of-bim.html>
- González, R. J. (Enero de 2014). *ResearchGate*. Obtenido de Introduccion a la metodología BIM: <https://www.researchgate.net/publication/284159764>
- Group, T. (2014). *UK BIM*. Obtenido de UK BIM: <http://www.docplayer.es/1833938-Spanish-journal-of-bim.html>
- Hardin, B. (2009). *BIM and Construction Management*. Wiley.
- Hildebrandt. (2015). *Diseño Parátrico*.
- I, D. d. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Catalunya: Eloi Coloma Picó.
- Karen M. Kensek y Douglas E. Noble. (2015). *Building Information Modeling. BIM in current and future Practice*. Wiley.
- Levy, F. (2011). *BIM in Small-Scale Sustainable Design*.
- Monfot, C. (2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. Valencia.
- Moreno, L. (22 de Abril de 2013). *Blog de Informática*. Obtenido de ¿QUE ES AUTOCAD Y PARA QUE NOS SIRVE?: <http://leonardoqta03.blogspot.com/2013/04/que-es-autocad-y-para-que-nos-sirve.html>

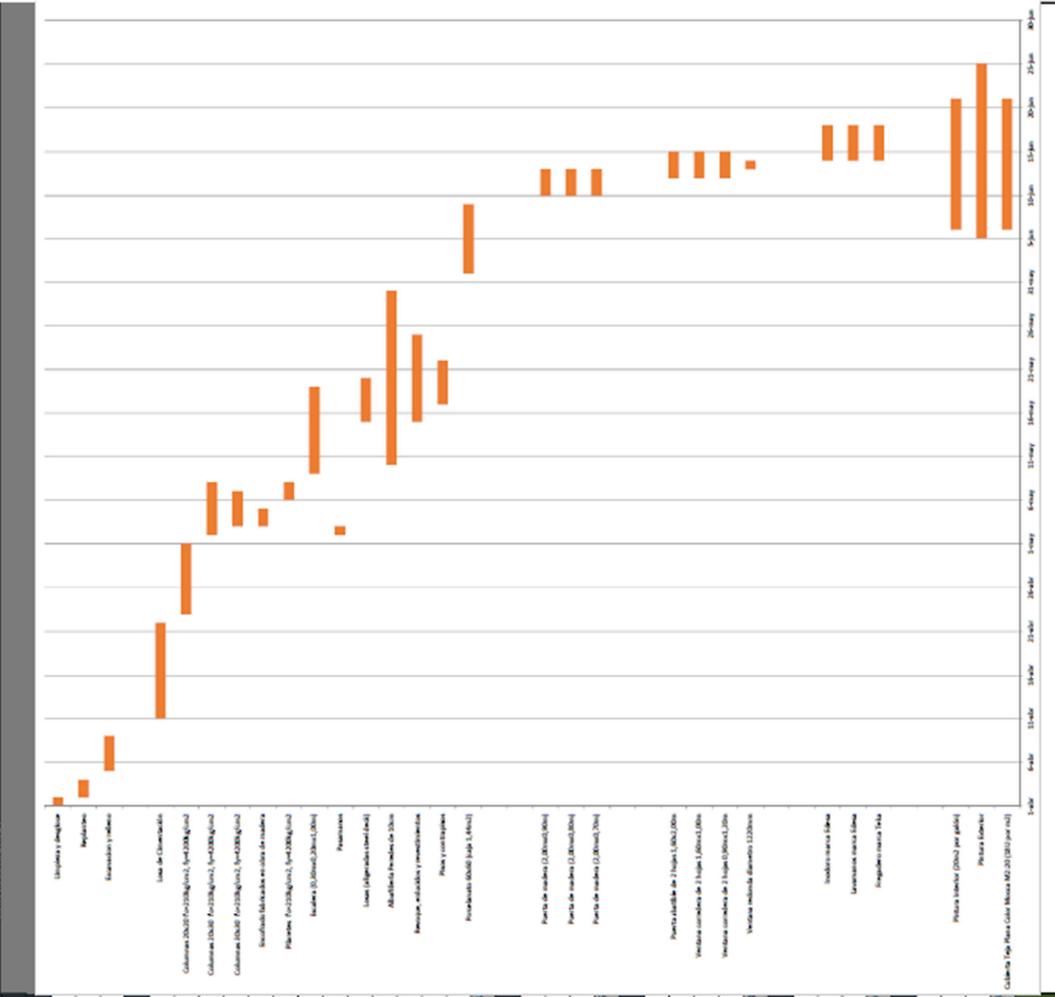
Ricardo Rojas, René Lagos. (2014). BIM (Building Information Modeling) Un cambio de Paradigmas.

Rojas, R. (2011). *Building Information Modeling - BIM v1.5*. Santiago de Chile: Inconet.

Shepherd, D. (2015). *The Bim Management Handbook*. NBS.

Teicholz, P. (2013). *BIM for Facility Managers*.

ANEXOS CRONOGRAMAS

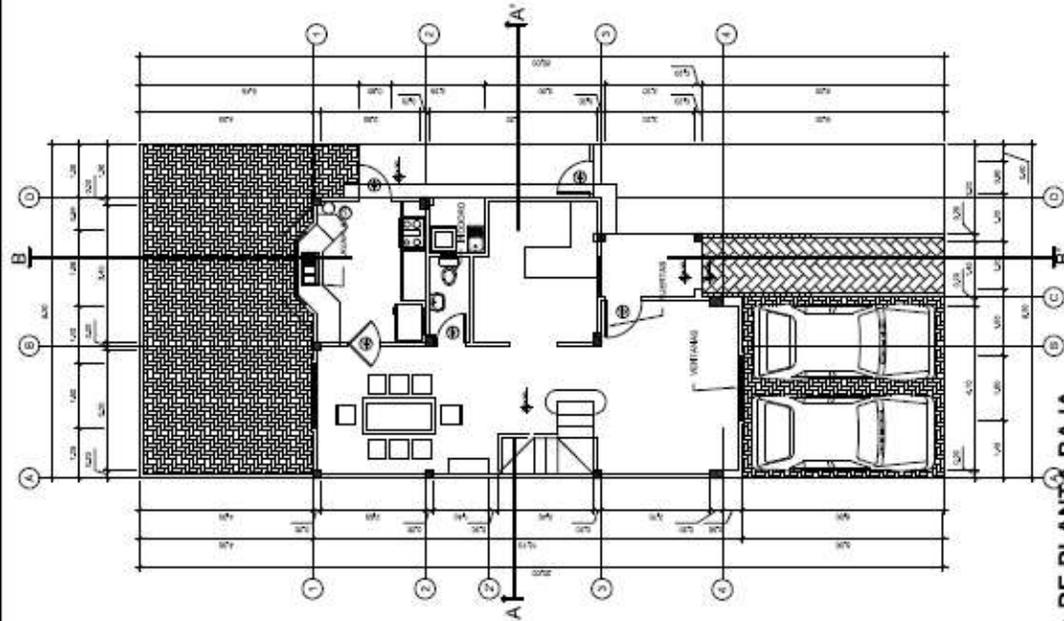


Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Obras Preliminares					
0.01	Limpiera y desglace	m²	170	\$ 1.40	\$ 238.00
0.02	Replanteo	m²	100	\$ 1.65	\$ 165.00
0.03	Excavación y relleno	m³	110	\$ 12.00	\$ 1,320.00
Estructura/Arquitectónico					
2.01	Losa de Cementación	m²	82.25	\$ 9.00	\$ 740.25
1.01	Columnas 20x20 Fc=210kg/cm², fy=4200kg/cm²	m³	1.74	\$ 515.00	\$ 896.10
1.02	Columnas 10x10 Fc=210kg/cm², fy=4200kg/cm²	m³	0.64	\$ 515.00	\$ 329.60
1.03	Columnas 30x30 Fc=210kg/cm², fy=4200kg/cm²	m³	0.24	\$ 515.00	\$ 123.60
1.04	Encofrado fabricado en obra de madera	m²	50	\$ 9.00	\$ 450.00
1.05	Pilares (Fc=210kg/cm², fy=4200kg/cm²)	m³	0.24	\$ 30.00	\$ 7.20
1.06	Escalera (0.30mx0.20mx1.00m)	m³	2.11	\$ 512.00	\$ 1,080.32
1.07	Pasamanos	m	4.4	\$ 67.52	\$ 297.09
1.08	Losas (Aligeradas steel deck)	m²	66.37	\$ 85.00	\$ 5,641.45
1.09	Albofarillo Paredes de 10cm	m³	194.57	\$ 15.00	\$ 2,918.55
1.1	Revoque, enlucidos y revestimientos	m²	397.14	\$ 29.50	\$ 11,715.63
1.11	Pisos y contrapisos	m²	63.76	\$ 20.00	\$ 1,275.20
1.12	Percelante 60x60 (caja 1.44m²)	m²	129.41	\$ 60.00	\$ 7,764.60
TOTAL					
\$ 45,546.54					
Carpintería de Madera					
2.01	Puerta de madera (2.00mx0.80m)	U	1	\$ 383.66	\$ 383.66
2.01	Puerta de madera (2.00mx0.80m)	U	6	\$ 296.14	\$ 1,776.84
2.02	Puerta de madera (2.00mx0.70m)	U	3	\$ 285.12	\$ 855.36
TOTAL					
\$ 3,015.86					
Carpintería Metálica					
3.01	Puerta abatible de 2 hojas 1.60x2.00m	U	2	\$ 864.12	\$ 1,728.24
3.01	Ventana corredor de 2 hojas 1.60mx1.00m	U	4	\$ 521.12	\$ 2,084.48
3.02	Ventana corredor de 2 hojas 0.90mx1.20m	U	2	\$ 383.66	\$ 767.32
3.03	Ventana redonda diámetro 1.20m	U	1	\$ 85.54	\$ 85.54
TOTAL					
\$ 4,665.58					
Pisos Baldos y Cocinas					
4.01	Inodoro marca Edesa	U	3	\$ 65.58	\$ 196.74
4.01	Lavamanos marca Edesa	U	3	\$ 45.25	\$ 135.75
4.02	Fregadero marca Teka	U	1	\$ 300.20	\$ 300.20
TOTAL					
\$ 632.69					
Pintura y Calabrita					
5.01	Pintura interior (20m² por galón)	Gl	6.5	\$ 18.20	\$ 118.30
5.01	Pintura Exterior	Gl	1.5	\$ 23.50	\$ 35.25
5.02	Cubierta Teja Plana Color Moca M2.20 (180 por m²)	m²	97	\$ 15.24	\$ 1,478.28
TOTAL					
\$ 1,631.83					
Cubierta Teja Plana Color Moca M2.20 (180 por m²)					
\$ 1,478.28					

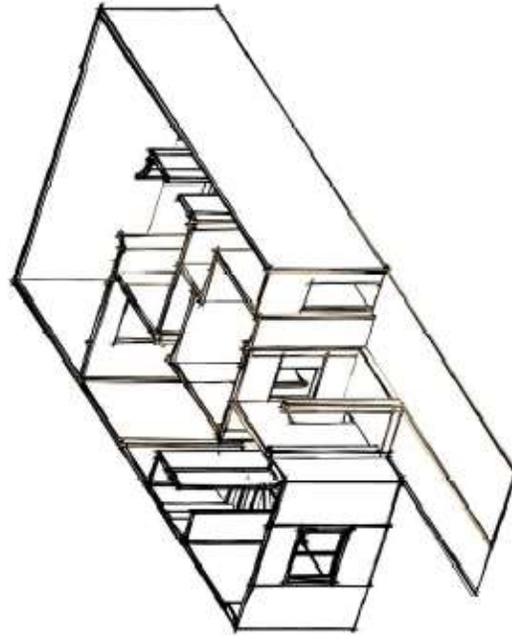
Id	Modo de Jarea	Nombre de Jarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesores
1	★	OBRA PRELIMINAR	7 días	lan 03/04/17	mar 11/04/17	
2	★	Limpieza y desfogar	1 día	lan 03/04/17	lan 03/04/17	
3	★	Replanteo	2 días	mar 04/04/17	mié 05/04/17	
4	★	Ejecución y repleno	4 días	jue 06/04/17	mar 11/04/17	
5	★	Estructura/Arquite	41 días	mar 11/04/17	06/06/17	
6	★	Losa de cimentación	11 días	mar 11/04/17	25/04/17	
7	★	Columnas 20x20 Fc=8 días	8 días	mié 26/04/17	vie 03/05/17	
8	★	Columnas 20x20 Fc=6 días	6 días	mar 02/05/17	mar 09/05/17	
9	★	Columnas 20x20 Fc=4 días	4 días	mié 03/05/17	lan 08/05/17	
10	★	Escalera fabricada	2 días	mié 03/05/17	jue 04/05/17	
11	★	Puertas F=20mm/2 días	2 días	lan 08/05/17	mar 09/05/17	
12	★	Escalera (30mmx2,10 días)	10 días	mar 09/05/17	lan 22/05/17	
13	★	Pavimento	1 día	mar 23/05/17	mar 23/05/17	
14	★	Losas (aligeradas 1m=5 días)	5 días	lan 15/05/17	vie 19/05/17	
15	★	Albañilería Perfiles 200 días	200 días	mié 10/05/17	mar 06/06/17	
16	★	Revoque, enlucido, 110 días	110 días	lan 15/05/17	vie 26/05/17	
17	★	Pisos y contrapisos	5 días	mié 17/05/17	mar 23/05/17	
18	★	Perforación (ósmo) 168 días	168 días	jue 01/06/17	lan 12/06/17	
19	★	Carpintería de Madera	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
20	★	Puertas de Madera (2,05mxd,30m)	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
21	★	Puertas de madera 2 días	2 días	mié 07/06/17	jue 09/06/17	
22	★	Puertas de madera 3 días	3 días	mié 07/06/17	jue 09/06/17	
23	★	Carpintería Metálica	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
24	★	Puerta Alacristal de 2 ejes 1,05x1,20m	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
25	★	Ventana corre-3 días	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
26	★	Ventana corre-3 días	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
27	★	Ventana redar-3 días	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	
28	★	Piezas Baños y Cocina	4 días	mié 14/06/17	lan 19/06/17	
29	★	Instalación de la cocina	4 días	mié 14/06/17	lan 19/06/17	
30	★	Levanamos 4 días	4 días	mié 14/06/17	lan 19/06/17	
31	★	Fregadero 4 días	4 días	mié 14/06/17	lan 19/06/17	
32	★	Pintura y Cubierta	20 días	mié 07/06/17	04/07/17	
33	★	Pintura 15 días Instalar sanitarios por g4(4)	15 días	mar 06/06/17	lan 26/06/17	
34	★	Pintura 20 días	20 días	lan 05/06/17	vie 30/06/17	
35	★	Cubierta 15 días	15 días	mar 06/06/17	lan 26/06/17	



ANEXOS: PLANOS SISTEMA TRADICIONAL

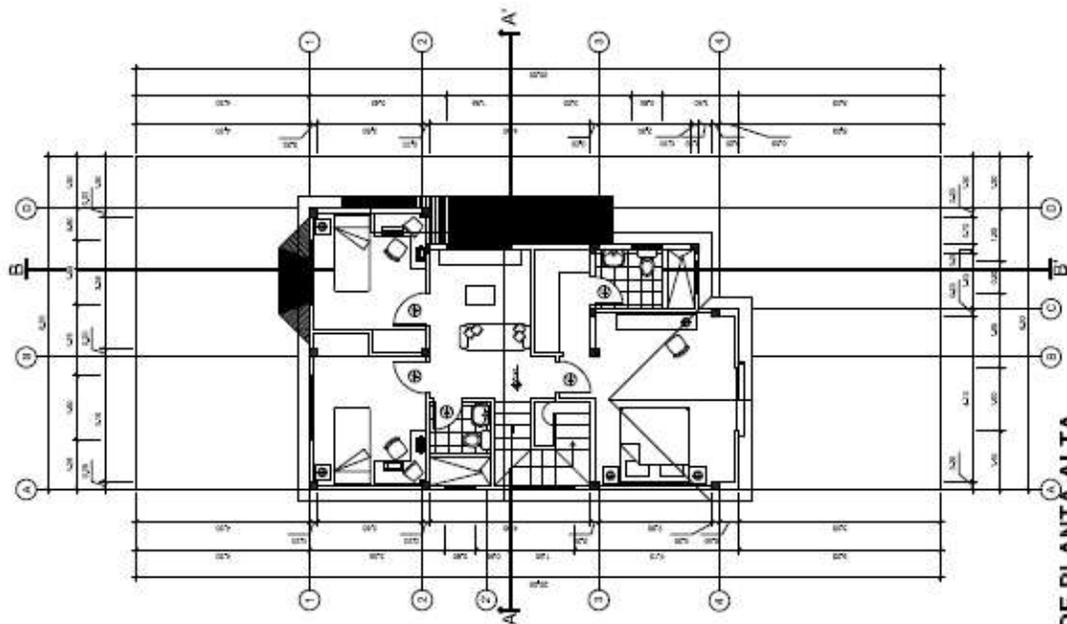


VISTA DE PLANTA BAJA
ESCALA 1:100

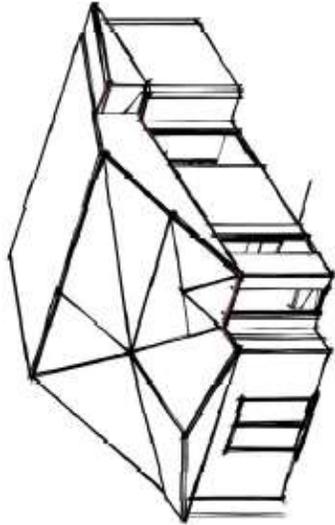


VISTA 3D PLANTA BAJA

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL
	COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.
NOMBRE: <small>FACULTAD DE INGENIERIA</small> CARRERA: <small>INGENIERIA CIVIL</small> SEMESTRE: <small>5º</small> FECHA: <small>18/03/2023</small> ALUMNO: <small>PEREZ ROMERO</small> TUTOR: <small>ING. J. RAMIRO ALVARADO</small> IDENTIFICACION: <small>18010000000000000000</small>	VISTA 2D Y 3D PLANTA BAJA



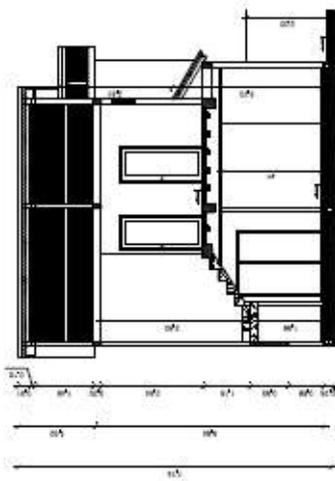
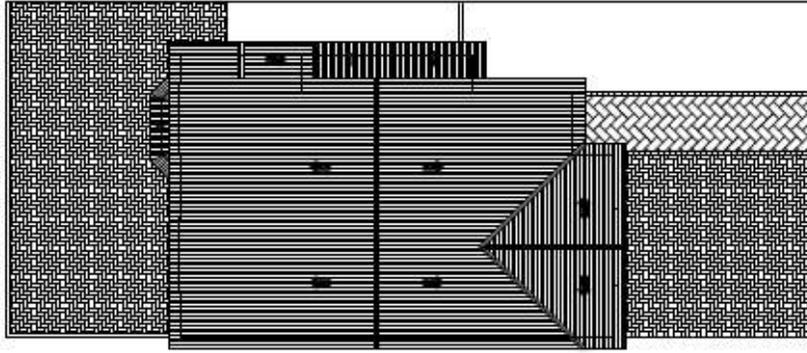
VISTA DE PLANTA ALTA
ESCALA 1:100



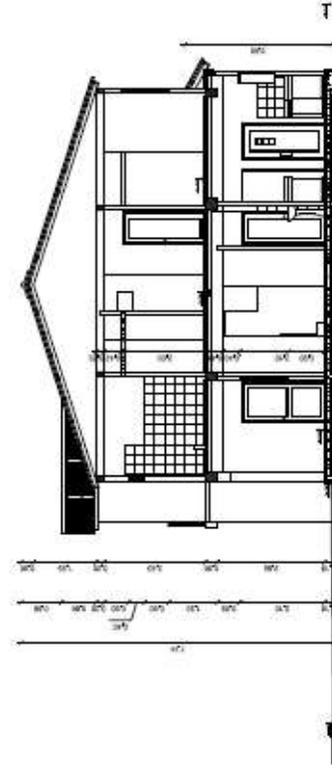
VISTA 3D PLANTA ALTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL		INSTITUCIÓN: Universidad Católica de Guayaquil
		CARRERA: 246
COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.		LOCAL: 246 LOCALIDAD: GUAYAQUIL PAÍS: ECUADOR FECHA: MARZO 2020 AUTOR:
TÍTULO: VISTA 2D Y 3D PLANTA ALTA		TÍTULO: PROYECTO ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL CENTRO: GUAYAQUIL PAÍS: ECUADOR

IMPLANTACIÓN
ESCALA 1:100



CORTE TRANSVERSAL
ESCALA 1:100

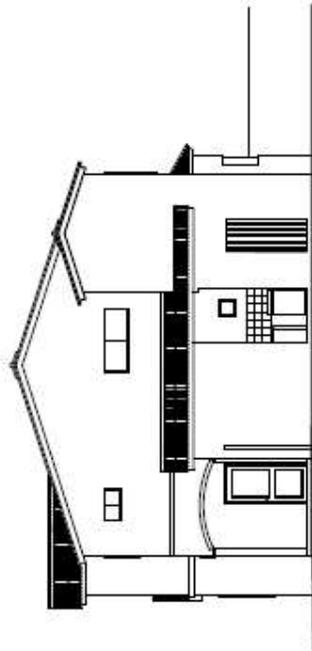


CORTE TRANSVERSAL
ESCALA 1:100

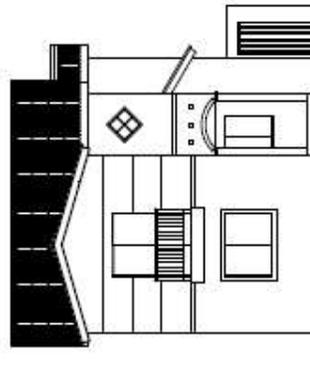
**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

	FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL
	TITULO: 34 ESPECIALIDAD: INGENIERIA ASIGNATURA: DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.
COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.	
AUTORES: TONY: ING. STARBUK ALVARO: ING. GONZALEZ MARCELO	

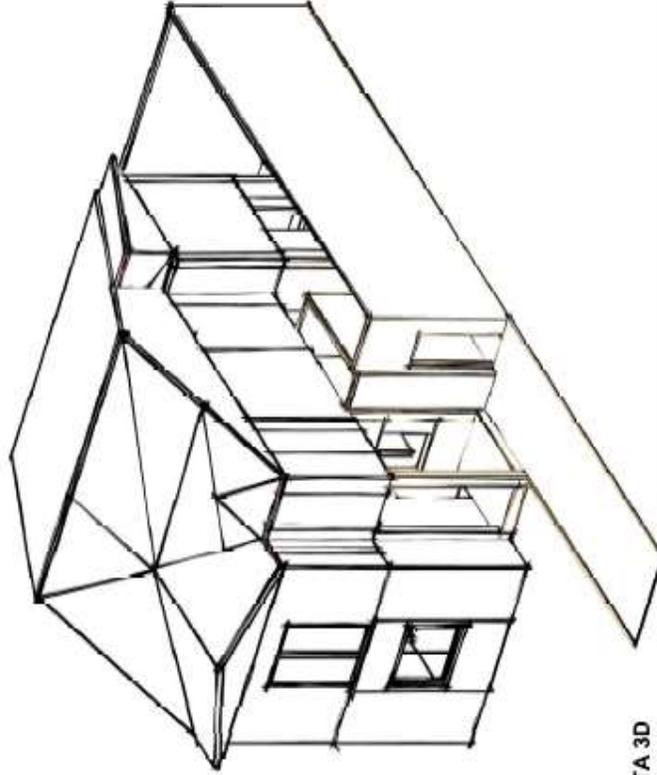
CORTES E IMPLANTACIÓN



FACHADA LATERAL DERECHA
ESCALA 1:100



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:100



VISTA 3D

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
	FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL
COMPARACION DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACION DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANALISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.	FACHADAS Y VIVIENDA 3D
TÍTULO: 64 TEMA: FACHADAS FECHA: 19/05/2017 ALUMNO: EFR TUTOR: ROBERTO MONTEZ AREA: FECHA DE ENTREGA: PROFESOR ASISTENTE: MATERIAL:	CENTRO:

ANEXOS: PLANOS BIM (REVIT)



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

TRABAJO DE GRADO

COMPARACION DEL
SISTEMA TRADICIONAL VS
LA IMPLEMENTACION DEL
BIM (BUILDING
INFORMATION
MANAGEMENT) EN LA
CONSTRUCCION Y
SEGUIMIENTO EN
EJECUCION. ANALISIS DE
UN CASO DE ESTUDIO.

AUTOR:
ROBERTO PACHECO BORJA

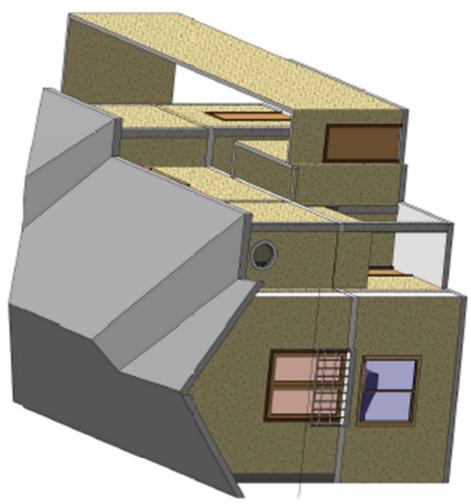
Título de titulación previo a
la obtención del grado de
INGENIERO CIVIL

TUTOR:
ING. STEFANY ESTHER
ALCIVAR BASTIDAS

PLANTA BAJA

Numero de proyecto	0001
Fecha	24 MARZO 2017
Dibujado por	RPB
Comprobado por	ING. ALCIVAR

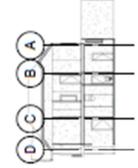
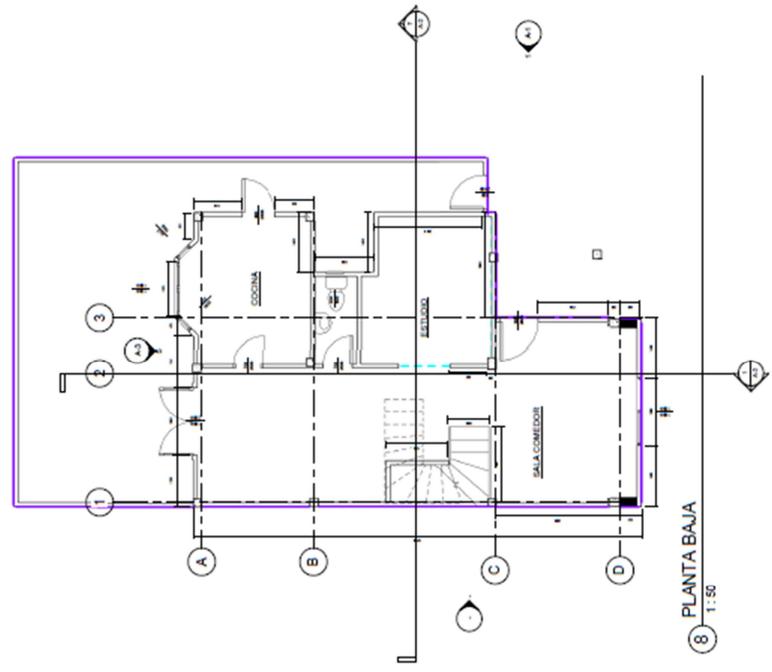
A-1



3 VISTA 3D



9 -3D-1
1:1



TITULO	1:200
PLANTA ALTA	1:200
PLANTA BAJA	1:50

1 Este
1:300



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

TRABAJO DE GRADO

COMPARACION DEL
SISTEMA TRADICIONAL VS
LA IMPLEMENTACION DEL
BIM (BUILDING
INFORMATION
MANAGEMENT) EN LA
CONSTRUCCION Y
SEGUIMIENTO DE
EJECUCION. ANALISIS DE
UN CASO DE ESTUDIO.

AUTOR:
ROBERTO PACHECO BORJA

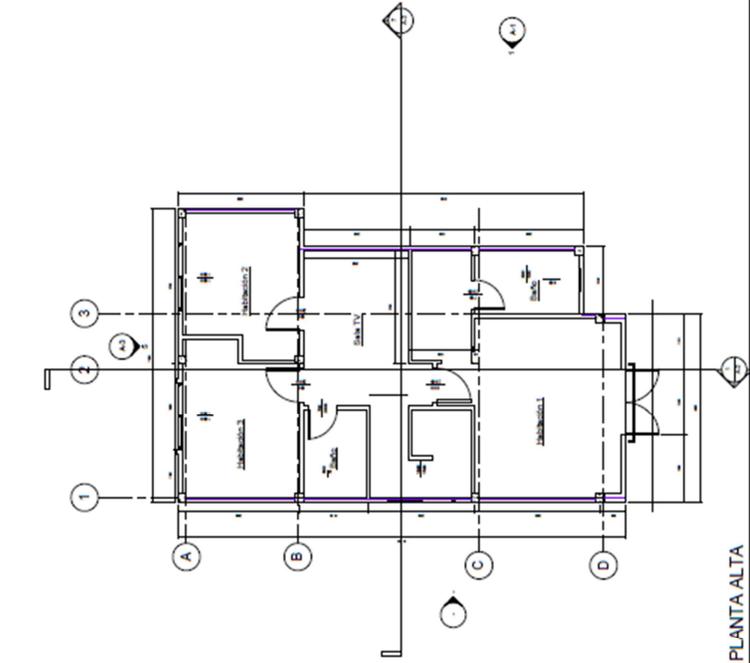
Trabajo de titulación previo a
la obtención del grado de
INGENIERO CIVIL

TUTOR:
ING. STEFANY ESTHER
ALCIVAR BASTIDAS

PLANTA ALTA

Número de proyecto	0001
Fecha	24 MARZO 2017
Dibujado por	Autor
Comprobado por	ING. ALCIVAR

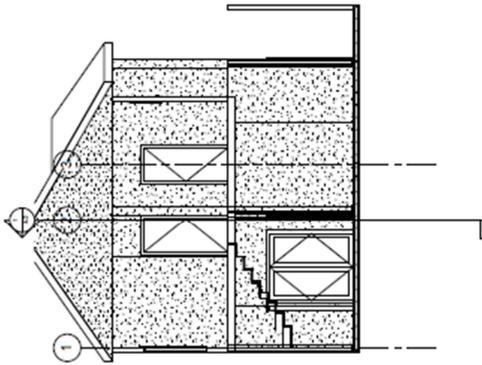
A-2



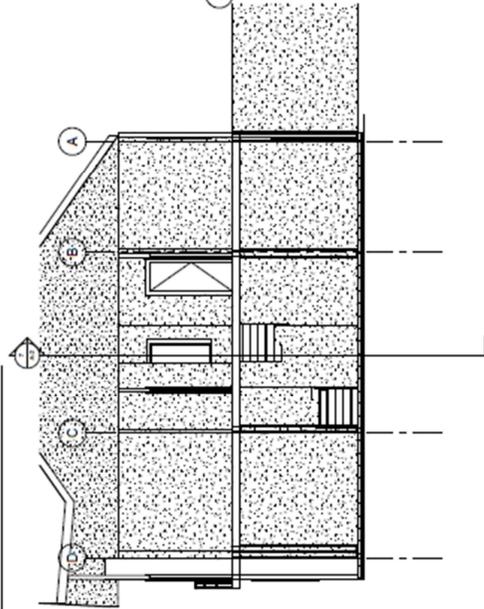
4 PLANTA ALTA
1:50



5 VISTA RENDERIZADA
1:1



7 Sección 1
1:50



1 Sección A
1:50



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE GUAYAQUIL

TRABAJO DE GRADO

COMPARACION DEL
SISTEMA TRADICIONAL VS
LA INNOVACION DEL
SISTEMA DE
INFORMACION
MANAGEMENTI EN LA
ETAPA DE DISEÑO Y
SEGUIMIENTO EN
EJECUCION. ANALISIS DE
UN CASO DE ESTUDIO.

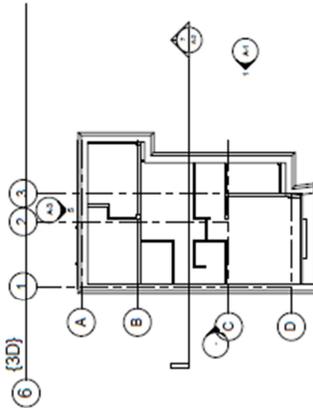
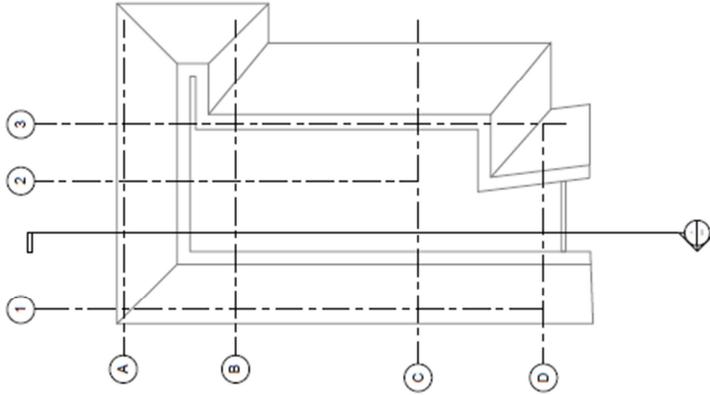
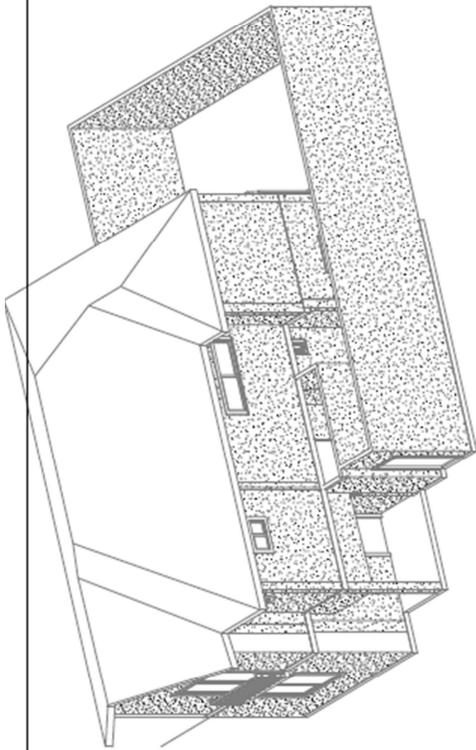
AUTOR:
ROBERTO PACHECO BORJA

Trabajo de titulación previo a
la obtención del grado de
INGENIERO CIVIL

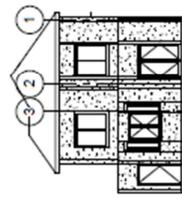
TUTOR:
ING. STEFANY ESTHER
ALCIVAR BASTIDAS

CUBIERTA

Número de proyecto 0001
Fecha 24 MARZO 2017
Dibujado por Autor
Comprobado por Verificador
A-3



4 TUMBADO
1:100



5 Norte
1:100

Cálculo de Cubierta			
Familia y Tipo	Cantidad	Materiales Descripción	Materiales Volumen Área
Cubiertas - Gaviotas - Gaviotas	175	175 m ² - 424 m ² - 11,57 m ²	175 m ² 424 m ² 11,57 m ²
Cubiertas - Gaviotas - Gaviotas	175	175 m ² - 424 m ² - 11,57 m ²	175 m ² 424 m ² 11,57 m ²

- 1 TUMBADO FASE
- 2 TUMBADO FASE
- 3 TUMBADO FASE
- 4 TUMBADO FASE
- 5 TUMBADO FASE



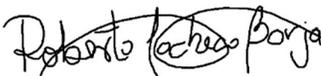
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pacheco Borja Roberto**, con C.C: #0704603497 autor del trabajo de titulación **comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM (Building Information Management) en la etapa de diseño y seguimiento en ejecución. Análisis de un caso de estudio**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de marzo de 2017

f. 

Nombre: **Pacheco Borja Roberto**

C.C: **0704603497**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO.		
AUTOR(ES)	Pacheco Borja, Roberto		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Alcívar Bastidas, Stefany Esther		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de marzo de 2017	No. DE PÁGINAS:	86 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño, Análisis, Construcción, Presupuesto		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	SISTEMA TRADICIONAL; BIM; REVIT; AUTOCAD; DISEÑO; CANTIDADES; 3D; PLANO; MODELO		
RESUMEN			
<p>Con el presente trabajo de grado se pretende hacer una comparación entre dos métodos de diseño, un primer análisis con el método tradicional, que es el usualmente utilizado para todo diseño y proceso constructivo, llevado a cabo a través de una vivienda unifamiliar con las herramientas CAD, cálculos manuales y Microsoft Excel para cronograma y un segundo análisis con la tecnología del BIM, estableciendo una metodología general para el uso del software Revit y Microsoft Project para el cronograma. Dicha vivienda se modeló en Revit y en CAD, se compararon las cantidades de materiales y el presupuesto para ambos casos; además del tiempo empleado para su diseño en las 3 etapas que se seleccionó, (diseño, cálculo de cantidades y presupuesto), también es importante notar la rapidez para generar láminas gracias a la ayuda del software Revit, para finalmente comprobar que la tecnología BIM es más sencilla y eficaz de gestionar, agilizando todos los procesos de diseño.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-2130915	E-mail: robertop_8@hotmail.com roberto.pacheco.borja@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Glass Cevallos, Clara Catalina		
	Teléfono: +593-4-2202763		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			